



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

**SELECCION DE VALVULAS MANUALES PARA
PLANTAS DE PROCESO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A

MOISES REBOLLAR BARCELO

Director de Tesis:

Ing. Ariel Bautista Salgado

CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO 1985



V N A M



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE.

INTRODUCCION.	1
1.0 ANTECEDENTES.	2
2.0 TIPOS DE VALVULAS MANUALES Y SUS APLICACIONES.	7
2.1 Características Generales.	7
2.1.1 Tipos de Unión.	9
A) Conectores mecánicos.	11
B) Uniones soldadas.	20
2.1.2 Cuerpo.	28
A) Sección de paso de flujo.	28
B) Acceso al interior de la válvula.	29
C) Accesorios opcionales.	31
D) Bidireccionalidad.	37
E) Dimensiones.	38
2.1.3 Bonete.	39
2.1.4 Elementos Internos.	46
A) Elemento de cierre y o control.	46
B) Asiento.	40
C) Vástago.	47
2.1.5 Sellos.	50
2.2 Válvulas de Corte.	51
2.2.1 Válvulas de Compuerta.	52
A) Válvulas de cuchilla.	59
B) Válvulas de cizalla.	60
2.2.2 Válvulas Macho.	61
2.2.3 Válvulas de Bola.	68
2.2.4 Válvulas de Mariposa.	73

2.3	Válvulas de Estrangulamiento.	77
2.3.1	Válvulas de Globo.	77
	A) Válvula de globo de doble puerto.	81
	B) Válvula de aguja.	81
	C) Válvula de ángulo.	81
	D) Válvula Y.	81
	E) Válvula de globo de tres vías.	83
	F) Válvula tipo jaula.	83
2.3.2	Válvulas de Diafragma.	84
2.3.3	Válvulas de Opresión.	87
3.0	SELECCION DE VALVULAS MANUALES.	89
3.1	Determinación de la Válvula Requerida.	89
3.2	Especificación.	91
4.0	INSTALACION Y MANTENIMIENTO.	93
5.0	ACTUADORES.	99
5.1	Principales Tipos de Actuadores Manuales.	99
5.2	Parámetros de Selección.	102
	APENDICE.	103
	BIBLIOGRAFIA.	105

INTRODUCCION.

Antiguamente, cuando era requerida una válvula, se empleaba aquella que se tuviera en almacén o la primera que se pudiera conseguir, sin importar la función a realizar ni las características del servicio, pero estas inadecuadas selecciones dan origen a gran variedad de problemas tales como:

- Desgaste prematuro.
- Derrames.
- * Dificultad para operarlas.
- * Disminución del cabezal de presión.
- * Contaminación de fluidos.
- * Ruido.
- * Vibraciones.
- * Lesiones en el personal.

Con el fin de disminuir estos contratiempos se han desarrollado diversos diseños de válvulas, la mayoría de ellos de alto costo, convirtiéndose las válvulas manuales en la actualidad en una parte considerable de la inversión en las industrias de transformación y ocupando un lugar predominante en los gastos de mantenimiento, motivos por los cuales la selección del modelo de válvula manual más adecuado para un proceso específico se ha convertido en un factor primordial en el diseño de plantas industriales.

El presente estudio tiene la finalidad de proporcionar los lineamientos básicos para la adecuada selección de las válvulas manuales de proceso.

1.0 ANTECEDENTES.

Aun no se ha determinado con precisión cuando y en donde el hombre empleó por primera vez las válvulas, ya que el uso de las mismas se remonta a los principios del conocimiento humano. Así por ejemplo, tuberías de arcilla con primitivas válvulas de cierre han sido encontradas en las ruinas de Babilonia (siglo XXI a.C.). Existen indicios de que hace 4000 años en China se empleó bambú como tubería, utilizando válvulas macho con el fin de permitir y obstruir el paso del fluido. Los Romanos emplearon tuberías de plomo con válvulas de bronce en los sistemas de distribución de agua en las ciudades. Las válvulas de madera (semejantes a las fabricadas hoy en día para los barriles de vino) han sido utilizadas en muchas partes del mundo durante siglos. Actualmente, se fabrican válvulas capaces de manejar materiales radioactivos, empleadas en centrales nucleares, así como modelos diseñados para operar en vacíos absolutos, usadas en aviación y aeronáutica. Todo lo anterior nos demuestra la importancia y relación de las válvulas a la vida y evolución del hombre.

Las válvulas son; en un proceso de flujo de fluidos o en un sistema de presión, el instrumento que efectúa una o varias de las siguientes funciones básicas:

- a) Permitir o no el paso de los fluidos.
- b) Regular el flujo.
- c) Diversificar o mezclar corrientes.
- d) Prevenir retornos.
- e) Regular presión.
- f) Releva sobrepresiones.

Con la finalidad de obtener la máxima eficiencia, se han desarrollado gran variedad de válvulas, clasificandose en:

- A) Válvulas Manuales.
- B) Válvulas de Control.
- C) Válvulas de Retención.
- D) Válvulas de Relevo de Presión.

A) Válvulas Manuales.- Comprende a todos aquellos diseños - que son actuados directamente por un operario, figura 1.1.

B) Válvulas de Control.- Se encuentran integradas a un cir-- cuito de control, manipulando directamente el valor de la va-- riable problema como resultado de la señal de un controlador, logrando así, mantener las condiciones preestablecidas en el proceso, figura 1.2.

C) Válvulas de Retención.- De contraflujo, unidireccionales o check, son empleadas para permitir el flujo en una sola di-- rección. La presión del fluido a través del cuerpo la abrirá y el peso del elemento de cierre más el mínimo flujo en direc-- ción opuesta (o contraflujo) la cerrarán, figura 1.3.

La necesidad de evitar el contraflujo es establecida por el propio sistema, por diversas razones tales como: Mantener la columna de líquido en la succión de bombas, evitar daños - y/o variaciones en el proceso o equipos, etc.

D) Válvulas de Relevo de Presión.- Son diseñadas para abrir automáticamente cuando la presión de entrada es superior al - límite prefijado (presión de ajuste), permitiendo la salida - de la cantidad de material que provoca la sobrepresión hacia la atmosfera o a un sistema cerrado, según sean las caracte-- rísticas de los materiales manejados, figura 1.4.

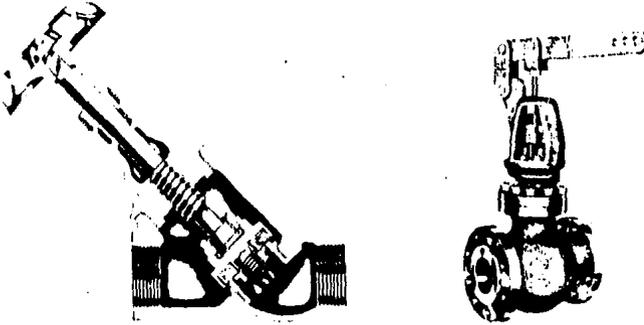


Figura 1.1 Válvulas manuales.

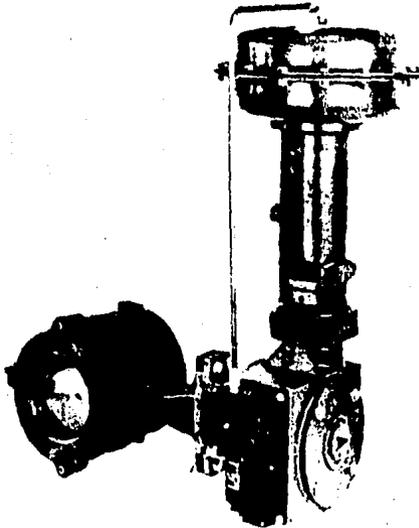


Figura 1.2 Válvula de control, tipo bola con actuador de diafragma.

Las válvulas de relevo de presión proporcionan un medio - para proteger al personal y al equipo de sobrepresiones en el sistema, originadas por condiciones anormales en el proceso, tales como: fuego, descargas bloqueadas, falla de servicios, reacciones indeseables, etc.

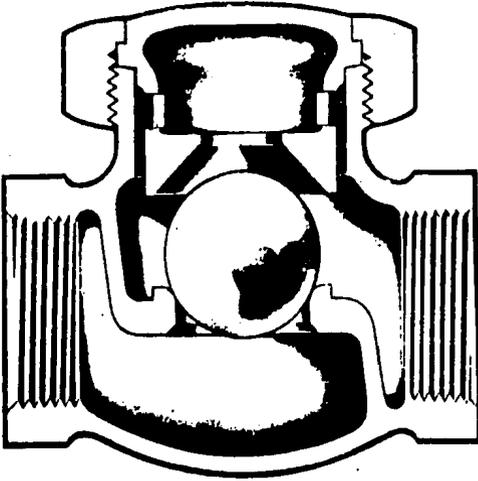


Figura 1.3 Válvula de retención de tipo ascendente de bola.

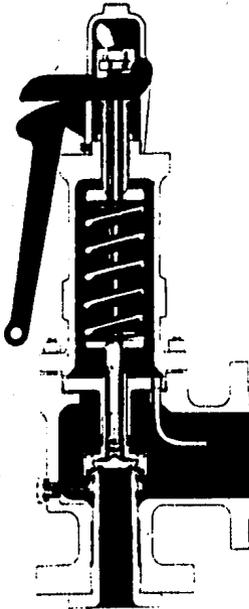


Figura 1.4 Válvula de relevo de presión de tipo relevo-seguridad, convencional.

En la actualidad se calculan en más de tres millones las variantes de válvulas manuales existentes. Siendo tan grande el número de alternativas, fácilmente puede haber confusión en el momento de requerirse una válvula. Para simplificar la selección de válvulas manuales, la presente monografía se encuentra dividida en:

Capítulo 2.0 Tipos de Válvulas Manuales y sus Aplicaciones.
Proporciona las características detalladas de los diseños de válvulas manuales más empleados.

Capítulo 3.0 Selección de Válvulas Manuales.
Comprende los factores generales de selección de válvulas, así como los elementos a definir para su especificación.

Capítulo 4.0 Instalación y Mantenimiento.
Se dan las recomendaciones necesarias para la colocación y preservación de las válvulas.

Capítulo 5.0 Actuadores.
Se indican diversos diseños de actuadores manuales, así como los elementos para su selección.

Apéndice. Se ofrece una lista de las asociaciones e institutos que editan códigos y especificaciones de válvulas.

2.0 TIPOS DE VALVULAS MANUALES Y SUS APLICACIONES.

Las válvulas manuales se agrupan en dos categorías: corte y estrangulamiento, de acuerdo a la función que realizan, y sus aplicaciones difieren en base a las características de sus diseños. En la tabla 2.1 se indican los modelos de válvulas manuales más empleados, así como sus principales usos.

El presente capítulo comprende las secciones:

- 2.1 Características Generales.
- 2.2 Válvulas de Corte.
- 2.3 Válvulas de Estrangulamiento.

2.1 Características Generales.

Antes de iniciar el estudio de las principales válvulas manuales, es conveniente tener una descripción de sus componentes en común.

Toda válvula presenta las siguientes características:

- 1) Medio de conexión con la tubería.
- 2) Cuerpo.
- 3) Bonete.
- 4) Elementos internos.
- 5) Sellos.

A continuación se estudian cada uno de los elementos anteriores.

VALVULA	FUNCIONAMIENTO			SERVICIO					
	Cierre	Istranquilamiento	Diversificación	Líquidos	Gases	Pastas	Fluidos corrosivos	Fluidos con sólidos en suspensión	Vacío
Compuerta	X	• • •	• • •	X	X	• • •	• • •	• • •	X
Cuchilla	X	X	• • •	X	X	X	• • •	X	X
Cizalla	X	• • •	• • •	X	X	X	• • •	X	X
Macho	X	X ^o	X ^o	X	X	X	• • •	X	X
Bola	X	X ^o	X ^o	X	X	X	• • •	X	X
Mariposa	X	X	• • •	X	X	X	X	X	X
Globo	X	X	• • •	X	X	• • •	• • •	• • •	X
Doble puerto	X	X	• • •	X	X	• • •	• • •	• • •	X
Aguja	X	X	• • •	X	X	• • •	• • •	• • •	X
Ángulo	X	X	• • •	X	X	• • •	• • •	• • •	X
Y	X	X	• • •	X	X	• • •	• • •	• • •	X
Tren vías	X ^o	X	X	X	X	• • •	• • •	• • •	X
Tipo jaula	X	X	• • •	X	X	• • •	• • •	• • •	X
Diafragma	X	X	• • •	X	X	X	X	X	X
Opración	X	X	• • •	X	X	X	X	X	• •

^o Únicamente ciertos modelos.

Tabla 2.1 Recomendaciones para el servicio de válvulas.

2.1.1 Tipos de Unión.

Una válvula no cumplirá adecuadamente sus funciones a menos que se encuentre estrechamente conectada a la línea. Las formas de lograrlo son tan variadas como para la tubería misma, lo cual no significa que todos los modelos en todos tamaños y diseños son posibles con un rango completo de conectores de línea, debido a: limitaciones de material, servicio, diseño, etc.

Para facilitar la fabricación de conexiones, válvulas y otros equipos de proceso, se han establecido las llamadas "clases" (también conocidas como capacidades de unión) las cuales agrupan bajo una sola denominación diversos rangos de presión y temperatura, para cada material, condiciones bajo las cuales el material no sufrirá ningún daño. Así por ejemplo: El código ANSI establece las siguientes clases: 150 lb, 300 lb, 400 lb, 600 lb, 900 lb, 1500 lb y 2500 lb. Para saber bajo cual clase va a encontrarse un equipo de proceso o conexión, de un material determinado, se toma la máxima presión y temperaturas bajo las cuales se encontrará (en condiciones normales o eventuales críticas), con los cuales se buscará en las tablas o curvas, correspondientes al material, proporcionadas en los códigos, tabla 2.2 y figura 2.1. Una vez identificada la clase donde se encuentra el equipo o conexión, los mismos códigos proporcionarán las medidas y recomendaciones para su fabricación y empleo.

Acero inoxidable tipo 304

Acero inoxidable tipo 347

Acero inoxidable tipo 306

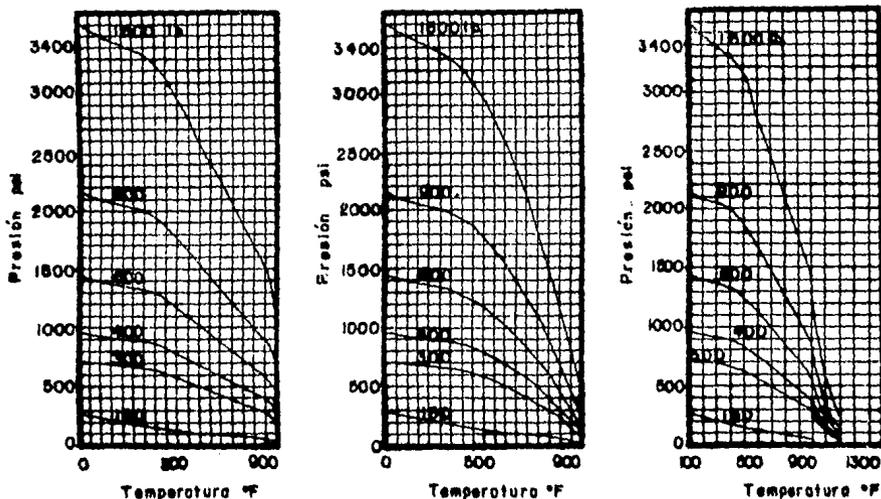


Figura 2.1 Curvas de presión-temperatura de aceros inoxidables, para obtener la clase bajo la cual se encuentra la válvula. (ASA B16.5-1961).

Material es:

- A155-1CR-WT A155-1-1/4CR-AN A155-2-1/4CR-AN
- A335-P22 A335-P11 A369-FP11

Temperatura en °F	Presión de trabajo en lb/in ²						
	150	300	400	600	900	1500	2500
-20							
100	235	615	825	1235	1650	3085	5145
200	220	575	770	1150	1730	2880	4680
300	210	555	740	1105	1660	2765	4610
400	205	540	720	1080	1615	2695	4490
500	205	530	705	1055	1585	2645	4405
600	195	515	685	1030	1545	2570	4285
650	190	500	665	995	1495	2490	4190
700	185	480	640	965	1445	2405	4010
750	180	470	625	940	1405	2345	3910
800	160	460	615	920	1380	2305	3840
850	105	445	595	895	1340	2230	3720
900	65	435	580	870	1300	2170	3615
950	40	375	505	755	1130	1885	3145
1000	20	255	345	515	770	1285	2145
1050		170	230	345	515	855	1430
1100		95	130	190	290	480	800
1150		50	70	105	155	255	430
1200		35	45	70	105	170	285

Tabla 2.2 Rangos de presión-temperatura de diferentes aleaciones del acero, empleados para determinar la clase (o capacidad de unión) bajo la cual se encuentran. (ANSI B16.5-1973).

Se tienen dos tipos de conexiones de válvulas con la tubería:

- A) Conectores mecánicos.
- B) Uniones soldadas.

A) Conectores mecánicos.

Comprende a las conexiones que pueden efectuarse manualmente o con la ayuda de alguna herramienta, como son:

- a) Uniones roscadas.
- b) Uniones bridadas.
- c) Otros conectores mecánicos.

a) Uniones roscadas.- Es el tipo más empleado para válvulas pequeñas, hasta de aproximadamente 4 pulg., se suministra con toda clase de modelos y en todos las clases de presión, pero no en todos los materiales. No obstante, son siempre una fuente potencial de fugas, figura 2.2.

Generalmente las válvulas son provistas del extremo roscado hembra, en el cual la tubería roscada se conecta. Es el tipo de conexión más barato y el que menor material y acabado -



Figura 2.2 Unión roscada.

requieren, las válvulas pueden ser rápida y fácilmente instaladas en una línea, puesto que no se requiere preparación especial de la tubería (excepto la cuerda), facilitando la remoción del modelo para propósitos de mantenimiento.

En el caso de las pequeñas válvulas instrumentales a menudo tienen roscas de mayor ajuste o son selladas por empaques o juntas tipo anillo.

Las tuercas unión en válvulas pequeñas de metal o plástico, pueden conectarse rápida y fácilmente a la línea, sin necesidad de girar la válvula o la tubería durante la colocación o desensamble, figura 2.3.

El roscado en los extremos de las válvulas es causa de pérdida de fuerza y disminución en la resistencia a la fatiga del material, motivo por el cual, la existencia del roscado dependerá del mínimo espesor de pared permisible, además origina turbulencias y con algunos fluidos la corrosión aparece en donde el metal ha sido adelgazado.

Debido a que siempre existe la posibilidad de fugas, no es conveniente emplear las uniones roscadas con fluidos tóxicos o inflamables.

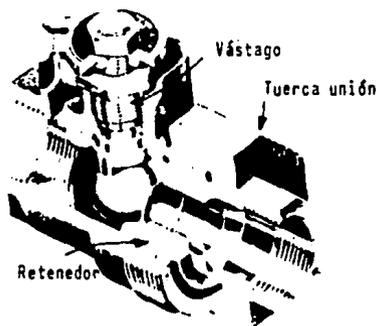


Figura 2.3 Válvula de bola con conexiones roscadas y tuerca unión.

b) Uniones bridadas.- Es el tipo de unión más empleado en las válvulas de proceso de más de 2 pulg. de diámetro, por proporcionar un sellado adecuado y ser fácilmente desmontable para mantenimiento, inspección o reparación, figura 2.4.

En las figuras 2.5 y 2.6, se ilustra la amplia variedad de tipos y asientos de bridas. Diversos códigos proporcionan recomendaciones para su selección y dimensiones mínimas que deben presentar en función de la capacidad de unión (ANSI - B16-5, ASA B16.1, API 6-B, MSS-SP-44, etc.). Las principales recomendaciones para la selección de bridas son las siguientes:

Brida roscada; Para alta presión y temperaturas moderadas, no es adecuada para servicio que implique fatigas térmicas o fluidos corrosivos, figura 2.5 a)

Brida soldada a profundidad; (Slip on), se emplea comunmente en tuberías de materiales especiales con el objeto de utilizar bridas de acero al carbón, economizando el diseño, o cuando un montaje fácil es primordial. Se encuentra limitada a servicios moderados, figura 2.5 b).

Brida de cuello soldable; Condiciones de servicio severas, presiones y temperaturas altas o temperaturas criogénicas, figura 2.5 c).



Figura 2.4 Unión bridada.

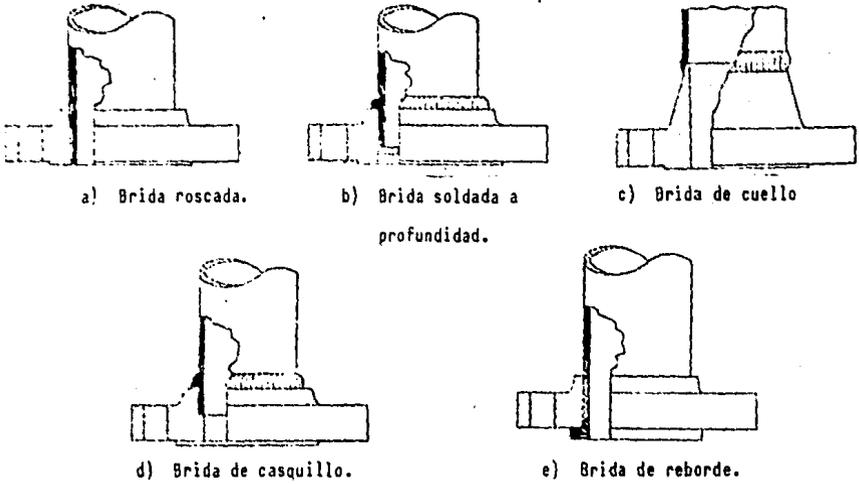


Figura 2.5 Tipos de bridas, mostradas con cara realzada.

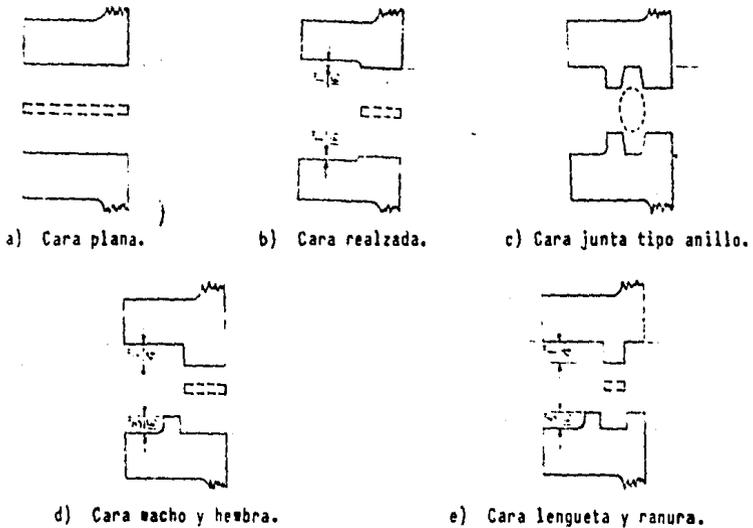


Figura 2.6 Tipos de asientos (caras) de brida, ilustradas con bridas de cuello.

Brida de casquillo soldado; Adecuada para pequeñas conexiones, donde es preferible a las roscadas para evitar estancamientos, figura 2.5 d).

Brida de reborde; Para servicio que requiere frecuente inspección y desmontaje. Adecuada para grandes diámetros, en los que la posibilidad de girar la brida es importante.- Se debe evitar en condiciones que impliquen fatigas por torsión, flexión, etc. Figura 2.5 e).

Cara plana; Empleada principalmente a presiones de unión moderadas (hasta aproximadamente 600 lb), figura 2.6 a).

Cara realzada; Para un mejor sellado, altas presiones y temperaturas medias, figura 2.6 b).

Cara de junta tipo anillo; Para fluidos en los que no es permisible una fuga, para presiones y temperaturas altas, - figura 2.6 c).

Cara macho y hembra; Usada en servicios especiales que requieren un empaque a compresión (no son frecuentes), figura 2.6 d).

Cara lengüeta y ranura; Empleada en servicios que requieren un empaque a compresión que no entre en contacto con el fluido (no son frecuentes), figura 2.6 e).

Las uniones bridadas son más fuertes, resistentes y herméticas que las uniones roscadas. En ciertas aleaciones (acero inoxidable, fundido, monel, etc.) es difícil obtener su rosca do, en estos casos se emplean uniones bridadas.

Debido al metal adicional y al maquinado preciso de las caras de las bridas, las válvulas fabricadas con este tipo de conexión tendrán mayores costos (iniciales, de instalación y mantenimiento), figura 2.7.

La unión bridada es el tipo de conexión empleado por las válvulas planas (tipo oblea), las cuales son fabricadas principalmente en diseños de mariposa, figura 2.8. Consiste en colocar el angosto cuerpo de la válvula entre dos bridas convencionales, las cuales son unidas entre si por pernos o tornillos, comprimiendo los extremos paralelos de la válvula. Si el cuerpo es muy angosto, el diámetro puede alcanzar hasta 60 pulg. o más.

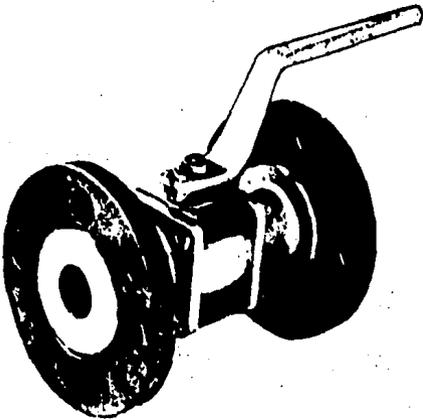


Figura 2.7 Válvula de bola con extremos bridados.

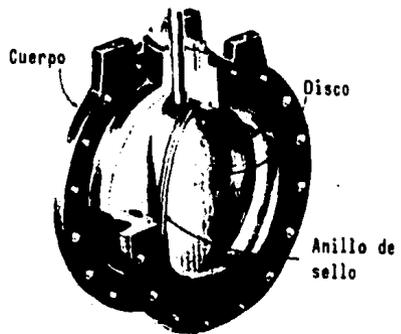


Figura 2.8 Válvula de mariposa - tipo oblea, para altas presiones.

c) Otros conectores mecánicos.- Los más empleados como conectores de válvulas son:

- i) Unión de casquillo empacado.
- ii) Unión de sello vertido.
- iii) Unión ajustada.
- iv) Abrazaderas.

i) Unión de casquillo empacado; Se emplea en válvulas de materiales frágiles, los cuales son difíciles de roscar, soldar o maquinar, o en líneas subterráneas por presentar una mayor resistencia a la corrosión, figura 2.9. No requiere que la tubería presente extremos especiales, pero si un cuidadoso control del diámetro, por tal motivo su distribuidor deberá notificar cuando es posible emplearlas para tal fin, y la válvula deberá ser fabricada con uno o más extremos de campana.

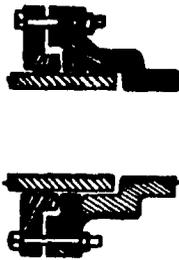


Figura 2.9 Unión de casquillo empacado.

No permiten deflexión angular, por lo que en ocasiones es necesario soldar grapas en la unión o anclarla para evitar fugas. Es la de mayor costo y menor durabilidad.

ii) Unión de sello vertido; Se emplea en válvulas de materiales frágiles y/o en líneas subterráneas. Los extremos de la tubería no requieren preparación especial ni es necesario controlar el diámetro, pero las válvulas han de ser fabricadas con uno o más extremos de campana, figura 2.10. El compuesto a verter puede ser un metal fundido, un sello químico o un sello simplemente comprimido.

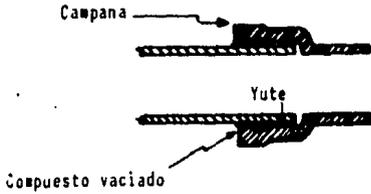


Figura 2.10 Unión de sello vertido.

No puede absorber ningún tipo de movimiento, la unión se efectúa dentro de la trinchera y es la más económica.

iii) Unión ajustada; Se emplea en diseños de materiales frágiles y/o en líneas subterráneas, requiere de cuidadoso control del diámetro del extremo de la tubería a unir y las válvulas han de ser fundidas con uno o más extremos de campana, figura 2.11.

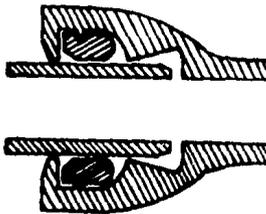


Figura 2.11 Unión ajustada.

Resisten una cierta magnitud de movimiento angular, no requieren de equipo adicional y las máximas condiciones de operación son fijadas por el material de empaque empleado.

iv) Abrazaderas; Se tienen en gran variedad pueden ser: atornillables, figuras 2.12 y 2.13, soldadas a la tubería o unidas a presión, figura 2.14, el empaque puede encontrarse entre la tubería y la abrazadera o entre los extremos a unir.

Son empleadas en válvulas de cualquier material y dimensiones, su instalación y desensamble es sencillo, pero es necesaria la preparación especial de los extremos a unir.

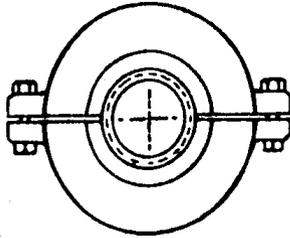


Figura 2.12 Abrazadera atornillable.

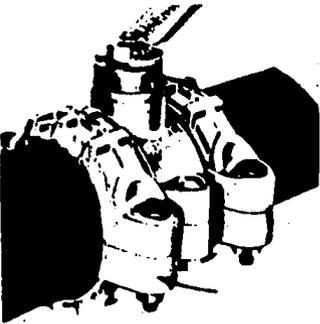


Figura 2.13 Válvula de mariposa con abrazaderas atornillables.

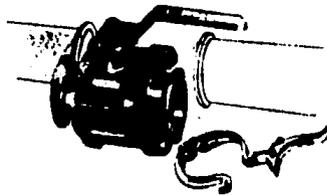


Figura 2.14 Válvula de bola tipo oblea con conexión de abrazaderas unidas a presión.

Resisten fuerzas axiales tendientes a separar la conexión, momentos de flexión y movimientos angulares, en algunas aplicaciones se emplean en lugar de la unión bridada por presentar un enlace más flexible y de menor esfuerzo en su manejo.

B) Uniones soldadas.

Las válvulas con extremos soldables se emplean en los casos donde las fugas son prohibitivas o cuando el modelo no va a reemplazarse sino cada tres o cinco años, esto último es debido al ahorro que se obtiene en el costo de la válvula y en el mantenimiento del sistema, por ejemplo; en la mayoría de las plantas de vapor prefieren las válvulas de acero con extremos soldables, logrando que las líneas de presiones y temperaturas altas sean a prueba de derrames, por lo que se pueden establecer períodos de mantenimiento más largos de los normales.

La soldadura es una unión localizada entre dos materiales, la cual es producida por una adecuada combinación de temperatura y presión. El procedimiento ideal de soldadura es aquel que produce un enlace con las mismas características y propiedades físicas y químicas que el metal base, lo cual no se cumple completamente en la realidad.

Ya sea por calentamiento, por presión o por una combinación de ambos, el metal se une y una vez frío se obtiene un enlace sólido y resistente. Las características finales de cualquier sistema metálico son grandemente afectadas por la composición del metal, el enfriamiento y los tratamientos térmicos anteriores o posteriores a la realización de la soldadura. En los antiguos procesos de soldadura, el enfriamiento tan rápido que sufrían las uniones soldadas creaba un grave -

problema, ya que se producían verdaderas conexiones temporales, dado que los aceros anteriormente contenían mayores cantidades de carbono que los actuales, lo cual, aunado a un enfriamiento rápido originaba un temple en la junta, con su consecuente dureza y fragilidad. Además de lo anterior, los primeros electrodos no poseían una protección adecuada contra el aire, en contacto con el baño fundido, lo cual causaba la formación de escorias de óxido.

Actualmente todos los procedimientos de soldadura han sufrido un profundo desarrollo y mejoras en todos los sentidos, hoy en día la mayoría de los problemas ya han sido solucionados, aunque el éxito de una soldadura continúa dependiendo de la buena calidad del soldador, es tanta la importancia que presenta este aspecto, que diferentes códigos de tuberías válvulas y recipientes especifican las pruebas necesarias para calificar a los soldadores que han de emplearse.

Se han desarrollado gran variedad de procesos de soldadura, los cuales difieren ampliamente en el método y en el equipo empleado. Estos procesos son:

1) Soldadura fuerte.

- A) Soplete.
- B) Horno.
- C) Inducción.
- D) Resistencia.
- E) Inmersión.
- F) Infrarrojo.

2) Soldadura por forja.

- A) Manual.
- B) Automática. a) Laminado.
 b) Martinete.
 c) Matriz.

3) Soldadura con gas.

- A) Aire-acetileno.
- B) Oxiacetileno.
- C) Oxihidrógeno.
- D) Bajo presión.

4) Soldadura por resistencia.

- A) De puntos.
- B) De costura.
- C) De resaltes.
- D) A tope.
- E) Chisporroteo.
- F) Percusión.

5) Soldadura por arco.

- A) Electrodo de carbon.
- B) Electrodo metálico.

a) Protegido.

b) No protegido.

a) Protegido.

i) Arco protegido.

ii) Arco por puntos.

iii) Hidrógeno atómico.

iv) Gas inerte.

v) Arco sumergido.

vi) De espárragos.

vii) Electroscoria.

b) No protegidos.

i) Metal desnudo.

ii) De espárragos.

7) Haz de electrones.

8) Soldadura por laser.

9) Soldadura por fricción.

10) Soldadura aluminotérmica.

A) Bajo presión.

B) Sin presión.

11) Soldadura por vaciado.

12) Soldadura en frío.

A) Bajo presión.

B) Por ultrasonido.

13) Soldadura por explosión.

La mayoría de los procesos de soldadura se efectúan a la temperatura de fusión y requieren la adición de metal de aporte en alguna forma. También se realizan soldaduras por vaciado, cuando un metal se calienta a alta temperatura y se vacía en una cavidad entre las dos piezas a unir.

En cualquier tipo de soldadura, la coalescencia mejora con la limpieza de las superficies a soldar. Los óxidos superficiales se deben eliminar ya que tienden a quedar atrapados en el metal en solidificación. Frecuentemente se utilizan fundentes para eliminar los óxidos en forma de escorias que flotan en el metal fundido, produciendo además un gas inerte alrededor del arco, protegiéndolo así de la contaminación atmosférica. En la soldadura por arco eléctrico, el electrodo está revestido de fundente, mientras que en la soldadura oxiacetilénica se crea una atmósfera antioxidante en el momento en que se está efectuando la unión. En otros procesos el fundente se emplea en forma de polvo. Como la oxidación se produce rápidamente a altas temperaturas, la rapidez en cualquier proceso de soldadura es importante.

Los dos procesos de soldadura más empleados para la fabricación e instalación de válvulas son:

- a) Soldadura por arco.
- b) Soldadura oxiacetilénica.

a) Soldadura por arco.- En este método el calor para producir la fusión del metal es generado por un arco eléctrico formado entre dos electrodos o entre un electrodo y la pieza que se suelda. No es necesario aplicar ninguna presión a las piezas a unir y el metal de aportación lo proporciona el propio electrodo y parte del metal base que se encuentra próximo al arco. El material a soldar es punteado con el fin de mantener las partes en posición, después de lo cual se producen los cordones de soldadura, depositando tantas capas como sea necesario, hasta que la unión esté terminada.

Para producir una buena soldadura es necesario hacer una buena selección del procedimiento a seguir; determinación de la corriente a utilizar, tipo de electrodo, limpieza de la escoria después de cada pasada y un cuidadoso tratamiento térmico, cuando sea necesario.

b) Soldadura oxiacetilénica.- En esta técnica de soldadura, el calor es obtenido a partir de la combustión del acetileno en una atmósfera de oxígeno. el metal de aportación es introducido dentro de la llama logrando así el baño de fusión.

Su utilización está restringida a tuberías de 2 pulg. y menores, además de que actualmente ha sido casi totalmente desplazada por la soldadura al arco. debido principalmente a las impurezas que introduce en el baño de fusión, por lo cual no es recomendable normalmente. El oxicorte en cambio, continúa siendo uno de los mejores medios utilizados para cortar tuberías.

El equipo utilizado en la soldadura oxiacetilénica (o en-oxicorte) es comparativamente barato y requiere de poco mante-
nimiento y al igual que el empleado en la soldadura por arco,
es portátil y se puede usar con la misma facilidad en el cam-
po como en la fábrica.

Existen dos grandes clases de enlaces soldados, las unio-
nes soldadas a tope y las uniones soldadas a profundidad.

Unión soldada a tope.- Es la más ampliamente usada en -
válvulas de baja presión, y solo requiere que los extremos a
unir sean maquinados previamente y que durante la conexión se
mantenga una cuidadosa alineación de la válvula con la tube-
ría, figuras 2.15 y 2.16.



Figura 2.15 Unión soldada a tope

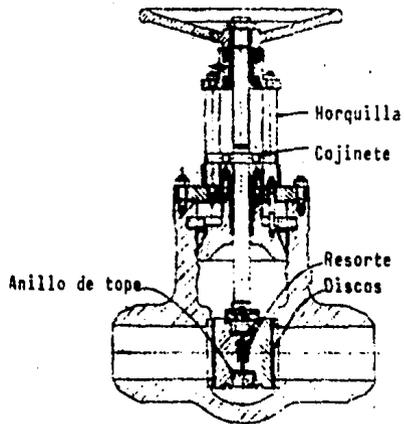


Figura 2.16 Válvula de compuerta-
de doble disco, con extremos solda-
bles a tope.

Este tipo de unión es posible con todas las válvulas y tu-
berías de materiales dúctiles que puedan ser soldados, en to-
dos tamaños y espesores de pared, obteniéndose un enlace - -

fuerte, con alta resistencia a la corrosión, y un buen patron de flujo.

Unión soldada a profundidad.- Es posible obtenerla en - válvulas de todos tamaños, pero presenta un costo superior - debido a que el cuerpo requiere mayor espesor y maquinado en los extremos, la tubería no requiere preparación especial y - proporciona un enlace fuerte con un buen patrón de flujo aún a altas presiones, figuras 2.17 y 2.18. Su inconveniente es - que con algunos fluidos, el espacio existente entre los conectores puede ser una fuente de corrosión.



Figura 2.17 Unión soldada a profundidad.

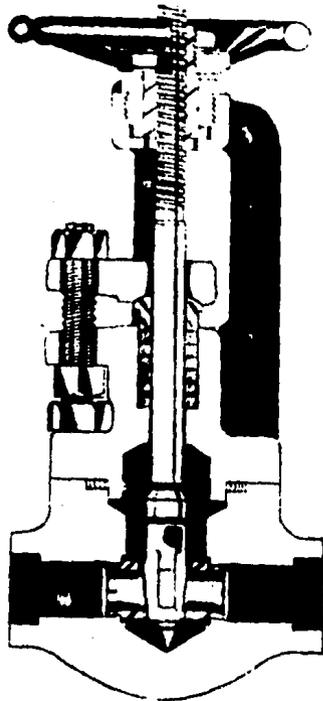


Figura 2.18 Válvula de compuerta de cuña sencilla, con extremos soldables a profundidad.

Una vez efectuada la soldadura, (sin importar el tipo de unión empleado), el tratamiento térmico y el recocido de atenuación de tensiones en las válvulas y en las tuberías es importante para devolver la estructura cristalina original o -aminorar las tensiones producidas por la diferencia de temperatura entre la zona de soldadura y las áreas adyacentes. Todo ésto se hace con el fin de conservar las propiedades requeridas del metal, tales como; dureza, resistencia a la corrosión, etc.

Los tratamientos térmicos realizados en soldaduras pueden ser: precalentamiento, calentamiento intermedio o durante la operación y postcalentamiento o recocido. Los cuales pueden ser efectuados en campo mediante la utilización de calentadores portátiles.

Finalmente, una buena regla a seguir es considerar que - las válvulas con extremos soldables son empleadas en servicios donde su cuerpo no es removido, sino cada tres años o - más.

Por otro lado, además, si para evitar soldaduras en campo se colocan conexiones bridadas, no solamente se incrementa el costo de las tuberías, sino también los problemas de mantenimiento y el peligro potencial de fugas.

2.1.2 Cuerpo.

Algunas veces llamado casco, el cuerpo es una base robusta o armazón que integra a todas las partes de una válvula. - Resiste las cargas generadas por la presión del fluido y las provenientes de los conectores de línea, además soporta al actuador y resiste las fuerzas de actuación.

La forma teórica del cuerpo debería ser una esfera o un cilindro. debido a que son las más adecuadas para resistir la presión del fluido, pero existen muchos factores que lo afectan, como son: costos, métodos de fabricación, tipo de unión, etc. Por lo que no existe un tipo estandar de cuerpo, siendo el más adecuado aquel que mejor cumpla con las necesidades - del proceso.

Con el fin de poder identificar los diseños utilizados, a continuación se definen sus características fundamentales.

- A) Sección de paso de flujo.
- B) Acceso al interior de la válvula.
- C) Accesorios opcionales.
- D) Bidireccionalidad.
- E) Dimensiones.

A) Sección de paso de flujo.

Es la parte del cuerpo de la válvula que es atravesado - por el flujo. y el cual generalmente es proyectado para introducir una mínima caída de presión al sistema. su diseño podrá ser recto. tipo vénturi, en 90° . 45° , etc. En el caso de ser inevitable el cambio de dirección de flujo dentro de la - -

válvula, su interior es diseñado hidrodinámicamente para disminuir las posibles turbulencias, figura 2.19, aunque en ocasiones es necesario el empleo de válvulas con interiores tortuosos, como son los modelos de alta dureza, figura 2.20.

Algunas veces la válvula seleccionada presenta una sección de paso de menor diámetro de lo esperado, esta es una práctica común de los fabricantes, con el fin de reducir las dimensiones externas y el costo de la válvula, sin incrementar en gran medida la caída de presión del fluido.

B) Acceso al interior de la válvula.

Aunque algunas válvulas no requieren abrirse, para su limpieza o para ensamblar sus elementos internos, otras necesitan una apertura lateral en el cuerpo para estos propósitos. Generalmente la tapa empleada con este fin es el bonete, ver figuras 2.19 y 2.20, el cual en algunos diseños es atravesado por el vástago para mover al elemento de cierre y o control. En ocasiones, el cuerpo es equipado con una tapa adicional atornillada en uno de sus costados (o en ambos), figura 2.21, lo cual facilita la limpieza de válvulas empleadas en líneas que manejan una gran cantidad de sedimentos, fluidos pastosos, etc. En el caso de válvulas de gran tamaño, la tapa es colocada en su parte inferior, figura 2.22, facilitando su mantenimiento.

En otros diseños, el mismo cuerpo se divide en dos secciones atornillables, figura 2.23, lo cual es común en las válvulas de bola y de mariposa.

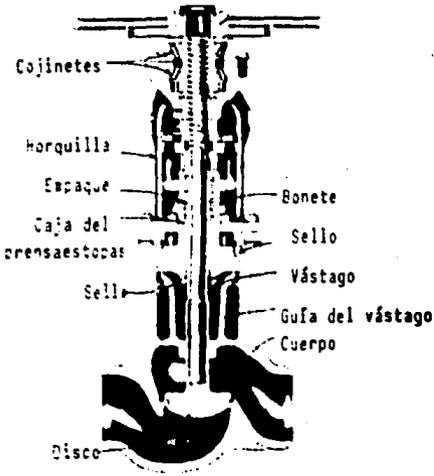


Figura 2.19 El diseño hidrodinámico en una válvula de globo reduce las pérdidas de presión.

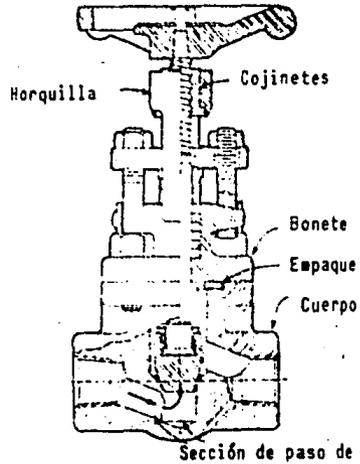


Figura 2.20 Válvula de globo de acero forjado.



Figura 2.21 Tapa lateral en el cuerpo, para facilitar la inspección y el mantenimiento.

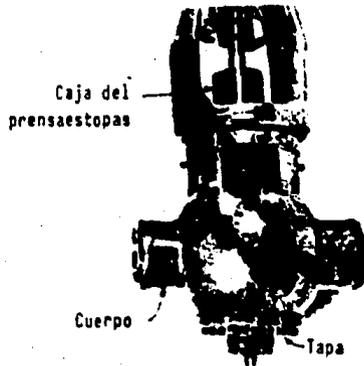


Figura 2.22 Válvula de control de cuerpo esférico y extremos soldables, con tapa en el fondo para su limpieza.



Figura 2.23 Válvula de bola de acero forjado con acceso lateral.

C) Accesorios opcionales.

Son elementos auxiliares que se adicionan al cuerpo de la válvula con el objeto de facilitar su operación o mantenimiento. Los más utilizados son:

- a) Conectores de paso.
- b) Drenajes.
- c) Purgas.
- d) Graseras.

a) Conector de paso.- Puente o "by pass", comunica los extremos del cuerpo por medio de una válvula de menor diámetro, - figura 2.24. Se utilizan principalmente en casos donde las - presiones al sellado sean superiores a las 600 lb in^2 (40.82 atm) y/o se presente dificultad de elevar al elemento de cierre y/o control desde la posición de obstrucción. lo cual es eliminado igualando las presiones de entrada y de salida antes de intentar abrir la válvula principal. También son em- - pleados en flujos de vapor. precalentando la línea de salida antes de la apertura de la válvula, eliminandose los daños - que produciría una expansión térmica brusca.

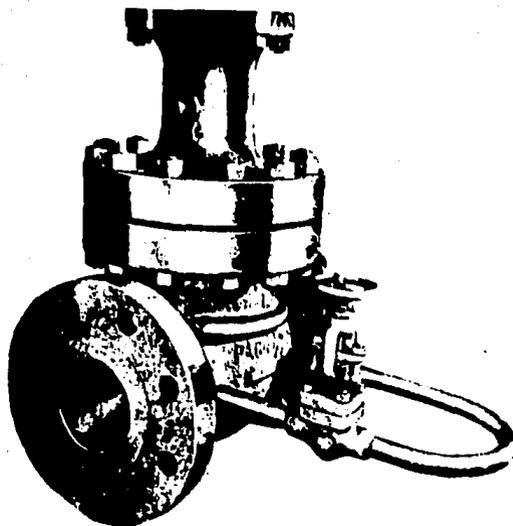


Figura 2.24 Válvula de compuerta con conector de paso soldado a traslape.

La válvula empleada como conector de paso generalmente es del mismo diseño que la válvula principal, pero de menor diámetro, y puede ser soldada o atornillada a un lado del cuerpo, pero siempre se buscará, para facilitar su manejo, que sus volantes queden paralelos, figuras 2.25 y 2.26.

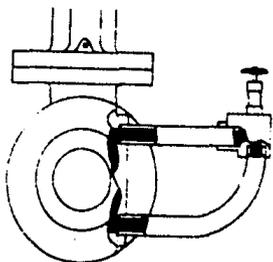


Figura 2.25 Conector de paso en una válvula de globo en ángulo.

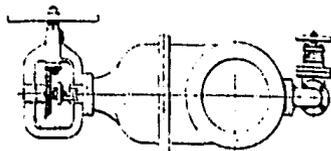


Figura 2.26 Válvula con actuador de engranes y conector de paso bridado en la parte inferior del cuerpo.

Para especificar el uso de los conectores de paso (o cualquier otro accesorio en el cuerpo) es conveniente estudiar las recomendaciones proporcionadas en el código de fabricación MSS-SP-45 serie A (ver apéndice), donde se estandarizan las dimensiones y localizaciones de todos los elementos auxiliares que es posible adicionar al cuerpo de una válvula, figura 2.27.

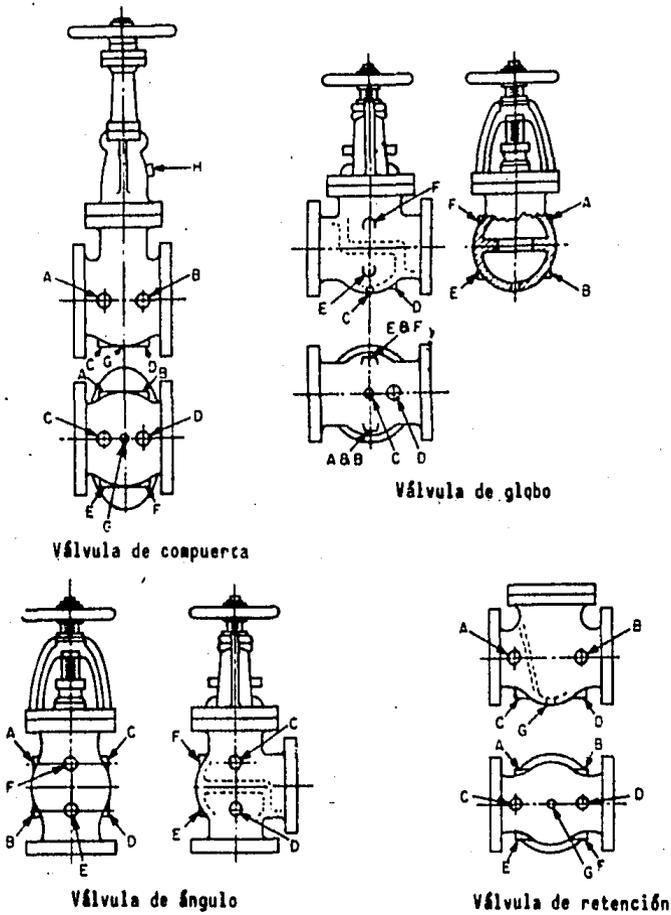


Figura 2.27 Localización de orificios -- para accesorios en el cuerpo de la válvula (MSS-SP-45-1953).

b) Drenajes.- Consisten en orificios proporcionados por el fabricante, en los cuales el usuario podrá colocar un tapon o una pequeña válvula, figuras 2.28 y 2.29, por medio de una conexión bridada, roscada o soldada. Son utilizados para aliviar presiones de líquidos durante la operación normal y para el vaciado de una tubería o equipos durante un paro, por lo que se encuentran en la parte más baja del cuerpo que pueda existir acumulación.



Figura 2.28 Válvula de compuerta con tapon de drenaje.



Figura 2.29 Tubería de drenaje de una válvula accionada por un actuador hidráulico.

c) Purgas.- Al igual que los drenajes, son orificios en el cuerpo, en los cuales se instala la tubería de venteo de gases, necesaria para disminuir la sobrepresión en la línea u obtener muestras del fluido, figuras 2.30 y 2.31.

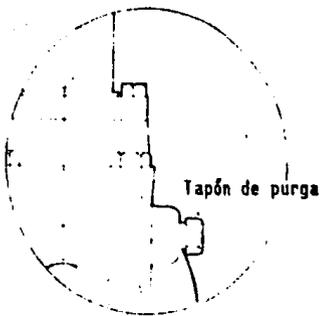


Figura 2.30 Tapón en el cuerpo de una válvula de globo para la instalación de la línea de purga.

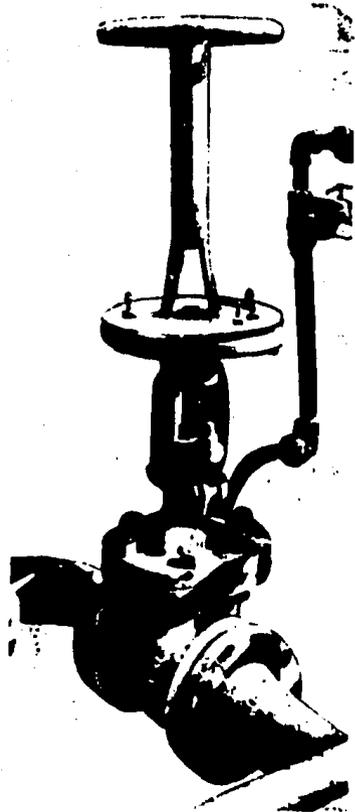


Figura 2.31 Tubería de purga de una válvula con extensión del vástago.

Algunos modelos incorporan un sistema automático de purga, el cual se encuentra conectado al actuador, de tal forma que cuando la válvula cierra la línea de purga se abre. Es empleado para comprobar la hermeticidad del cierre, figura 2.32.

d) Graseras.- Se trata de una pequeña entrada en el cuerpo de la válvula para la instalación de un sistema de lubricación del elemento de cierre y/o control; figura 2.33.

Es utilizado en las válvulas de compuerta con asientos metálicos, para aumentar la hermeticidad y reducir las fricciones.

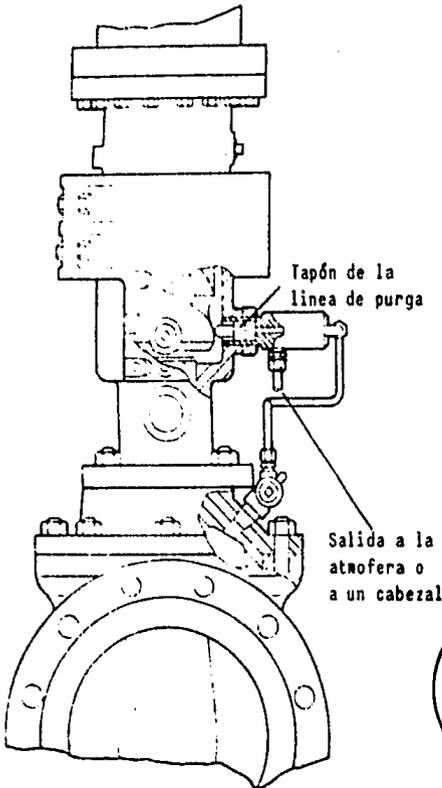


Figura 2.32 Sistema automático de purga operado por una leva conectada al actuador neumático de la valvula, empleado para verificar el sellado y evitar sobrepresiones en la línea.

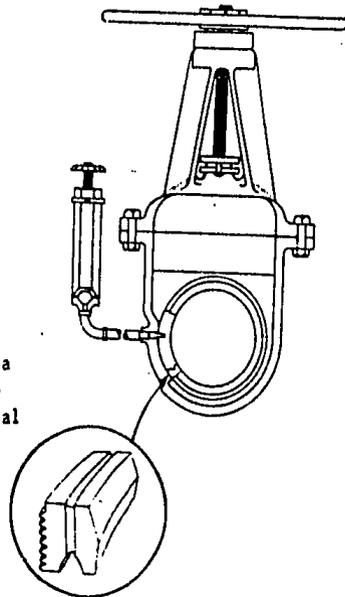


Figura 2.33 Válvula de compuerta con sistema de lubricación.

D) Bidireccionalidad.

Al diseñar las válvulas se establece la dirección que tendrá el fluido y solo algunos modelos específicos presentan la capacidad de bidireccionalidad del flujo, lo cual es indicado por el fabricante. Esta característica en un sistema no solo dependerá de la simetría del diseño, sino además será función de gran variedad de factores, tales como: Propiedades del flujo, tamaño del actuador, resistencia de los interiores y hermeticidad de las uniones y juntas.

Las válvulas de bola y mariposa de disco vertical, figura 2.34, son ejemplos de modelos que logran una completa bidireccionalidad, mientras que las válvulas de globo y mariposa de disco excéntrico, figura 2.35, no presentan una bidirección completa, debido a que los coeficientes de resistencia y -- otras características (turbulencias, desgastes, etc.) presentan ligeras variaciones para cada dirección, originando que -- sus límites de presión así como las fuerzas de actuación de-- fieran en función del sentido del flujo.

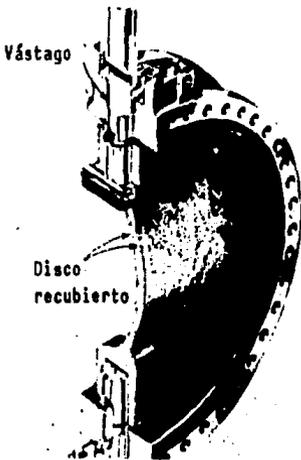


Figura 2.34 Válvula de mariposa bidireccional.

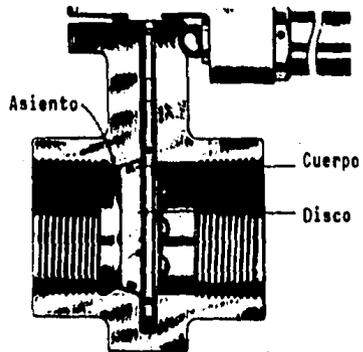


Figura 2.35 Válvula de mariposa de disco excéntrico.

E) Dimensiones.

Muchos códigos (API-600, ANSI-B16.10, BS-2080, ISA-RP4.1, MSS-SP42, etc.) han estandarizado las dimensiones cara-a-cara y centro-a-extremo de los diseños de las válvulas más empleadas, en función de la clase de presión a la cual están sujetas (150, 300, 400, 600 lb, etc.) y de su diámetro, facilitando su reemplazo o mantenimiento. En el apéndice se indican los códigos más utilizados en la fabricación de válvulas.

Comunmente los cuerpos son marcados con el diámetro nominal de la válvula, la clase y el flujo para los cuales fueron maquinados. Así por ejemplo, se puede encontrar la marca "300 WOG", que indica que la válvula es de clase 300 y fue fabricada para manejar agua, aceite o gas. La mayoría de los fabricantes se apegan a las normas establecidas en el código MSS-SP-45, que establece la siguiente simbología:

WOG	Agua, aceite o gas.
WP	Presión de trabajo.
S	Vapor.
L	Líquidos.
F	Otro servicio.

También puede indicarse la dirección recomendada del flujo, así como el nombre o iniciales de la fábrica, además se suele colocar un disco de identificación bajo la tuerca del volante, el cual es rojo para fluidos calientes y negro para servicios fríos.

2.1.3 Bonete.

El bonete es el componente que proporciona acceso al interior, refuerza al cuerpo, constituye un camino potencial de fugas y cuando es atravesado por el vástago, permite la operación de la válvula e incrementa el tamaño del modelo.

Existen gran variedad de diseños, siendo clasificados en base al tipo de unión que presentan:

- a) Roscado.
- b) Unión.
- c) Bridado.
- d) Soldado.

Los cuales pueden emplearse en cualquiera de los modelos de válvulas, y son especificados en base a las características de operación.

a) Bonete Roscado.- Constituye el más simple y económico, se emplea para válvulas pequeñas en servicio no crítico y de baja presión de operación. Su uso se restringe a operaciones que no requieren frecuente desmantelamiento y a zonas de vibraciones mínimas, debido a que una vez que se ha enroscado firmemente, su cuello tiende a distorsionarse, siendo difícil obtener nuevamente una buena hermeticidad una vez que la válvula ha sido destapada (por mantenimiento, vibraciones o accidentalmente).

Presenta dos clases: Con rosca interior, figura 2.36, o rosca exterior, figura 2.37.

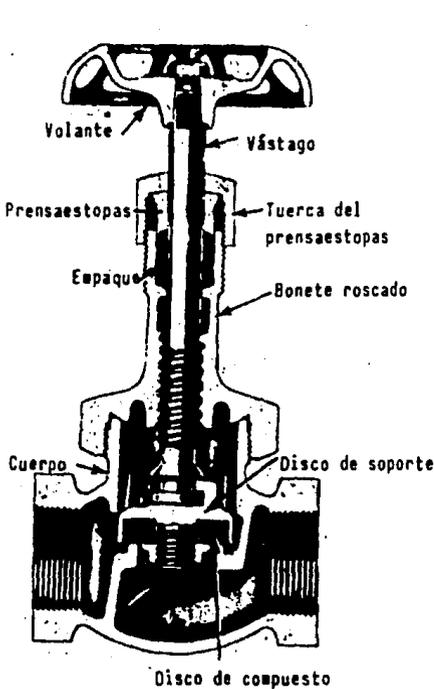


Figura 2.36 Válvula de globo con bonete de rosca interior.

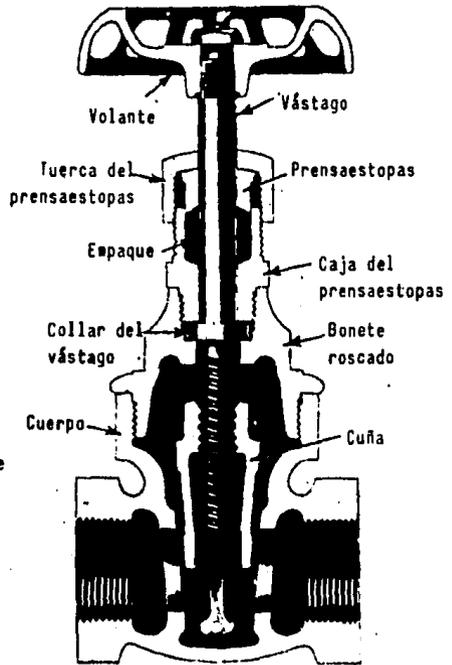


Figura 2.37 Válvula de compuerta con bonete de rosca exterior.

b) Bonete Unión.- Proporciona un método rápido y fácil de abrir la válvula. La conexión consiste de una tuerca que es atornillada al cuerpo, figura 2.38, o al vástago, figura 2.39, quedando el bonete firmemente en su lugar. Puesto que todas las partes se encuentran a compresión y fijas, la distorsión de los elementos es improbable, y el bonete puede ser separado y conectado fuertemente las ocasiones que se requiera.

Se emplea en válvulas pequeñas y es recomendable para uso donde se requiere frecuente desmontaje. Como la tuerca unión es independiente, no hay peligro de aflojarla accidentalmente durante la operación normal.

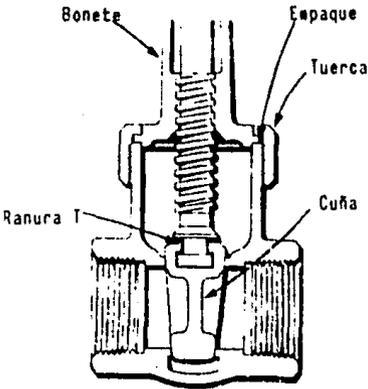


Figura 2.38 Bonete unión sujeto por la tuerca roscada al cuerpo.

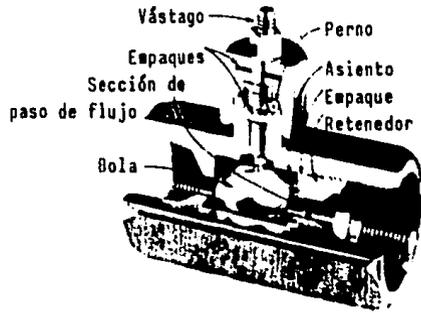


Figura 2.39 Tuerca atornillada al vástago para fijar al bonete.

c) Bonete Bridado. - Este tipo de conexión generalmente es empleado en válvulas grandes, que manejan fluidos corrosivos, y/u operen a presiones y/o temperaturas altas, figura 2.40. - Muestran las mismas características y tipos de las uniones bridadas (cara plana, realzada, etc.), además presentan el diseño de cierre a presión, figura 2.41, el cual está proyectado para que la presión del fluido produzca un cierre hermético.

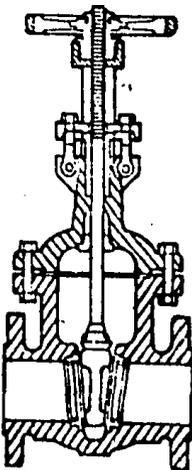


Figura 2.40 Válvula de compuerta de bonete bridado.

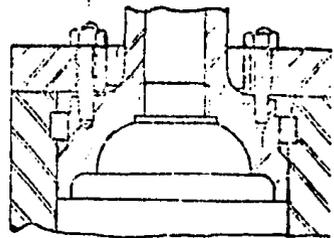


Figura 2.41 Bonete de cierre a presión.

Los bonetes bridados requieren de ajuste durante su servicio, debido a la relajación de los tornillos. Son adecuados para fluidos tóxicos o inflamables y para frecuentes desensamblados con propósitos de mantenimiento.

En modelos pequeños, particularmente para servicios químicos, el bonete a menudo es asegurado por un tornillo tipo U, el cual pasa alrededor del cuerpo, como se muestra en la figura 2.42, proporcionando una unión fuerte y sin riesgo de deterioro por su uso.

d) Bonete Soldado.- Al igual que el modelo de cierre a presión, es adecuado para fluidos tóxicos, corrosivos o sistemas que operen a condiciones extremas, con la diferencia de que su diseño es mucho más sencillo y ligero, figura 2.43. El inconveniente de su empleo es la inaccesibilidad a los elementos internos.

En función de las condiciones del proceso y con el fin de mejorar el funcionamiento de las válvulas, los bonetes (independientemente de su tipo de conexión) pueden presentar en ocasiones algunos aditamentos o variaciones, como son: Prensaestopas, caja del prensaestopas, aletas de enfriamiento, mayor altura, purgas, graseras y horquillas.

i) Prensaestopas; Se trata de una rondana o casquillo empleado para comprimir el empaque del vástago. (ver sección 2.1.5 Sellos). Aunque no evita completamente las fugas, en condiciones normales las pérdidas son despreciables.

ii) Caja del prensaestopas; O estopero, cavidad para colocar el empaque del vástago y soportar al prensaestopas. Generalmente es el bonete el que presenta esta hendidura, figura 2.36 pag. 40, aunque en ocasiones puede consistir de un

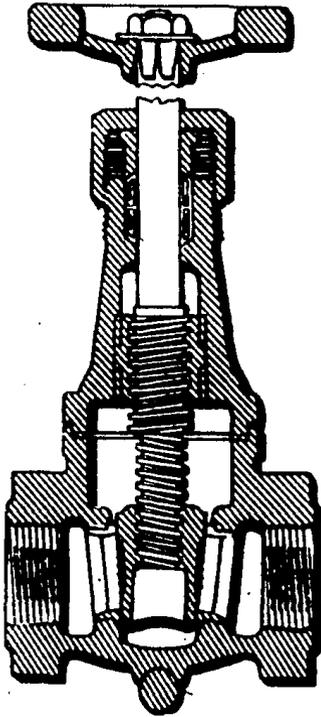


Figura 2.42 Válvula con bonete bri-
dado, de cara macho y hembra, suje-
to con tornillo tipo U.

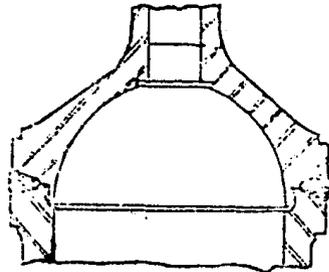


Figura 2.43 Bonete soldado.

elemento independiente que se une al bonete por medio de una conexión soldada, bridada o roscada, figura 2.37 pag. 40.

iii) Aletas de enfriamiento: Utilizadas en sistemas calientes con el objeto de reducir la transferencia de calor entre el cuerpo y el empaque del vástago, figura 2.44.

iv) Mayor altura; Se emplea con fluidos a temperaturas criogénicas para disminuir los efectos de congelación en los empaques y cojinetes del vástago, figura 2.45.

v) Purgas: Orificios para conectar la línea de venteo del fluido, figura 2.46.

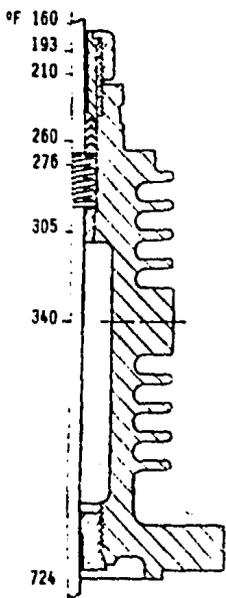


Figura 2.44 Disipación del calor en el bonete por medio de aletas-de enfriamiento.

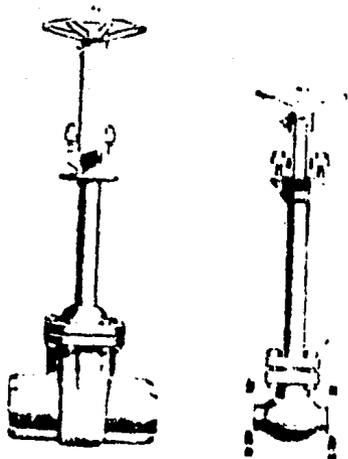


Figura 2.45 Válvulas empleadas en sistemas criogénicos.

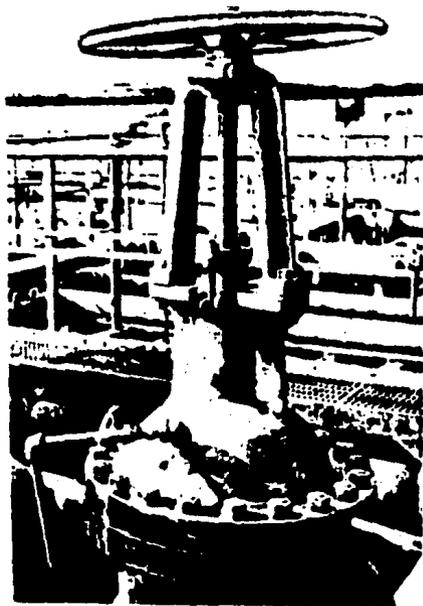


Figura 2.46 Tubería de purga conectada al bonete.

vi) Graseira; Perforación empleada para inyectar lubricante - con el fin de mejorar el sellado y/o disminuir las fricciones en el vástago, figura 2.47.



Figura 2.47 Bonete con graseira.

vii) Horquilla; Terminación del bonete en forma de arco, empleada para sujetar al vástago cuando éste presenta roscado exterior, figuras 2.46 y 2.48.

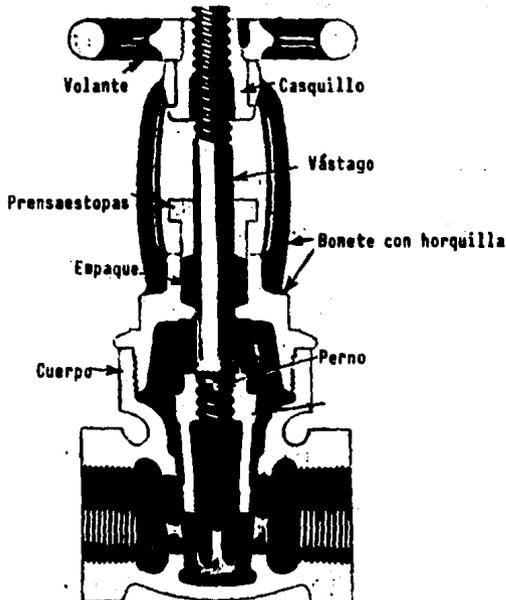


Figura 2.48 Bonete roscado con horquilla y vástago de rosca exterior.

2.1.4 Elementos Internos.

Los componentes en el interior de las válvulas están constituidos por:

- A) Elemento de cierre y/o control.
- B) Asiento.
- C) Vástago.

A) Elemento de cierre y/o control.- Es la pieza que actúa sobre el flujo modificando sus condiciones (regulándolo, variando su dirección, obstruyéndolo, etc.). En general se emplean cuatro métodos para lograrlo:

- 1) Moviéndose hacia un orificio: Válvulas de globo.
- 2) Deslizándose a través del orificio; Válvulas de compuerta.
- 3) Girando sobre un eje; Válvulas de bola, mariposa y macho.
- 4) Moviendo un material flexible dentro del cuerpo. Válvulas de diafragma y opresión.

Pueden presentar gran variedad de formas (cuñas, cilindros, bolas, etc.) en función de los requerimientos del proceso.

B) Asiento.- Es la parte donde descansa el elemento de cierre y o control, función que puede ser realizada por el mismo cuerpo o por un elemento añadido a éste.

Los asientos adicionados serán fijos o reemplazables de tipo soldado, roscado o unido a presión, permitiendo el empleo de materiales de mayor resistencia y cuando se desgastan fácilmente ser reemplazados.

La combinación de la geometría del asiento y la del elemento de cierre y/o control determinan la fuerza de actuación, las características del flujo y la hermeticidad del cierre.

C) Vástago.- O husillo, es una barra o flecha la cual mantiene en posición al elemento de cierre y/o control. La mayoría de las veces se extiende fuera del cuerpo uniéndose al actuador para permitir la operación de la válvula, excepto en los diseños autocontrolados (válvulas de retención y de relevo de presión).

Para mover al elemento de cierre y/o control con el fin de que logre realizar sus funciones, los vástagos presentarán un movimiento giratorio, ascendente o una combinación de ambos, obteniéndose la siguiente clasificación:

Vástago Giratorio.	{	Sin rosca.	
		Con rosca.	
Vástago Ascendente.		Sin rosca.	
Vástago Ascendente con Giro.	{	Sin rosca.	
		Con rosca interior.	
		Con rosca exterior.	Volante fijo.

Volante ascendente.

La rosca interior es aquella que se encuentra en contacto con el fluido del proceso, por lo que no es recomendable en fluidos pastosos, calientes o corrosivos. Mientras que la rosca exterior solo se encuentra expuesta al medio ambiente, a sus efectos y a daños accidentales.

i) Vástago giratorio, sin rosca; Se presenta en las válvulas de bola, mariposa y macho.

Con rosca interior; En válvulas de compuerta, figura 2.49, diafragma y opresión.

ii) Vástago ascendente; Válvulas de cuchilla, solenoides y de retención forzada.

iii) Vástago ascendente con giro, sin rosca; Válvulas macho - tipo ascendente.

Con rosca interior; Válvulas de globo, compuerta, figura 2.50, diafragma y opresión.

Con rosca exterior, volante móvil o fijo: Válvulas de diafragma, opresión, pistón, globo y compuerta, figuras 2.51 y - 2.52.

Los vástagos ascendentes, proporcionan una indicación visual del grado de apertura, pero deberá existir un espacio libre superior, lo suficientemente amplio para permitir abrir completamente la válvula.

La conexión entre el vástago y el elemento de control muestra gran variedad de diseños, proporcionando todos ellos enlaces fuertes y seguros, pero debe tomarse en cuenta al especificar una válvula que una unión rígida dificulta el mantenimiento y aumenta el peligro de desalineamientos, mientras que si es demasiado floja puede dañar las superficies.

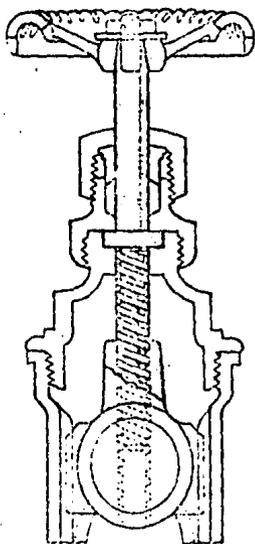


Figura 2.49 Vástago giratorio con rosca interior, donde la cuña es - la que sube por el husillo.

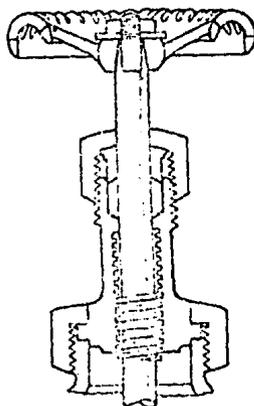


Figura 2.50 Vástago giratorio as- cendente con rosca interior. Su - construcción es frecuente en válvu - las menores de 2 pulg.

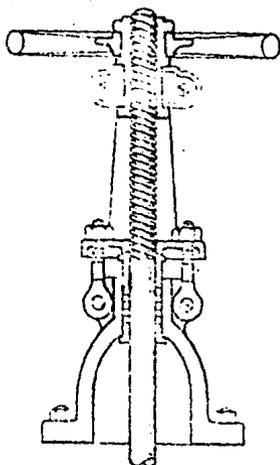


Figura 2.51 Vástago giratorio as- cendente con rosca exterior de vo - lante estacionario y bonete con - horquilla.

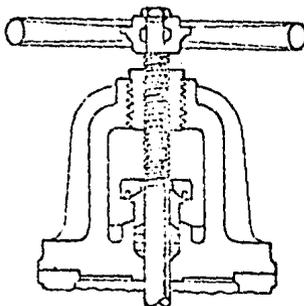


Figura 2.52 Volante ascendente en vástago de giro y ascenso. Recomen - dado en válvulas mayores de 2 pulg.

2.1.5 Sellos.

Los sellos (o empaques) son elementos sintéticos o metálicos que se encuentran a compresión en la ranura donde existe la posibilidad de escape del fluido. Se fabrican en gran variedad de materiales y diseños, seleccionando al más adecuado en base a las condiciones del proceso y las recomendaciones del fabricante.

En algunos casos los sellos requieren ser lubricados, ya sea para disminuir la fricción, aumentar el sellado o mantenerlos en buen estado, en esas situaciones, el lubricante (sólido o líquido) deberá elegirse en base al material empleado, presentando la misma o mayor temperatura de operación, ser inerte al fluido manejado y no causar efectos corrosivos.

Las válvulas muestran dos zonas de posibles fugas:

- 1) Entre el asiento y el elemento de cierre y/o control.
- 2) En las conexiones, bonete y accesorios del cuerpo, así como en el orificio que presenta para la salida del vástago.

En ambos puntos, el empleo de sellos evita derrames del fluido de proceso.

Algunos modelos de válvulas presentan sellos de seguridad contra fuego (o calentamientos excesivos), consistentes en un sello metálico auxiliar que comenzará a operar en caso de que el sello sintético, de servicio normal, disminuya su presión de cierre.

2.2 Válvulas de Corte.

Las válvulas de corte, son aquellas que abren y cierran - el paso al flujo, y aunque existen diseños específicos para - tal fin, al ser una función básica en todo proceso, en ocasio - nes se emplean válvulas de estrangulamiento con esta función, lo cual trae como consecuencia que en algunos sistemas se les denomine en base al servicio que realizan, sin importar el - tipo de válvula de que se trate. Algunos de los nombres apli - cados son: Válvulas de bloqueo, muestreo, venteo. drenaje, - purga y vaciado.

a) Válvulas de bloqueo.- Un término aplicado a válvulas que normalmente están abiertas, permitiendo el paso completo al - flujo, pero que puede ser cerrada para modificar la ruta del fluido, para una operación alterna o aislar un equipo durante su mantenimiento (también llamadas válvulas de cierre).

b) Válvulas de muestreo.- Empleadas para la extracción de - muestras de los fluidos de recipientes o líneas de proceso, - generalmente se mantienen cerradas excepto durante la toma de muestra.

c) Válvulas de venteo.- Generalmente son colocadas en el pun - to más alto de la tubería o equipo de proceso para purga de - vapor o gas y pueden estar abiertas durante la operación nor - mal. La mayoría de los sistemas requieren al menos una. para remover el aire durante el arranque de la planta o los vapo - res del proceso antes de la inspección y/o el mantenimiento.

d) Válvulas de drenaje.- Se encuentran localizadas en el pun - to más bajo de la tubería o equipo de proceso, con la finali - dad de remover líquidos del sistema. Durante la operación nor - mal se encuentran cerradas y solo son operadas ocasionalmente.

La mayoría de los sistemas requieren al menos una, para desalojar el fluido de la prueba hidrostática o vaciar los equipos durante los paros.

e) Válvulas de purga.- Son de pequeñas dimensiones y se colocan en los equipos que están expuestos a ser ocasionalmente cerrados quedando presurizados. Permiten purgar un fluido antes de introducir otro o disminuir la presión del sistema sin peligro para inspección o mantenimiento.

f) Válvulas de vaciado.- Empleadas para la descarga rápida de recipientes o equipos de proceso. Están localizadas en el punto más bajo del equipo y se usan en lugar de las válvulas de drenaje en los casos en los que se requiere un vaciado rápido. motivo por el cual son de apertura rápida y de mayor diámetro.

Las válvulas diseñadas precisamente para el servicio de corte, son clasificadas en base a la naturaleza de su elemento de cierre en:

- 1) Válvulas de Compuerta.
- 2) Válvulas Macho.
- 3) Válvulas de Bola.
- 4) Válvulas de Mariposa.

2.2.1 Válvulas de Compuerta.

La válvula de compuerta a pesar de ser de operación y diseño tan sencillo, es la más ampliamente usada, formando el 75% del total de válvulas que se emplean en las plantas petroquímicas.

Operación.

Operan mediante un disco (o compuerta) que se mueve verticalmente en forma perpendicular a la línea de flujo, figura - 2.53.

Función.

Se emplean normalmente para mantenerlas completamente - abiertas o cerradas y debido a que, al irse abriendo el área de flujo aumenta en forma irregular. No son adecuadas para un control preciso del flujo. además, la alta velocidad obtenida con la compuerta parcialmente abierta puede causar erosión en los interiores así como vibraciones en la línea.

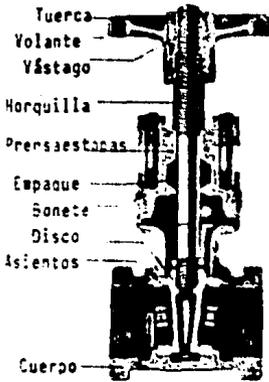
Componentes.

Las válvulas de compuerta se encuentran constituidas por: Cuerpo, bonete, vástago, elemento de cierre, asientos y sellos. Muestran características particulares únicamente el - elemento de cierre y los asientos. las cuales son descritas a continuación, el resto de los componentes se ajustan a las - descripciones dadas en la sección: 2.1 Características Generales.

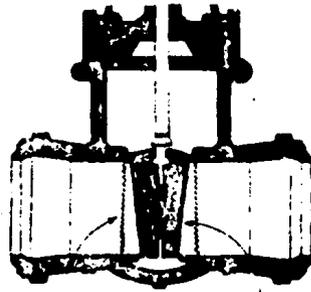
A) Elemento de cierre.- Presenta diversos diseños, figura - 2.54, que se clasifican en:

- a) Cuña Sencilla.
- b) Cuña Flexible.
- c) Cuña Seccionada.
- d) Doble Disco o Discos Paralelos.

a) Cuña Sencilla: Son de una sola pieza, resistentes y silenciosas, pero muestran un mayor desgaste y su sellado es el - menos hermético, figuras 2.53 a) y 2.54 a).

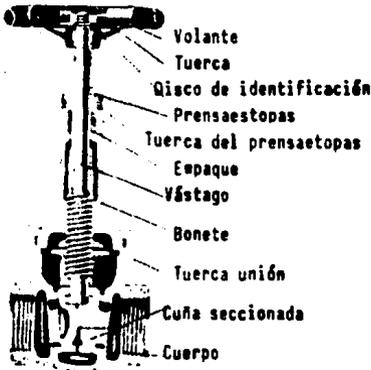


a) Vástago de ascenso y giro, bonete de rosca exterior con horquilla, cuña sencilla y asientos roscados reemplazables.

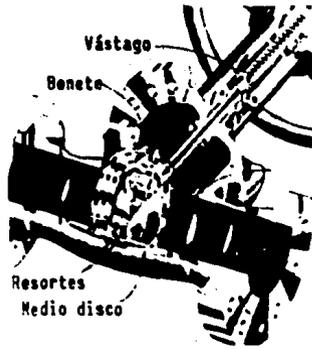


Asientos Cuña flexible

b) Cuña flexible y asientos soldados reemplazables.

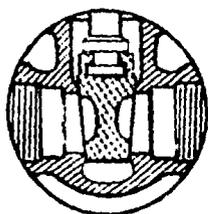


c) Vástago ascendente, bonete unión, cuña seccionada y asientos reemplazables - unidos a presión.

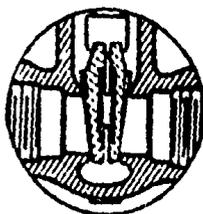


d) Bonete bridado, discos paralelos con resortes y asientos reemplazables.

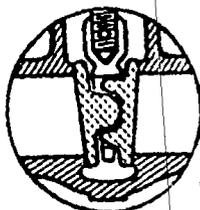
Figura 2.53 Válvulas de compuerta.



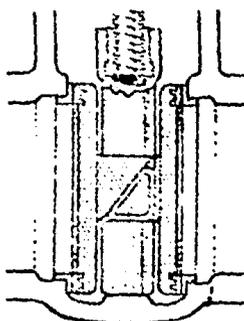
a) Cuña sencilla.



b) Cuña Flexible.



c) Cuña seccionada.



d) Doble disco o discos paralelos.

Figura 2.54 Elementos de cierre.

Las cuñas sencillas son recomendables en servicios de gas, aire, pastas y líquidos pesados. Las válvulas que las emplean pueden ser instaladas en cualquier posición.

b) Cuña flexible; Son de una sola pieza, pero presentan un semi-corte vertical que permite la flexibilidad de las superficies de sellado compensando fácilmente las expansiones y contracciones térmicas, además de poder instalarse la válvula en cualquier posición, figuras 2.53 b) y 2.54 b).

c) Cuña seccionada; Emplean el principio del muñon (o también llamado de bola y casquillo), por lo que es autoajustable y autoalineable para ambos asientos. figuras 2.53 c) y 2.54 c).

Debido a la libertad de sus elementos no se atascará ni aún manejando fluidos calientes, es adecuada para manejar gases no-condensables y líquidos particularmente corrosivos. Este tipo de válvula debe ser instalada con el vástago en posición vertical.

d) Doble disco o discos paralelos: Consisten de una cuña partida, figura 2.54 d), o un par de discos que son separados por resortes o empaques con el fin de incrementar el sellado, figura 2.53 d). Sus elementos son virtualmente autoalineables y el sellado no se ve afectado por las expansiones y contracciones térmicas. Para evitar que los discos se separen prematuramente, la válvula deberá montarse con el vástago en posición vertical.

B) Asientos.- Son integrados o reemplazables.

a) Asientos integrados: Se trata del propio cuerpo, por lo que no pueden ser renovados y su costo por mantenimiento es alto (al requerir frecuente inspección y desmontar la válvula para su rectificación). Son de tipo lateral o de fondo.

Los asientos laterales se emplean con cualquier elemento de cierre y son recomendables en servicios limpios, figura 2.55.

Los asientos de fondo únicamente son empleados con cuña sencilla recubierta, y son adecuados en fluidos sucios o pastosos, figura 2.56.

b) Asientos reemplazables: Son roscados, soldados o unidos a presión. Proporcionan mayor resistencia y un mejor sellado, figura 2.53.

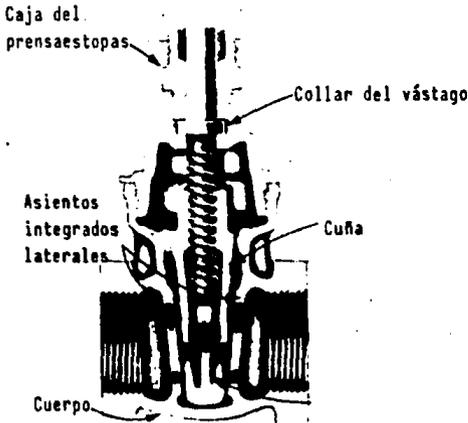


Figura 2.55 Válvula de compuerta con asientos integrados laterales.

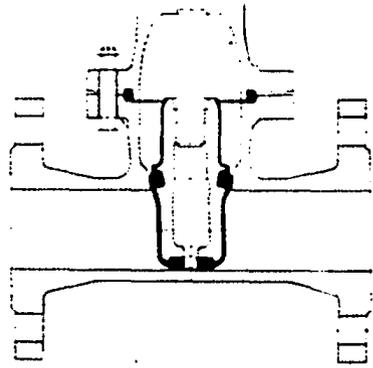


Figura 2.56 Válvula de compuerta con asiento integrado de fondo

En el caso de tenerse un cierre metal-metal es recomendable el empleo de un sistema de lubricación, el cual facilita la operación de la válvula, pero introduce el riesgo de contaminación del fluido de proceso, figura 2.33, pag. 36.

Ventajas.

La naturaleza del cierre es tal que el espesor del cuerpo de la válvula de compuerta es relativamente delgado, logrando menores costos de fabricación especialmente en diámetros mayores de 5 pulg.

Sus pequeñas dimensiones de cara-a-cara permiten que sean instaladas en espacios más angostos, que la mayoría de las válvulas.

El paso recto a través de la válvula y su area de flujo - generalmente igual al diámetro de la tubería. introducen solo una mínima caída de presión al sistema.

Presenta un sellado hermético al encontrarse cerrada.

No requiere la lubricación de sus elementos internos (aun que puede emplearse), por lo que no existe peligro de contami- nar el fluido de proceso.

Desventajas.

La mayoría de las válvulas de compuerta presentan peque- ños espacios y ranuras entre sus elementos interiores, que - son fuentes potenciales de corrosión, por lo que son inadecua- das para fluidos pastosos o sucios que puedan llegar a acumu- larse.

Las fugas del fluido del proceso a través de los empaques es un problema del diseño, que las hace indeseables para ser- vicios que involucran materiales tóxicos o inflamables. El - problema de los empaques se incrementa al aumentar la presión o la temperatura en el sistema.

No son recomendables para operaciones frecuentes, debido al desgaste que sufren sus interiores durante el cierre.

No son adecuadas para aplicaciones que requieren modula- ción del flujo, debido a: la falta de control sobre el fluido estrangulado, las vibraciones de la compuerta al encontrarse parcialmente abierta y el desgaste de sus elementos internos.

La generalidad proporciona una respuesta lenta y precisan de grandes fuerzas de actuación.

Variantes de las válvulas de compuerta.

Existen dos diseños basados en la válvula de compuerta:

- A) Válvula de cuchilla.
- B) Válvula de cizalla.

Emplean el mismo principio de operación pero muestran características particulares.

A) Válvula de cuchilla.- Presenta el mismo principio de operación de la válvula de compuerta. el flujo es controlado por medio de una compuerta o cuchilla que se desliza entre los asientos paralelos del cuerpo, el sellado se logra por medio de la presión del fluido forzando la superficie corriente arriba del elemento de cierre contra el asiento, figura 2.57.

Se emplean con éxito en el corte y/o estrangulamiento de flujos de baja presión, especialmente fluidos viscosos o con un alto contenido de fibras o gránulos.

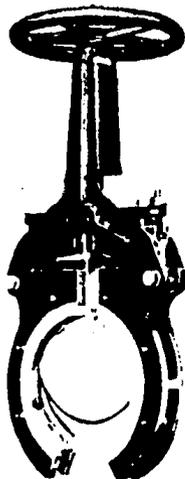


Figura 2.57 Válvula de cuchilla.

B) Válvula de cizalla.- Emplea un disco como elemento de cierre, que al cerrar cizalla al flujo mientras que simultaneamente limpia y oprime la superficie del asiento hasta lograr la obstrucción completa. Es operada por un brazo de palanca que se prolonga hasta el exterior del cuerpo, figura 2.58.

Es recomendable para el corte de flujos pastosos o con alto contenido de sólidos.

Su mantenimiento es sencillo.

Al modular flujos su elemento de cierre se desgasta y sufre vibraciones.

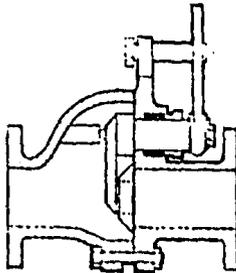


Figura 2.58 Válvula de cizalla.

2.2.2 Válvulas Macho.

Operación.

Las válvulas macho, de cono o llaves, operan mediante un macho con uno o dos orificios, que gira sobre su eje y al moverlo 90° obstruye el flujo o modifica la línea de salida (en caso de ser multipuerto) figura 2.59.

Función.

Las válvulas macho son más adecuadas para el cierre de un flujo o diversificarlo que para modularlo, aunque en ocasiones son empleadas con este fin, dependiendo de la naturaleza

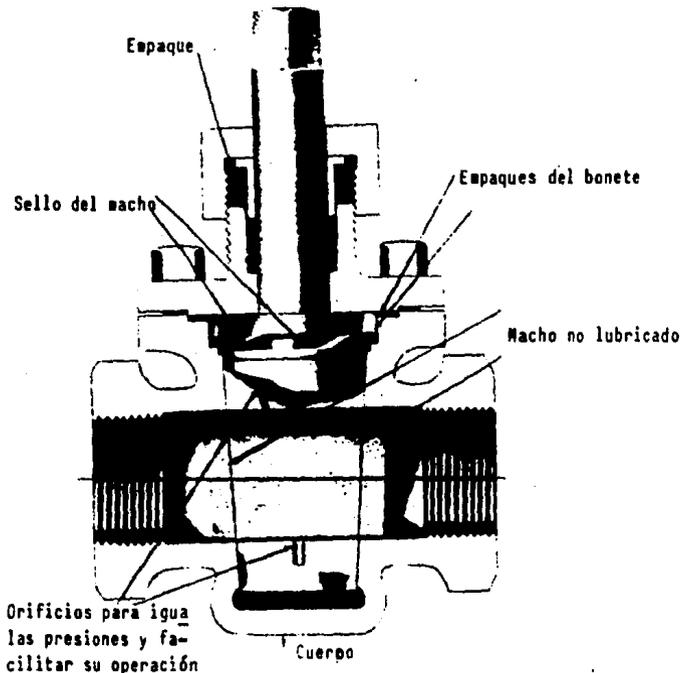


Figura 2.59 Válvula macho no-lubricada.

del servicio, resistencia de los asientos y tipo de macho empleado. Debido a que los interiores se encuentran protegidos en todo momento, pueden ser empleadas para manejar fluidos con sólidos en suspensión.

Componentes.

Se encuentran constituidas por: Cuerpo, bonete, asientos, sellos y el macho, el cual actúa como elemento de cierre y vástago. Solo el cuerpo y el macho presentan propiedades distintivas, mientras que el resto de los elementos se ajustan a las descripciones dadas en la sección: 2.1 Características Generales.

A) Cuerpo.- Los fabricantes han procurado obtener las dimensiones cara-a-cara de las válvulas macho idénticas a las de compuerta. Para lograrlo, en los sistemas de baja presión se han creado diferentes diseños de secciones de paso, la variedad existente ha obligado a clasificar los cuerpos en:

- a) Modelo corto.
- b) Regular.
- c) Vénturi.
- d) Puerto redondo de diámetro total.
- e) Multipuerto.

a) Modelo corto; Presenta un orificio de area reducida en el macho y dimensiones cara-a-cara intercambiables con las válvulas de compuerta. Este modelo es aplicable únicamente a válvulas mayores de 12 pulg. clase 150.

b) Regular; Los orificios en el macho presentan un area más grande que en los diseños vénturi y corto. Por sus dimensiones son intercambiables con las válvulas de compuerta y solo es aplicable en rangos de presión superiores a la clase 300.

c) Vénturi; El orificio del macho presenta una area reducida y al colocarse en el cuerpo forman una sección de paso de flujo que se aproxima al vénturi. Por las dimensiones que presentan, solo son intercambiables con válvulas de compuerta en rangos de presión clase 300 y mayores.

d) Puerto redondo de diámetro total; El diámetro del orificio en el macho es igual o mayor al area interior de la tubería, por lo que presentan una mínima caída de presión, pero al ser sus dimensiones demasiado grandes, no pueden ser intercambiables con las válvulas de compuerta.

e) Multipuerto; El cuerpo presenta tres o más conexiones de tubería, son empleadas para servicios de cambio o diversificación de las lineas de flujo.

B) Macho.- Es una barra que se prolonga hasta el exterior del cuerpo y presenta un orificio o puerto en su sección inferior, generalmente es de una sola pieza, actuando como elemento de cierre y vástago a la vez, figura 2.60.

Con el fin de obtener diferentes características de flujo se han desarrollado diversas formas de puerto, figura 2.60, que se clasifican en:

- a) Rectangular.
- b) Redondo.
- c) Diamante.
- d) Multipuerto.

a) Rectangular; Es la forma estandar de puerto, con un mínimo de 70% del area correspondiente al diámetro interior de la tubería.

b) Redondo; El macho presenta un orificio de area mayor o igual al de la tubería.

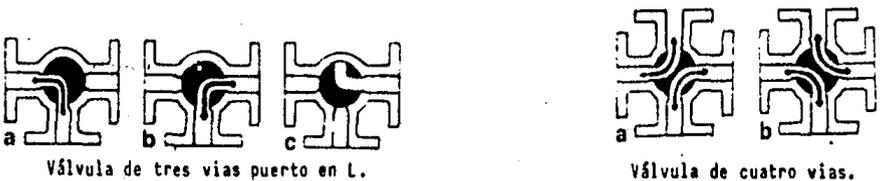
c) Diamante; El puerto a través del macho tiene forma de diamante y ha sido diseñado para estrangular los fluidos, con el fin de disminuir las altas velocidades que se obtienen. Solo se utilizan en el cuerpo tipo vénturi.

d) Multipuerto; Presentan dos o tres orificios y solo se emplean con cuerpo tipo multipuerto. Su desventaja es que la mayoría de sus configuraciones dejan una salida abierta, sin lograr un bloqueo total, figura 2.61.



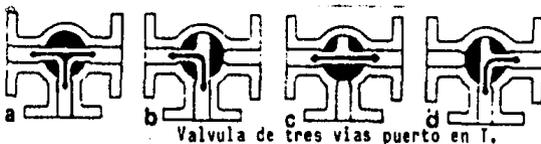
Puerto redondo Puerto diamante Puerto rectangular

Figura 2.60 Diferentes tipos de orificios que puede presentar el macho.



Válvula de tres vias puerto en L.

Válvula de cuatro vias.



Válvula de tres vias puerto en T.

Figura 2.61 Configuraciones de válvulas multipuerto.

Modelos.

Las válvulas macho se clasifican en dos grandes categorías; lubricadas y no-lubricadas.

A) Válvulas macho lubricadas.- Su bonete presenta una grasa y el macho es diseñado con ranuras que permiten el paso de aceite para sellar y lubricarlo, además de funcionar como chaqueta hidráulica forzándolo a ascender dentro del cuerpo, facilitando su operación. figura 2.62.

Proporcionan un cierre ajustado adecuado para fluidos sucios o de alta corrosividad, y sus limitaciones son: La necesidad de mantener la válvula lubricada todo el tiempo, para mantener un sello hermético y evitar que el macho quede atascado. y la correcta selección del lubricante, para que resista las condiciones de operación y evitar la contaminación o reacción química con el fluido.

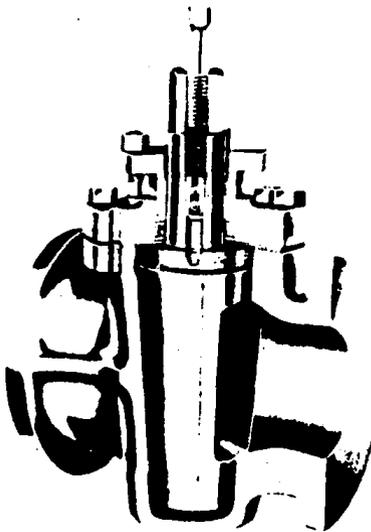


Figura 2.62 Válvula macho lubricada.

B) Válvulas macho no-lubricadas.- No emplean lubricante para lograr el sellado y solo en caso de requerirse gran hermetismo se emplean los asientos y o el macho recubiertos, figura - 2.63. Por tales motivos, superan las desventajas y limitaciones de las válvulas macho lubricadas.

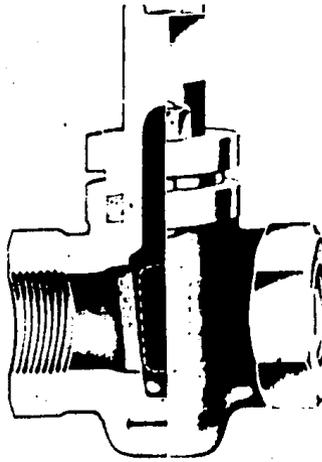


Figura 2.63 Válvula macho no-lubricada.

Ventajas.

Se encuentran formadas por pocos elementos y su mantenimiento es simple.

Su apertura o cierre se logra con un cuarto de vuelta del macho, lo que las convierte en válvulas de operación rápida.

Las de pequeño tamaño generalmente son operadas por medio de una palanca o una llave y en tamaños mayores emplean volantes, engranes cadenas, etc.

Suministran un sello hermetico.

Presentan poca turbulencia dentro del cuerpo, por lo que la caída de presión que adicionan al sistema de tuberías es - despreciable.

Son de bajo costo y disponibles en un amplio rango de - - materiales.

Desventajas.

Las válvulas macho están sujetas a agrietarse, debido a - la compresión a la cual están sujetas, y a quedarse atoradas, especialmente si son lubricadas.

No son adecuadas para servicio de vapor, ya que la expansión térmica dificulta su operación.

Cuando el modelo multipuerto es utilizado, una porción - del fluido de proceso queda atrapado dentro del macho, contaminando las otras líneas de flujo.

Los modelos lubricados requieren mantenimiento periódico, y el aceite empleado puede contaminar o reaccionar con el fluido de proceso, además de ser el componente que fije la máxima temperatura de operación de la válvula.

2.2.3 Válvulas de Bola.

Operación.

Son básicamente una adaptación del tipo macho, empleando una bola como elemento de cierre, la cual presenta uno o varios orificios, gira entre sellos elásticos y al moverla 90° la válvula cierra, figura 2.64. Al encontrarse abierta el flujo es recto.

Función.

Se utilizan para la obstrucción o diversificación de flujos y debido a que al encontrarse parcialmente abiertas los asientos se erosionan rápidamente, no son satisfactorias para servicio de estrangulamiento.

Son recomendables para fluidos con sólidos en suspensión.

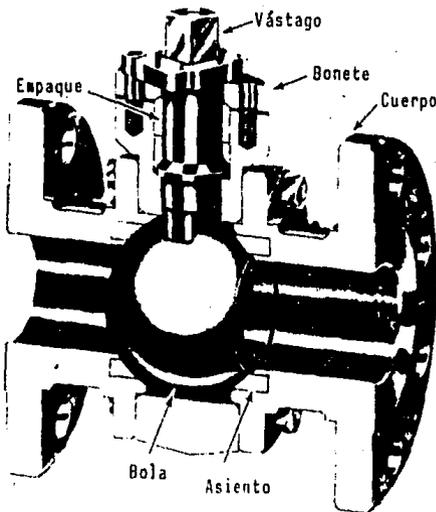


Figura 2.64 Válvula de bola, con extremos bridados y cuerpo tipo oblea.

Componentes.

Se encuentran formadas por: Cuerpo, bonete, vástago, - -
asientos, sellos y el elemento de cierre que presenta forma -
esférica. Únicamente el cuerpo y el elemento de cierre presen
tan variaciones a las descripciones dadas en la sección: 2.1
Características Generales.

A) Cuerpo.- Presenta varios modelos:

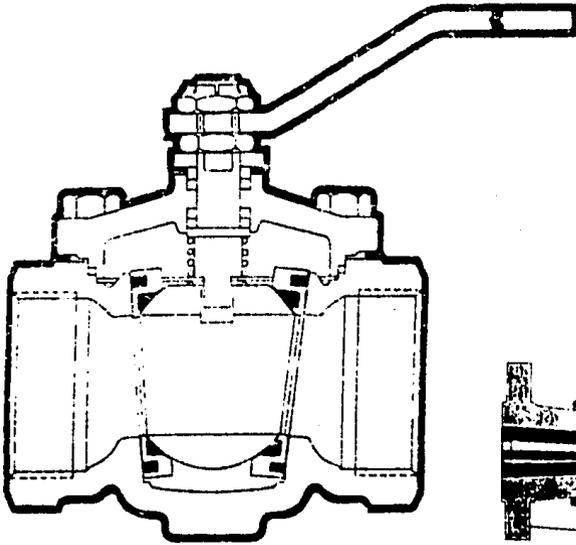
- a) Entrada superior.
- b) Entrada lateral.
- c) Oblea.
- d) Multipuerto.

a) Cuerpo con entrada superior; Permite sacar la bola y los -
asientos por arriba de la válvula, sin necesidad de desconec-
tarla de la tubería, figura 2.65 a).

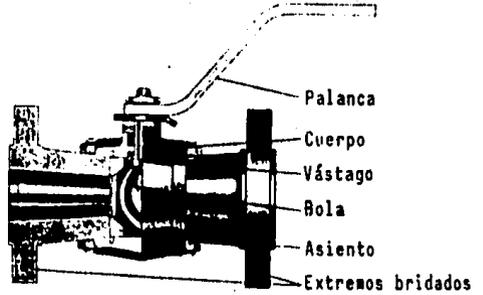
b) Cuerpo con entrada lateral; Permite reemplazar los interio
res por un extremo de la válvula, desconectandola primero de
la línea, figura 2.65 b):

c) Cuerpo tipo oblea; La bola y los asientos se extraen facil
mente al separar las bridas que sostienen al cuerpo, sin nece
sidad de desconectar las bridas de la tubería, figura 2.65 c).

d) Cuerpo tipo multipuerto; Presenta únicamente entrada supe
rior, mostrando tres o más conexiones de tubería. Se emplea -
para modificar la dirección del flujo, figura 2.65 d). Exhibe
las mismas configuraciones que la válvula macho multipuerto,
figura 2.61, pag 64.



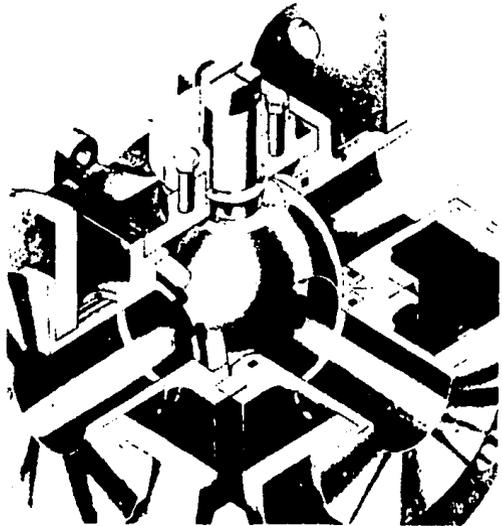
a) Cuerpo con entrada superior.



b) Cuerpo con entrada lateral.



c) Cuerpo tipo oblea.



d) Cuerpo tipo multipuerto de cuatro vías.

Figura 2.65 Tipos de cuerpo en las válvulas de bola.

B) Elemento de cierre.- Su diseño exterior siempre es esférico variando únicamente su perforación (o puerto), pudiendo ser de tipo:

- a) Vénturi.
- b) Reducido.
- c) Total.
- d) Multipuerto.

a) Vénturi; El interior de la bola presenta una reducción semejante al vénturi.

b) Reducido; Presenta un orificio de menor diámetro que el interior de la tubería.

c) Total; Muestra un orificio de area mayor o igual al de la tubería.

d) Multipuerto; Presenta dos o tres orificios y solo se emplea con cuerpo tipo multipuerto.

Ventajas.

Al emplear pocos elementos es de facil mantenimiento.

Son de pequeño tamaño y bajo peso.

Adecuadas para el manejo de pastas y granos.

Apertura rápida.

Ocasionan una mínima caida de presión al sistema.

Muestran un mínimo de fugas.

Desventajas.

Sus dimensiones cara-a-cara son mayores que las dimensiones de la mayoría de los otros diseños, requiriendo mayor espacio para su instalación en la línea.

Los asientos y empaques están sujetos a erosión si se emplean para la modulación de flujos.

Una porción del fluido queda atrapado dentro de la bola - en el caso del modelo multipuerto, contaminando las líneas - laterales.

2.2.4 Válvulas de Mariposa.

Operación.

Las válvulas de mariposa emplean un disco como elemento de cierre y/o control de diámetro aproximadamente igual al del interior de la tubería, que gira sobre su eje con ayuda del vástago, cerrando contra un asiento de anillo en diámetro interior del cuerpo, figura 2.66. Solo requiere de un giro de 90° para pasar de una posición extrema a otra.

Función.

Esta diseñada para aplicaciones de obstrucción y control de flujo, además debido a que el disco se mueve hacia el asiento con un movimiento deslizante, la mayoría de ellas son capaces de manejar fluidos con sólidos en suspensión, y dependiendo de la robustez de los asientos, podrán manejar inclusive gránulos. En estos casos, si la tubería es horizontal, el vástago deberá montarse verticalmente para evitar la acumulación de sólidos.

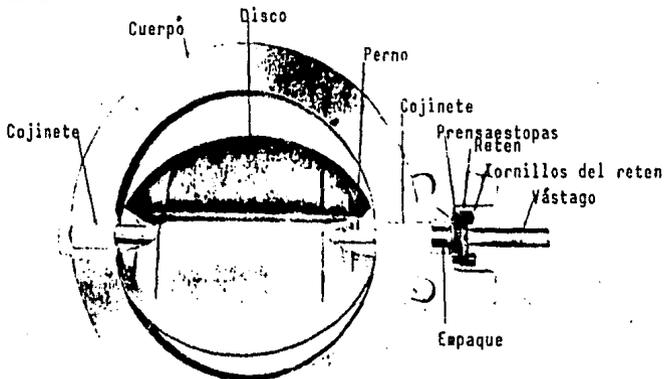


Figura 2.66 Válvula de mariposa con cuerpo tipo oblea.

Componentes.

Los elementos que la forman son: Cuerpo, vástago, elemento de cierre y o control, asientos y sellos. De los cuales - solo el elemento de cierre y o control presenta características adicionales a las descripciones dadas en la sección: 2.1 Características Generales.

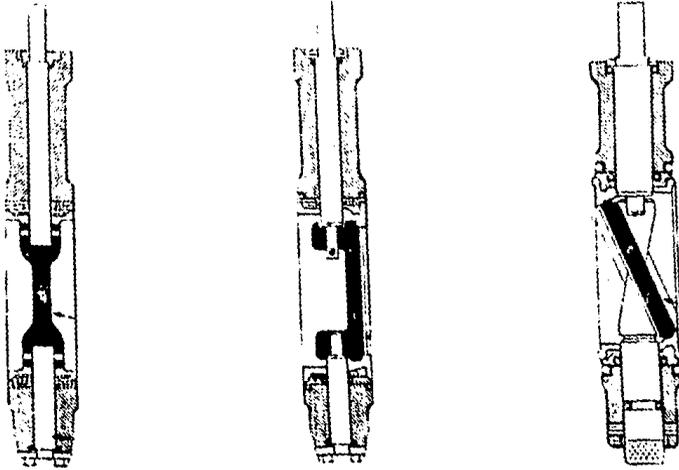
Elemento de cierre y o control.- Con el fin de obtener una - mejor modulación del flujo, se han desarrollado diferentes di - se - ños de discos, que se clasifican en:

- a) Vertical.
- b) Excéntrico.
- c) En ángulo.

a) Disco vertical: Consiste de un disco plano alineado con el vástago, figura 2.67 a), proporciona un menor ciclo de vida - debido a su falta de hidrodinámica requiriendo además una ma - yor fuerza de actuación, sus cierres son bruscos y presenta - un alto nivel de ruido. Pero es el de menor costo.

b) Disco excéntrico: Es un disco no alineado con el vástago - (figura 2.67 b), elimina el problema del desgaste y disminuye el torque, pero reduce el diámetro efectivo de flujo.

c) Disco en ángulo: El disco se encuentra formando un ángulo menor de 30° con el vástago, figura 2.67 c), presenta poco - desgaste y es fácilmente operable, pero no logra eliminar com - pletamente los cierres bruscos.



a) Disco vertical.

b) Disco Excéntrico.

c) Disco en ángulo.

Figura 2.67 Diseños de elementos de cierre y/o control para válvulas de mariposa.

Ventajas.

Sus dimensiones cara-a-cara son muy pequeñas, comparadas con las de otros diseños, requiriendo muy poco espacio en los sistemas de tuberías.

Son ligeras y de bajo costo.

Ocasionan una caída de presión muy pequeña.

Son adecuadas para el control de flujos, entre los 20° y 70° de apertura, presentando las características de una válvula de igual porcentaje.

Cuando emplean asientos plásticos presentan un cierre hermético.

Son válvulas de operación rápida.

Desventajas.

Sus condiciones de operación son limitadas por el material de sello empleado en los asientos.

Generalmente requieren grandes fuerzas de actuación.

Se encuentran limitadas a sistemas de baja presión.

Los flujos a alta velocidad frecuentemente dañan los asientos.

2.3 Válvulas de Estrangulamiento.

Las válvulas de estrangulamiento son diseñadas para el control de fluidos y aunque no presentan un rango de aplicaciones tan variado como el de las válvulas de corte, requieren de un mayor cuidado, debido a que su función es de mayor precisión.

Se agrupan en base a la naturaleza del elemento de cierre y/o control empleado, en:

- 1) Válvulas de Globo.
- 2) Válvulas de Diafragma.
- 3) Válvulas de Opresión.
- 4) Válvulas de Mariposa.

Las válvulas de mariposa al funcionar adecuadamente además como válvulas de corte, se encuentran descritas en la sección 2.2.4.

2.3.1 Válvulas de Globo.

Operación.

El flujo a través de este tipo de válvula es dirigido hacia arriba pasando por un orificio circular (que es el asiento) en el interior del cuerpo, y es controlado por medio de un disco o tapon, figura 2.68.

Función.

Las válvulas de globo son empleadas principalmente para el control de fluidos y únicamente se utilizan para obstrucción en sistemas que permitan altas caídas de presión.

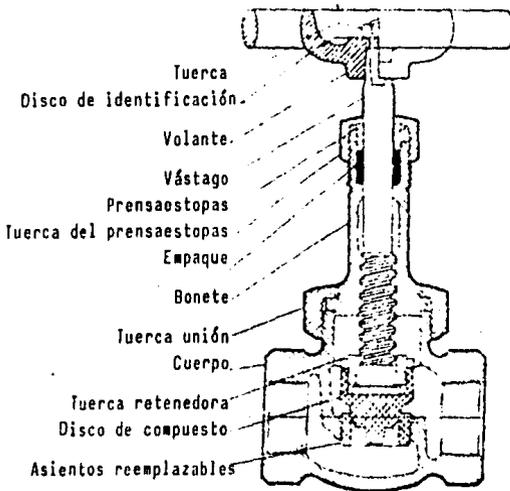


Figura 2.68 Válvula de globo.

Componentes.

Se encuentran constituidas por: Cuerpo, bonete, vástago, elemento de cierre y/o control, asientos y sellos. Y únicamente el elemento de cierre y/o control presenta factores adicionales a las descripciones dadas en la sección: 2.1 Características Generales.

Elemento de cierre y/o control.- Se han desarrollado gran variedad de diseños, con el fin de obtener diferentes características de control de flujo, los cuales pueden ser clasificados en tres tipos básicos:

- a) Discos de compuesto.
- b) Discos metálicos.
- c) Discos tipo tapón.

a) Discos de compuesto; Se encuentran formados por una base metálica, el elemento no-metálico y una tuerca retenedora. No es recomendable para servicios de estrangulamiento debido al desgaste que sufrirían, pero proporcionan un cierre hermético

para gases y vapor. También protege al asiento de la válvula contra daños de suciedad e incrustaciones, es fácil y económicamente reemplazable.

b) Disco metálico; Es completamente metálico y descansa sobre el asiento, no es recomendable para control de flujos pero proporciona un cierre adecuado para fluidos líquidos.

c) Disco tipo tapón; Puede ser metálico o no y se introduce en el orificio del asiento, es el disco que proporciona la mejor operación debido a sus configuraciones, además ofrece la mayor resistencia a raspaduras y desgaste. Existe gran variedad de diseños, cada uno de los cuales origina características particulares en el control del fluido, figura 2.69.

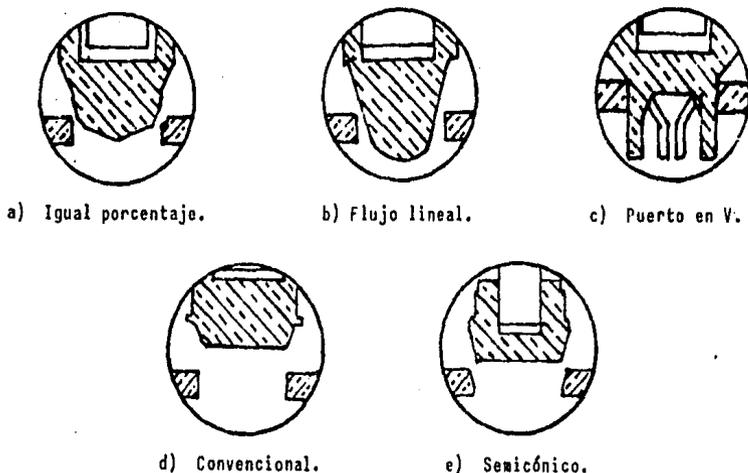


Figura 2.69 Diseños de discos tipo tapón.

Ventajas.

Es más rápida de operar que la válvula de compuerta.

Proporciona un cierre ajustado.

Es la más adecuada para el control de flujo en un rango completo.

La superficie de su asiento se encuentra sujeto a muy poco desgaste.

Desventajas.

El interior del cuerpo introduce una alta caída de presión al sistema de tuberías.

Su asiento es fácilmente dañado por sólidos atrapados entre el disco y el asiento.

A menudo son de mayor peso que otras válvulas de igual diámetro.

En tamaños grandes requieren de mucha fuerza para operarlas, por lo que se hace necesario el uso de actuadores.

Variantes de las válvulas de globo.

Existen diversos diseños basados en las válvulas de globo, siendo los más conocidos:

- A) Válvula de globo de doble puerto.
- B) Válvula de aguja.
- C) Válvula de ángulo.
- D) Válvula Y.
- E) Válvula de globo de tres vías.
- F) Válvula tipo jaula.

A) Válvula de globo doble puerto.- También conocida como balancada, presenta el mismo principio de operación que el diseño de globo normal pero empleando doble asiento y un vástago con doble disco, fue desarrollado con el fin de disminuir la fuerza de actuación requerida para la operación de la válvula, figura 2.70.

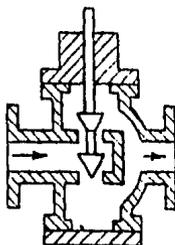


Figura 2.70 Válvula de globo de doble puerto.

B) Válvula de aguja.- Muestra el mismo diseño de la válvula de globo, pero utilizando un tapón tipo aguja y un asiento cóncavo, figura 2.71. Son empleadas para controlar flujos con la máxima precisión, también son usadas en plantas piloto, en equipos delicados y en instrumentos.

C) Válvula de Angulo.- Presenta el mismo principio de la válvula de globo pero empleando un cuerpo diferente, su salida forma un ángulo recto con la entrada, figura 2.72. Recomendables para cuando se requiere modificar la dirección del flujo o en líneas de alta presión.

D) Válvula Y.- Denominada así debido a que su cuerpo recuerda a una "y", el vástago se encuentra a 45° o 60° de la tubería, figura 2.73. Su cierre, operación y función son idénticos que para la válvula de globo, pero con la ventaja de requerir menor espacio y sufrir menor desgaste en su elemento de cierre y/o control (disco).

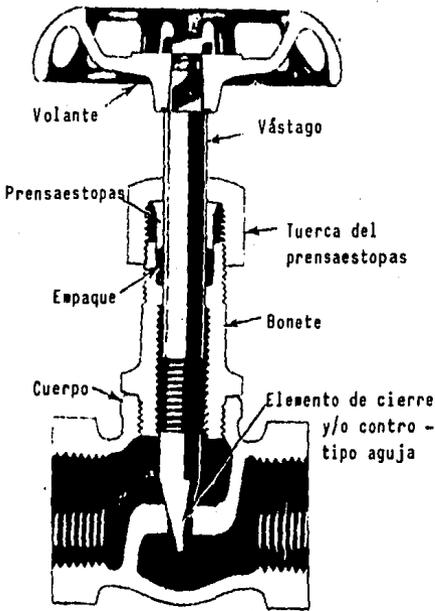


Figura 2.71 Válvula de aguja de bonete bridado y vástago con rosca interior.

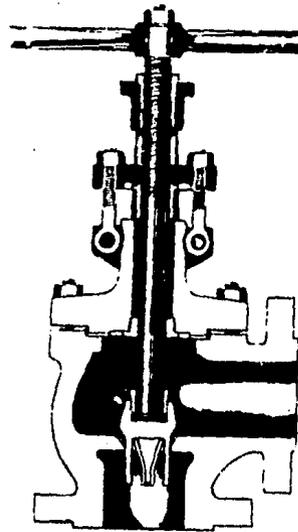


Figura 2.72 Válvula de ángulo de bonete bridado vástago con rosca exterior y disco tipo tapón puerto en V.

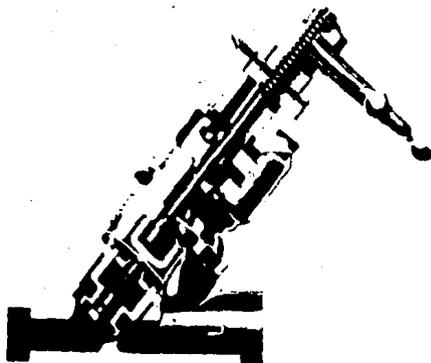


Figura 2.73 Válvula Y con bonete soldado y disco metálico.

E) Válvula de globo de tres vías.- Se basa en el mismo principio de operación de las válvulas de globo, pero presenta tres extremos de conexión a la tubería, dos asientos y uno o dos elementos de control (discos), figura 2.74. Pueden emplearse para diversificar o mezclar flujos, toma de muestras, relevo de presión en forma manual, etc.

F) Válvula tipo jaula.- Su elemento de cierre y/o control es semejante a los discos tipo tapón de las válvulas de globo, y se introduce en un asiento de forma cilíndrica (llamado jaula) que presenta diversos diseños de orificios en los costados, figura 2.75, las diversas combinaciones de discos y jaulas dan origen a distintas características de control de flujo. Son adecuadas para modular fluidos y sus interiores son reemplazables, pero se dañan fácilmente con pequeñas partículas sólidas.

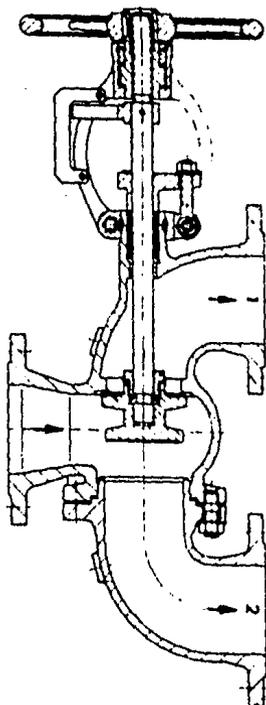


Figura 2.74 Válvula de globo de tres vías.

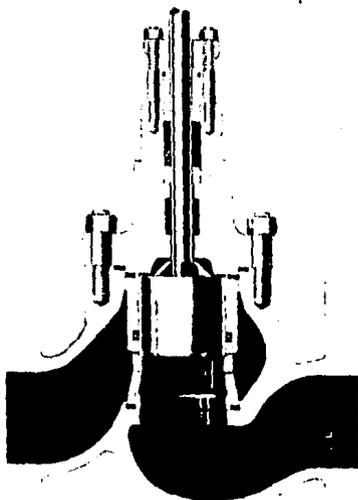


Figura 2.75 Válvula tipo jaula.

2.3.2 Válvulas de Diafragma.

Operación.

Emplean como elemento de cierre y/o control a una pequeña lámina de material plástico flexible, que es forzada a moverse por medio del vástago, al cual se encuentra unida, actuando como asiento el fondo de la válvula, figuras 2.76 y 2.77.

Función.

Las válvulas de diafragma son empleadas para control y - obstrucción de flujos y debido a que el fluido no tiene contacto con ninguna de las partes móviles de la válvula, no - - existe peligro de contaminación, corrosión u obstrucción, por lo que su rango de aplicaciones es bastante amplio.

Componentes.

Se encuentran formadas por: Cuerpo, bonete, vástago, elemento de cierre y/o control, asientos y sellos. Mostrando propiedades adicionales el cuerpo y el elemento de cierre y/o - control, el resto de los componentes se ajustan a las descripciones dadas en la sección: 2.1 Características Generales.

A) Cuerpo.- Existen dos modelos de cuerpo; vertedero y recto.

a) Cuerpo tipo vertedero; O también llamado saunders, en su interior presenta una pequeña protuberancia, la cual reduce el recorrido del vástago y modifica las características del control del fluido, figura 2.76. Es el más ampliamente usado y el más adecuado para la modulación de flujos.

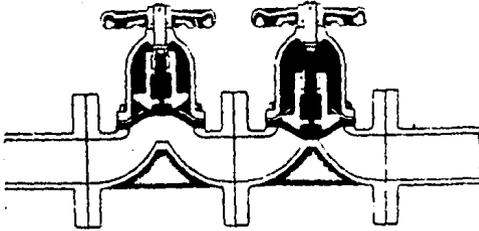


Figura 2.76 Válvula de diafragma con -
cuerpo tipo vertedero.

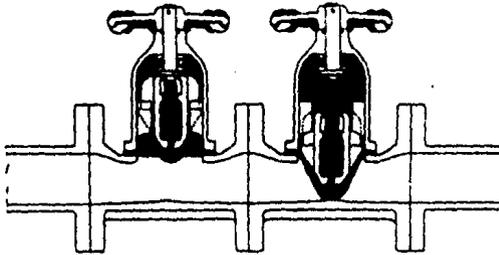


Figura 2.77 Válvula de diafragma con -
cuerpo tipo recto.

b) Cuerpo tipo recto; Presentan el mismo diámetro interior - que la tubería, figura 2:77, introduce una menor caída de presión y aunque también son empleadas para el control de flujo, sus características no son tan regulares como en el tipo vertedero.

B) Elemento de cierre y/o control.- Se trata de una delgada lámina de material flexible comunmente llamada diafragma, la cual debe presentar la suficiente elasticidad y resistencia - para poder lograr la obstrucción frecuente del flujo, sin que la válvula pierda su hermeticidad.

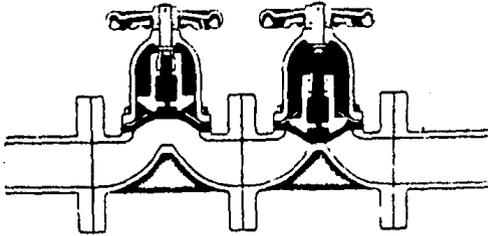


Figura 2.76 Válvula de diafragma con -
cuerpo tipo vertedero.

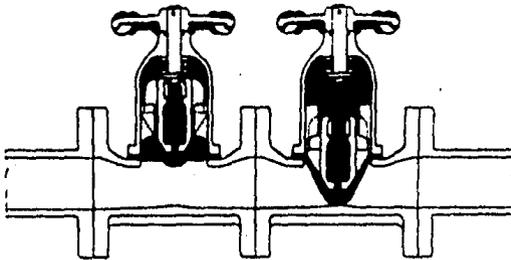


Figura 2.77 Válvula de diafragma con -
cuerpo tipo recto.

b) Cuerpo tipo recto; Presentan el mismo diámetro interior - que la tubería, figura 2.77, introduce una menor caída de presión y aunque también son empleadas para el control de flujo, sus características no son tan regulares como en el tipo vertedero.

B) Elemento de cierre y/o control.- Se trata de una delgada lámina de material flexible comunmente llamada diafragma, la cual debe presentar la suficiente elasticidad y resistencia - para poder lograr la obstrucción frecuente del flujo, sin que la válvula pierda su hermeticidad.

Ventajas.

Son a prueba de fugas.

Insensibles a la corrosión.

Amplio rango de aplicaciones.

Desventajas.

No son adecuadas para altas presiones.

El material del diafragma limita la temperatura de operación y la frecuencia del mantenimiento.

El control del fluido no es bueno con flujos pequeños.

2.3.3 Válvulas de Opresión.

Operación.

Su elemento de cierre y/o control consiste de un tubo - flexible en el interior del cuerpo, y es oprimido por medio - del vástago para el control u obstrucción del flujo, figura - 2.78.

Función.

Las válvulas de opresión son adecuadas para el cierre y - modulación de flujos, así como en el manejo de pastas, flui-- dos sucios, viscosos o corrosivos.

Componentes.

Se encuentran constituidas por: Cuerpo, elemento de cie-- rre y/o control, bonete, vástago y sellos. Componentes que se ajustan a las descripciones dadas en la sección: 2.1 Caracte-- rísticas Generales.

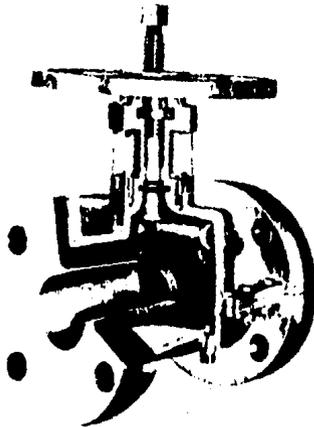


Figura 2.78 Válvula de opresión.

Ventajas.

Su patron de flujo es recto por lo que provocan una caída de presión despreciable.

Bajo costo.

Insensibles a la corrosión.

Adecuado control de flujo.

Cierre ajustado aun con fluidos con sólidos en suspensión.

Amplio rango de aplicaciones.

Desventajas.

No son adecuadas para altas presiones.

Su temperatura de operación la fija el material del elemento de cierre y/o control, el cual además requiere cambio periódico.

Requieren grandes fuerzas de actuación.

3.0 SELECCION DE VALVULAS MANUALES.

Son muchos los puntos que deben de ser estudiados para seleccionar adecuadamente una válvula, pero generalmente más de una puede efectuar la función requerida, por lo que es posible elegir el modelo más económico.

Además, nuevos diseños aparecen continuamente en el mercado para satisfacer un mayor número de requerimientos, siendo necesaria una actualización constante, ya que la mejor selección que se efectuó hace un mes hoy puede no serlo. Sin embargo el empleo de un nuevo modelo introduce siempre el peligro de fallas en el proceso, requiriendo un mayor cuidado y atención.

3.1 Determinación de la Válvula Requerida.

Los principales aspectos que deben de ser tomados en cuenta son:

- a) Función. Es necesario definir la función que efectuará, - corte, estrangulamiento y/o diversificación del flujo, en base a las necesidades del sistema, para lo cual puede - emplearse como una primera aproximación la tabla 2.1, Recomendaciones para el servicio de válvulas, pag 8.
- b) Propiedades del fluido. Las cuales incluyen estado físico, grado de pureza, densidad, viscosidad, presión de vapor, - corrosividad, erosividad, etc.

c) Condiciones de operación. Comprende: presión, temperatura, caída de presión (requerida o permisible), caudal, máximo de fugas tolerables, tipo de conexión, localización de la instalación, etc.

En base a todos los datos anteriores se establece una lista de condiciones del proceso y con la ayuda de los siguientes elementos:

1. Normas de fabricación de válvulas.
2. Códigos de materiales.
3. Catalogos de proveedores.
4. Información bibliográfica especializada en válvulas y materiales.

Se logran las primeras sugerencias de modelos y materiales, cuyas propiedades son comparadas con las necesidades requeridas por el proceso, obteniéndose una mayor información sobre las limitaciones. Con lo cual se retorna nuevamente a las fuentes de información en busca de una mayor precisión. Este ciclo se repetirá hasta definir los diseños más adecuados para el sistema, finalizando con una evaluación de costos para elegir los más económicos.

Los códigos, como se aprecia son de gran utilidad en la selección del modelo de válvula correcto, proporcionando mínimos requeridos, dimensiones, materiales y recomendaciones de gran utilidad. Así por ejemplo; un error muy común, es el pensar que en una línea de proceso que opera a una presión máxima de 600 lb/in^2 y $500 \text{ }^\circ\text{F}$ requiere de una válvula clase - - 600 lb, lo cual no necesariamente es cierto. De acuerdo con las normas (ANSI B16.5, API 600, ASA B16.5, etc.) en la selección también influyen la temperatura y el material del cuerpo.

Suponiendo el empleo de acero inoxidable tipo 306, será suficiente con especificar la válvula para clase 300 lb, ver figura 2.1, pag. 8.

En el apéndice se encuentran las asociaciones e institutos principales que editan códigos para la fabricación y especificación de válvulas. En el caso de no disponer de alguno de estos estándares, su falta puede suplirse en muchas ocasiones por medio de los catálogos, libros especializados o asesoramiento proporcionado por los proveedores, todo lo cual se encuentra basado en los códigos.

3.2 Especificación.

Una vez seleccionada la válvula es necesario proporcionar toda la información posible para su identificación y pueda ser adquirida o reemplazada fácilmente.

Los elementos más importantes que generalmente deben ser especificados son:

- * Diseño.
- * Cuerpo e interior.
- * Diámetro.
- * Elemento de cierre y/o control.
- * Asientos.
- * Conexión a la línea.
- * Ensamble del vástago.
- * Empaque del vástago.
- * Ensamble del bonete.
- * Materiales de los componentes.

- * Lubricante a emplear.
- * Tipo de actuador.
- * Accesorios adicionales.
- * Rangos de presión (operación y diseño).
- * Rangos de temperatura (operación y diseño).

Es conveniente en todos los casos, adicionar además las - características de la línea de proceso.

4.0 INSTALACION Y MANTENIMIENTO.

Para lograr una prolongada vida funcional de una válvula y protegerla de cualquier deterioro es necesario:

- * Seleccionarla correctamente para el servicio a realizar.
- * Instalarla con todas las precauciones posibles.
- * Manejarla en base a su principio de operación y con las recomendaciones dadas por el fabricante.
- * Un buen mantenimiento.

De las recomendaciones anteriores, lo relacionado con - - principios de operación y selección de válvulas ha sido abordado en los capítulos 2.0 y 3.0 respectivamente, por lo que a continuación se analizará lo concerniente a instalación y mantenimiento.

4.1 Instalación.

Las válvulas deberán transportarse con cuidado (a pesar - de no ser equipos frágiles pueden dañarse fácilmente) evitando golpearlas o alzarlas del vástago (o de su volante).

Generalmente son empacadas por el fabricante para prote--gerlas de daños durante su embarque, siendo conveniente no - quitarselo hasta que sea instalada, ya que de lo contrario - están propensas a la introducción de partículas de arena en - sus interiores con los consecuentes perjuicios en sus partes

móviles al ponerse en servicio. Además han de ser almacenadas en lugares cubiertos para evitar su corrosión.

Antes de instalarse es necesario verificar que éstas se ubiquen en forma adecuada para evitar que existan interferencias con su operación, así por ejemplo se ha de cuidar que las válvulas operadas manualmente se encuentren cercanas a la zona de acceso del personal, que la dirección del flujo sea la adecuada debido a su unidireccionalidad, que sean montadas en líneas horizontales o verticales según les corresponda, -- etc. Además deberá evitarse que la válvula sufra tensiones causadas por las expansiones y contracciones originadas por los cambios de temperatura en la línea, (las cuales son eliminadas al emplear vueltas en U o juntas de expansión en la tubería).

Una vez confirmada su localización, es adecuado inspeccionarlas antes de colocarlas, para detectar cualquier daño ocasionado durante su traslado y almacenamiento, además de limpiarlas cuidadosamente (con aire comprimido o agua) junto con la tubería para remover polvo, piedrecillas y restos de metal que pudieran haber quedado de operaciones de soldado o roscado.

Durante la instalación de las válvulas sus extremos de conexión son los elementos críticos, ya que un incorrecto ensamble puede originar graves consecuencias. Los tipos de unión más empleados son roscados, bridados y soldados.

A) Uniones Roscadas.

Se revisará que la cuerda de la tubería sea del mismo estándar que el de la válvula, o al menos sean compatibles, además de tener una longitud igual o un poco menor, de lo contrario se producirán fugas y deterioros.

La pintura, grasa u otros compuestos selladores deberán aplicarse únicamente en el extremo roscado macho, lo cual reduce el riesgo de que llegen a introducirse al interior de la válvula. Durante el montaje se ha de utilizar la llave con la medida adecuada y con el cuidado suficiente, para evitar distorsiones o daños, siendo también recomendable, en el caso de válvulas construidas de materiales maleables (tal como el - - bronce) utilizarlas sobre la tubería y no sobre el cuerpo. - Finalmente como una precaución extra, la válvula deberá - - - cerrarse fuertemente antes de instalarla.

B) Uniones Bridadas.

Es recomendable un examen preliminar de las bridas, empaques y pernos a utilizar, comprobando; paralelismo, resistencia, materiales, alineación y que su diseño sea el especificado.

Durante la colocación, los pernos deberán apretarse en forma diametralmente opuesta, para asegurar un cierre uniforme y eliminar el peligro de fugas.

C) Uniones Soldadas.

Es recomendable efectuarlas con gran cuidado, ya que un calor excesivo puede dañar los asientos e incluso distorsionar el cuerpo de la válvula, por lo que debe permanecer lo más frío posible. Al finalizar se limpiará e inspeccionará cuidadosamente.

Una vez instalada la válvula es recomendable tomar las siguientes precauciones:

Se ha de revizar que no exista ninguna tensión introducida en la línea, por lo que se evitará que la valvula sostenga el peso de la tubería y viceversa, lo cual causaría dificultad para lograr la conexión, su operación ineficiente, concentración de esfuerzos y la necesidad de un pronto mantenimiento. Ambas (tubería y válvula) deberán ser sostenidas o fijadas por soportes y/o colgantes. Además de alinear cuidadosamente al sistema.

Al montar las válvulas deberá existir suficiente espacio para permitir su adecuado manejo y mantenimiento.

Aunque la mayoría de los diseños permiten colocar el vástago en cualquier angulo, es preferible que quede hacia arriba, ya que de lo contrario, el bonete se encuentra abajo de la línea de flujo acumulando condensado o partículas extrañas

Se comprobará el funcionamiento de cada válvula cerrando-abriendo y cerrandola nuevamente.

Y para finalizar, se engrasarán y ajustarán los tornillos del bonete y el empaque del vástago, los cuales generalmente se aflojan durante su transporte.

4.2 Mantenimiento.

Comprende un programa de vigilancia y un servicio de composturas preventivas periódicas, los cuales se fijan en base a la experiencia y necesidades del proceso. Así por ejemplo - una válvula de globo en una línea de ácido clorhídrico en uso continuo puede requerir una inspección quincenal y cada cuatro meses mantenimiento, mientras que una válvula de drenaje en un tanque acumulador de agua, necesita únicamente inspección y posible mantenimiento una vez al año.

La inspección comprende la revisión de todos los puntos importantes de una válvula (asientos, sellos, conexiones, elemento de cierre y/o control, etc.), dando una mayor importancia a aquellos que presentan más desgaste o deterioro en ese servicio en particular y la comprobación de su correcto funcionamiento.

Las composturas preventivas también son efectuadas en base a los requerimientos del proceso, pero los más comunmente efectuados son:

Cambio o rectificación de algún componente.

Reemplazo de empaques.

Sellado de extremos.

Limpieza del interior del cuerpo.

Lubricación y engrasado.

Ajuste del bonete y del prensaestopas.

Teniendo la precaución antes de comenzar a efectuar cualquier reparación de que la presión haya sido venteadada, los fluidos drenados y de ser necesario que el sistema haya sido limpiado con chorro de agua. Además dentro de los bonetes puede existir la presencia de aire contaminado siendo necesario destaparlos lentamente para que puedan ventearse.

El registro de los reportes de inspección y mantenimiento permiten detectar las causas por el mal funcionamiento o falla de una válvula, cualquiera que ésta sea, además de permitir rectificar los programas de vigilancia y conservación. Tratando siempre que las composturas preventivas sean efectuadas durante los paros normales de la planta o del sistema para evitar cualquier repercusión en la continuidad del proceso.

5.0 ACTUADORES.

El actuador es un dispositivo que mueve al elemento de cierre y/o control venciendo la presión de operación del fluido (generalmente) y a varias fuerzas friccionantes. En el caso de las válvulas manuales se emplean actuadores que requieren la energía humana para su operación.

5.1 Principales Tipos de Actuadores Manuales.

Los actuadores manuales más empleados pueden ser clasificados en:

a) Actuadores de volante o palanca. Es el más económico, generalmente se proporciona con la válvula sin cargo extra. La palanca es empleada principalmente cuando se desea la acción rápida de una válvula, figura 5.1.

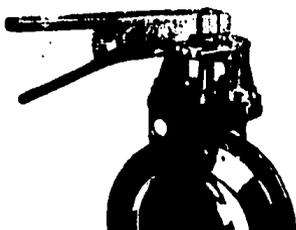


Figura 5.1 Actuador de palanca.

b) Actuadores de engranes. Reducen el torque requerido a costa de la velocidad de actuación, requieren mayor mantenimiento y para evitar su deterioro causado por la corrosividad del medio o por accidentes, han de colocarse en una caja sellada, figuras 5.2 y 5.3.

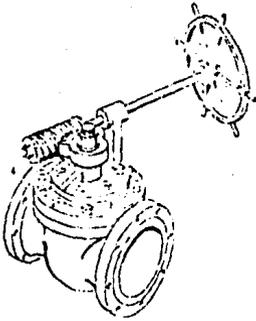


Figura 5.2 Válvula macho con actuador de engrane recto y - sin-fin.

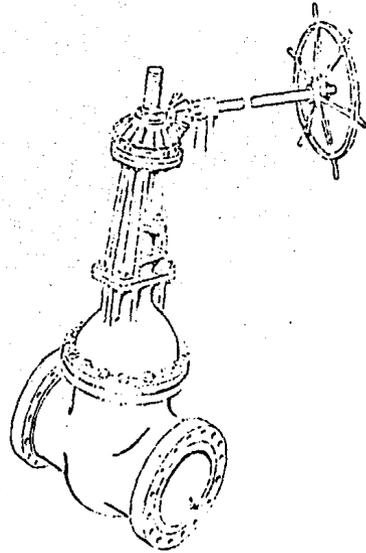


Figura 5.3 Válvula de compuerta - con actuador de engranes cónicos.

c) Actuadores de cadena. Facilitan la operación de válvulas - elevadas, figura 5.4. El vástago ha de resistir el peso de la cadena o de lo contrario será necesario colocar un soporte - para evitar la deformación de la válvula.

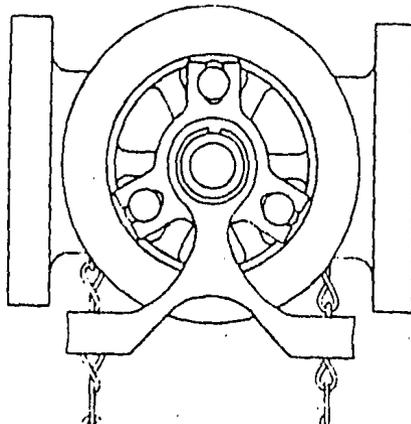


Figura 5.4 Válvula con actuador de cadena.

d) Actuadores mecánicos. Muestran una gran variedad de modelos, la mayoría de los cuales disminuyen el torque necesario, pero requieren mantenimiento continuo. Algunos ejemplos son: actuador de cable, figuras 5.5 y 5.6, actuador por contrapeso, figura 5.7, y actuador de brazo articulado, figura 5.8.

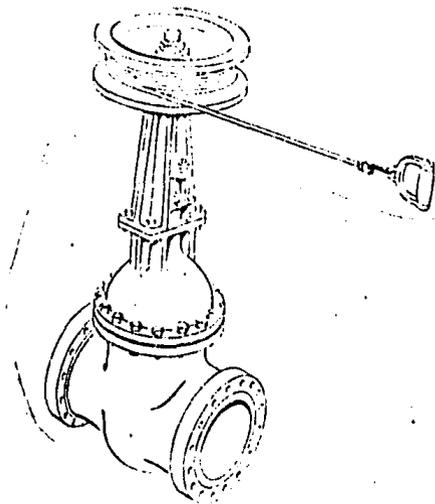


Figura 5.5 Válvula de compuerta con actuador de cable y tambor.

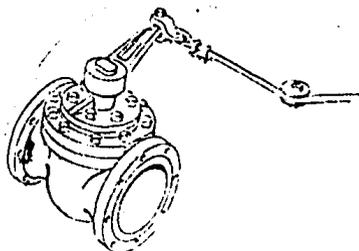


Figura 5.6 Válvula de bola con actuador de cable.

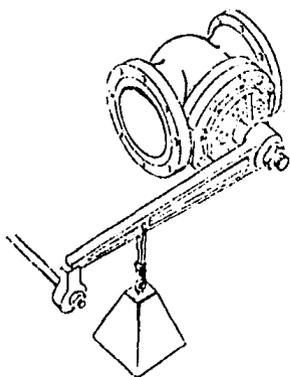


Figura 5.7 Válvula macho con actuador de contrapeso.

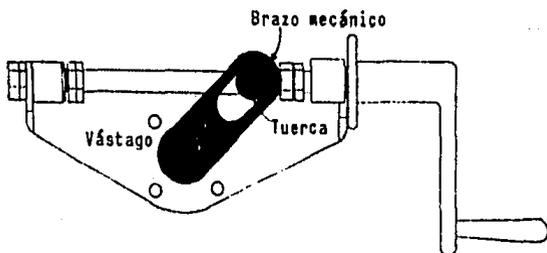


Figura 5.8 Actuador de brazo articulado.

5.2 Parámetros de Selección.

Los factores que han de tomarse en cuenta para elegir al actuador comprenden:

- a) Tipo de desplazamiento del vástago.
- b) Caída de presión.
- c) Velocidad y frecuencia de operación.
- d) Distancia física de la válvula.
- e) Fricciones.
- f) Torque necesario.
- g) Presión y temperaturas del sistema (normales y extremas).

Una vez seleccionado el actuador, éste deberá satisfacer los siguientes requerimientos.

- a) Ha de ser capaz de operar la válvula bajo las condiciones extremas del proceso.
- b) Su torque y hermeticidad no sean afectados por la temperatura de operación.
- c) El lubricante empleado no afecte al fluido de proceso.
- d) La frecuencia de mantenimiento sea semejante al de la válvula.
- d) Su costo vaya de acuerdo con la necesidad de su empleo.

APÉNDICE.

Códigos y Estándares.

Diversas agrupaciones técnicas y agencias gubernamentales han establecido estándares y/o especificaciones de válvulas - con la finalidad de lograr diseños de mejor calidad, seguridad y economía, normalizando además criterios y dimensiones. Estos códigos continuamente son revisados, actualizados y en ocasiones cancelados, por lo que la validez de un estándar de berá verificarse antes de ser empleado.

A continuación se enlistan las principales asociaciones - que editan códigos relativos a las válvulas.

AISI - American Iron and Steel Institute.

ASA - American Standards Association.

ANSI - American National Standards Institute.

API - American Petroleum Institute.

ASME - American Society of Mechanical Engineers.

ASTM - American Society for Testing Materials.

AWWA - American Water Works Association.

BSI - British Standards Institution.

CSA - Canadian Standards Association.

DOT - Department of Transportation.

FCI - Fluid Controls Institute.

FM - Associated Factory Mutual.

FPS - Fluid Power Society.

ISA - Instrument Society of America.

ISO - International Organisation for Normalization.

MSS - Manufacturers Standardization Society of the Valves and
Fittings Industry.

NFPA - National Fire Protection Association.

SAE - Society of Automotive Engineers.

USASI - United States of America Standards Institute.

BIBLIOGRAFIA.

1. American National Standard.
Steel pipe flanges, flanged valves and fittings.
B16.5-1973.
2. American Petroleum Institute.
Guide for Inspection of Refinery Equipment.
Chapter XI. Pipe, Valves and Fittings.
1963.
3. American Petroleum Institute.
Guide for Pressure relief and Depressuring Systems.
RP-521.
1969.
4. Amstead B.H., Ostwald P.F. y Begeman M.L.
Procesos de Manufactura.
Continental.
México, (1981).
5. Arant J.B.
"What is a Fire-Safe Valve?".
Hydr Proc. 60-4 (May-81), p 269.
6. Baumeister T. editor.
Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers.
8^a edición
McGraw Hill.
New York, (1978).