



16  
2EJ

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ANALISIS Y SELECCION DE VALVULAS EN  
ESTACIONES DE BOMBEO, ESTACIONES DE  
COMPRESION Y LINEAS DE CONDUCCION  
DE HIDROCARBUROS.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO PETROLERO  
P R E S E N T A :  
ARTURO JUAREZ GONZALEZ**



MEXICO, D. F.

1995

**FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-I-021

SR. ARTURO JUAREZ GONZALES  
Presente

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor Ing. Manuel Falcón Félix, y que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de Ingeniero Petrolero:

**ANALISIS Y SELECCION DE VALVULAS EN ESTACIONES DE BOMBEO,  
ESTACIONES DE COMPRESION Y LINEAS DE CONDUCCION DE  
HIDROCARBUROS**

I	INTRODUCCION
	ANTECEDENTES Y CARACTERISTICAS GENERALES DE VALVULAS
II	VALVULAS DE BLOQUEO
III	VALVULAS DE ESTRANGULACION
IV	FABRICACION DE VALVULAS
V	OPERACION Y MANTENIMIENTO
VI	SELECCION DE VALVULAS EN SISTEMAS DE TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS Y DERIVADOS
VII	INTERCAMBIABILIDAD ENTRE VALVULAS
VIII	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
	BIBLIOGRAFIA

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que se deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar examen profesional.

Atentamente  
"POR MI DADA HABLARA EL ESPIRITU"  
Ciudad Universitaria, a 6 de Marzo de 1995  
EL DIRECTOR

ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

61 JNCS\*EGLM\*gtg

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS: ANALISIS Y SELECCION DE VALVULAS EN ESTACIONES DE BOMBO,  
ESTACIONES DE COMPRESION Y LINEAS DE CONDUCCION DE  
HIDROCARBUROS

DIRECTOR DE TESIS: ING. MANUEL FALCON FELIX

REALIZADA POR : ARTURO JUAREZ GONZALEZ

FIRMAS DE CONFORMIDAD DEL JURADO:

PRESIDENTE : ING. EDUARDO CERVERA DEL CASTILLO

VOCAL: ING. MANUEL FALCON FELIX

SECRETARIO: ING. SALVADOR MACIAS HERRERA

1ER. SPTS.: M. I. RAFAEL RODRIGUEZ NIETO

2DO. SPTS.: ING. MANUEL VILLANAR UTUERAS

CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO DE 1995

The image shows five handwritten signatures in black ink, each corresponding to a name in the list of jury members. The signatures are written over horizontal lines. From top to bottom, they correspond to: Eduardo Cervera del Castillo, Manuel Falcon Felix, Salvador Macias Herrera, Rafael Rodriguez Nieto, and Manuel Villanar Utieras.

## AGRADECIMIENTO

**A MIS PADRES :**

**POR HABERME BRINDADO TODO SU APOYO DURANTE MUCHO TIEMPO, SU CONFIANZA EN MI ME DIO FUERZAS PARA LOGRAR ESTA META TAN IMPORTANTE EN MI VIDA. MUCHAS GRACIAS.**

**A MIS HERMANOS:**

**POR SU APOYO EN LOS MOMENTOS DIFICILES DE MI CARRERA. GRACIAS HERMANOS.**

**A MIS AMIGOS:**

**QUE ME BRINDARON SU AMISTAD Y APOYO EN EL TRANCURSO DE MI FORMACION. MUCHAS GRACIAS.**

**PARA MI DIRECTOR DE TESIS:**

**EL CUAL ME DIO SU APOYO DESINTERESADAMENTE PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO. MUCHAS GRACIAS.**

**PARA EL JURADO :**

**ING. EDUARDO CERVERA DEL CASTILLO  
ING. MANUEL FALCON FELIX  
ING. SALVADOR MACIAS HERRERA  
M.I. RAFAEL RODRIGUEZ NIETO  
ING. MANUEL VILLANAR VIGUERAS**

**PARA TODOS MIS PROFESORES:**

**QUE A LO LARGO DE MI CARRERA ME TRANSMITIERON SUS CONOCIMIENTOS. MIL GRACIAS.**

**ANALISIS Y SELECCION DE VALVULAS EN ESTACIONES DE BOMBEO, ESTACIONES DE COMPRESION Y LINEAS DE CONDUCCION DE HIDROCARBUROS.**

<b>TEMARIO</b>	<b>PAGINA</b>
<b>INTRODUCCION</b>	2
<b>CAPITULO I</b>	
<b>ANTECEDENTES Y CARACTERISTICAS GENERALES DE VALVULAS</b>	
I. 1 Antecedentes	6
I. 2 Definición de válvula	7
I. 3 Importancia de una válvula	8
I. 4 Funciones básicas de una válvula	9
I. 4. 1 Inicio y paro de flujo	9
I. 4. 2 Estrangulamiento	10
I. 4. 3 Prevención de contraflujo	11
I. 4. 4 Regulación de presión	12
I. 4. 5 Alivio de presión	14
<b>CAPITULO II</b>	
<b>VALVULAS DE BLOQUEO</b>	
II. 1 Válvulas de bloqueo	17
II. 2 Válvulas de compuerta	17
II. 2. 1 Válvulas de compuerta tipo cuña ahueada	17
II. 2. 2 Válvula de compuerta de paso completo y continuado	19
II. 2. 3 Válvula de compuerta tipo placa de asientos simples	19
II. 2. 4 Válvula de compuerta de expansión paralela de asientos simples	21
II. 2. 5 Válvula de compuerta tipo placa de asiento dual y de paso completo simple	27
II. 3 Válvula Macho	33
II. 3. 1 Válvulas macho lubricadas	35
II. 3. 2 Válvula con cubiertas de doble perno	46
II. 3. 3 Válvula estándar con prensaestopa roscado	48
II. 3. 4 Válvula estándar con prensaestopa apornado	49
II. 3. 5 Válvula "Hypreecal"	49
II. 3. 6 Válvula macho no lubricado	51
II. 3. 7 Desventajas de las válvulas macho tipo ahueado	61
II. 4 Válvula de bola	63
II. 4. 1 Válvula de bola, de Cameron Iron Works	67
II. 4. 2 Válvula de bola montada en muñón	70
II. 5 Válvula de retención (Check)	72
II. 6 Válvula de mariposa	74

### **CAPITULO III**

#### **VALVULAS DE ESTRANGULACION**

III. 1	Válvulas de estrangulación	81
III. 2	Válvulas de globo	81
III. 2. 1	Tipos de vástago	86
III. 2. 2.	Tipos de bonete	88
III. 3	Válvulas en Y	88
III. 4	Válvula de ángulo	91
III. 5	Válvula de aguja	92
III. 6.	Válvula de seguridad - alivio	95
III. 6. 1	Válvula de seguridad	97
III. 6. 2	Válvula de seguridad y alivio	100
III. 6. 3	Válvula de seguridad - alivio convencional	101
III. 6. 4	Válvula de seguridad - alivio balanceada	102
III. 6. 5	Válvula de alivio	103
III. 6. 6	Válvula de desahogo tipo pistón	107
III. 7	Capacidad de una válvula de seguridad - alivio	107
III. 8	Válvulas de control	119

### **CAPITULO IV**

#### **FABRICACION DE VALVULAS**

IV. 1	Fabricación de válvulas	131
IV. 2	Materiales para cuerpos y bonetes	131
IV. 3	Materiales para guarniciones y recubrimientos	133
IV. 4	Normas y códigos de fabricación	139
IV. 4. 1	Válvulas de acero	141
IV. 5	Maquinado de la válvula	145
IV. 6	Efecto de alta temperatura y presión sobre los materiales de fabricación	153
IV. 7	Selección de materiales	155
IV. 8	Especificación	157
IV. 9	Cómo ordenar una válvula	159

### **CAPITULO V**

#### **OPERACION Y MANTENIMIENTO**

V. 1	Operación	163
V. 2	Actuadores	164
V. 2. 2	Actuador neumático de resorte y diafragma	165
V. 2. 3	Actuador neumático tipo pistón	166
V. 2. 4	Actuador eléctrico	166
V. 2. 4	Actuador electrohidráulico	167
V. 3	Caidas de presión en válvulas	170

V. 4	Coefficiente de flujo	175
V. 5	Cavitación	177
V. 6	Mantenimiento	184
V. 6. 1	Estoperos	187
V. 6. 2	Empaques	188
V. 6. 3	Reemplazo del empaque del vástago	193
V. 6. 4	Reemplazo de anillos roscados	194
V. 6. 5	Lubricación de la empaquetadura del vástago	195
V. 6. 6	Selección de elastómeros	196
V. 6. 7	Fugas	196

## **CAPITULO VI**

### **SELECCION DE VALVULAS EN SISTEMAS DE TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS Y DERIVADOS**

VI. 1	Importancia de una buena selección	201
VI. 2	Selección de válvulas para líneas de conducción para hidrocarburos y derivados	201
VI. 3	Aplicación y selección de válvulas	203
VI. 3. 1	Válvulas para líneas de conducción con baja presión y altas temperaturas	203
VI. 3. 2	Válvulas para sistemas de regulación y medición	204
VI. 4	Válvulas en estaciones de bombeo	206
VI. 5	Válvulas en poliductos	209
VI. 6	Líquidos petroquímicos	213
VI. 6. 1	Gas L. P.	213
VI. 6. 2	Válvulas para manejo de gas L. P.	214
VI. 7	Gasoductos	217
VI. 7. 1	Gas natural	217
VI. 7. 2	Válvulas para el manejo de gas natural	218
VI. 7. 3	Válvulas para estaciones de compresión	222

## **CAPITULO VII**

### **INTERCAMBIABILIDAD ENTRE VALVULAS**

VII. 1	Estandarización	227
VII. 2	El propósito de la estandarización es la intercambiabilidad	228
VII. 3	Intercambiabilidad entre válvulas	228

## **CAPITULO VIII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

232

### **BIBLIOGRAFIA**

235



# **INTRODUCCION**

## **INTRODUCCION**

La industria petrolera engloba toda una diversidad de funciones que en el ámbito técnico, involucra todas las ramas de la ingeniería, una función principal y vital es la producción y transporte de hidrocarburos en fase líquida y gaseosa.

Del vasto y complejo sistema de transporte de hidrocarburos y derivados que incluye líneas de conducción, estaciones de bombeo y estaciones de compresión, se extrajo como motivo de estudio del presente trabajo un componente muy relevante al que frecuentemente no se le da la importancia que éste amerita, como lo es el caso del conjunto de válvulas, preseleccionadas para su empleo en el mencionado sistema.

Debido a que estos accesorios han llegado a ser imprescindibles en operaciones de producción y transporte, resalta de modo inmediato un dato que avala esta importancia: el hecho que en ocasiones llegan a representar hasta el 30 % de la inversión total de la tubería y el 6 % del costo total de una planta industrial.

En el presente trabajo se hace mención especial de las principales válvulas instaladas y empleadas en dichos sistemas de conducción, realizándose un análisis de cada válvula en cuanto a su selección, funcionamiento, operación, intercambiabilidad, mantenimiento, y metalurgia apropiada para los diferentes tipos de producto transportado.

Se destaca que el objetivo del trabajo desarrollado, se resume en el hecho de que el estudiante de ingeniería o el consultor, encuentren capítulos de interés y dispongan de un amplio panorama en cuanto al conocimiento de válvulas industriales, advirtiéndoles las ventajas y desventajas que presentan para su aplicación.

No se ha pretendido abarcar todo lo relacionado con el tema, ni tampoco profundizar en él, más bien se trata de explicar en forma sencilla y lo más completa posible la importancia de un buen conocimiento sobre válvulas en la industria petrolera, pues en ocasiones las mismas válvulas se aplican paralelamente en la industria petroquímica, de proceso, en

## *Introducción*

plantas de tratamiento de aguas negras y residuales e industria en general.

En el Capítulo I, se presentan aspectos generales de válvulas, haciendo una breve referencia desde su evolución a través del tiempo, pasando por sus principales funciones, importancia y objetivos para servicios de inicio y para de flujo, así como de estrangulamiento.

Del Capítulo II, se distingue a las válvulas empleadas para servicio de inicio y paro de flujo, o también llamado cierre o bloqueo. Para cada válvula involucrada en este capítulo se hace una descripción general de las partes mecánicas que forman parte de ellas, de su funcionamiento, así como de una descripción del flujo de fluidos que pasa a través de la válvula.

En el capítulo III, se clasifican las válvulas que son para servicios de estrangulación de flujo, realizándose para cada una de ellas, una descripción física de los elementos que la constituyen, así como del manejo de los fluidos a través de ella. Seleccionándose las de mayor aplicación e importancia para sistemas de transporte de hidrocarburos y derivados, tanto para el capítulo II y III.

En el Capítulo IV, se comenta de una manera general la fabricación de válvulas, haciendo referencia de las especificaciones de normas y códigos internacionales como el API, ANSI, entre otros; se mencionan también los diferentes materiales de construcción para el manejo de líquidos petrolíferos, gas, y sustancias corrosivas comunes, la influencia de temperaturas y presiones de operación, así mismo se menciona una guía de cómo requisitar una válvula con el fabricante.

En el Capítulo V, se habla de lo importante que resulta llevar a cabo una buena operación y mantenimiento de válvulas, así como un estudio de actuadores para la automatización de las mismas. También se mencionan diferentes fenómenos que frecuentemente ocurren en ellas.

En el Capítulo VI, se comenta lo conveniente de una buena selección de las válvulas para una operación eficiente de nuestro sistema de transporte de hidrocarburos, efectuándose un análisis crítico de la intervención operativa de cada válvula en diagramas mecánicos de flujo.

### *Introducción*

**En el Capítulo VII, se trata de las válvulas que se pueden sustituir con otras, que satisfagan la función operativa en caso de presentarse alguna falla, emergencia o carencia de las mismas cuando ésta sea requerida.**

**El Capítulo VIII, comprende las conclusiones y recomendaciones acerca del estudio realizado sobre válvulas, destacando los principales objetivos logrados, así como la mención de ciertos temas destacados, incluidos en el desarrollo de la presente tesis.**

**CAPITULO I**  
**ANTECEDENTES Y CARACTERISTICAS**  
**GENERALES DE VALVULAS**

## **ANTECEDENTES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES**

### **I. 1 ANTECEDENTES**

Hacer mención de los antecedentes de las válvulas, resulta hasta cierto punto algo complejo debido a que a través del tiempo, durante su intervención en la historia de la industria, han mantenido la etiqueta de inadvertidas y por lo mismo, no se ha escrito mucho al respecto.

Sin embargo, se encontraron datos interesantes que desde tiempos inmemoriales, las válvulas empezaron a desempeñar una función importante para la humanidad.

Un punto que refleja la necesidad del hombre, por ejercer control sobre los fluidos manejados durante algún proceso, recae, en una válvula de paso completo encontrada en un antiguo reloj de agua egipcio, que data del año 2000 a. C.

La historia de las válvulas macho se remonta a la época de los Fenicios, cuando ellos fabricaron las primeras válvulas para sus toneles de vino que llevaban consigo en sus excursiones mercantiles. La construcción de estas válvulas pioneras era completamente de madera.

Así mismo, estas válvulas han sido encontradas en las ruinas de Pompeya, que se supone las emplearon en acueductos por el año 79 de nuestra era.

Otro dato interesante, resalta el hecho de que el hombre aprovecha cualquier medio que la naturaleza le ofrece, para satisfacer su necesidad operativa, y probablemente, la primer válvula de compuerta empleada en la historia, fue instalada en una tubería de bambú. Y ésta se constituía de una pieza de piel de cabra y una roca. La piel de cabra llegó a ser un miembro flexible entre las dos piezas del tubo de bambú y la roca llegó a ser la compuerta.

En la época del renacimiento, cuando ya se empezaba con las construcciones metálicas, se desarrollaron pequeñas válvulas macho de vidrio esmerilado para líquidos de laboratorio.

## ***Antecedentes y características generales de válvulas***

A finales del siglo XIX en Japón, para la siembra del arroz, en el sistema de riego empleado, se contaba con válvulas de compuerta con el cuerpo fabricado en madera, con vástago metálico dealizante que hacía subir y bajar una compuerta también de origen metálico, que permitía el paso del flujo de agua para irrigar la zona de siembra. La vida útil de esta válvula se lograba dándole mantenimiento al vástago de la válvula con grasa de origen animal.

Desde las primeras décadas de éste siglo, la industria fabricante de válvulas ha mantenido una constante evolución tecnológica, tanto en características de diseño como en los materiales empleados para su fabricación.

Durante la segunda guerra mundial se presentó un problema en las válvulas de esa época, pues ya se empezaban a poseer los materiales y la técnica de mecanizado que lo resolverían: tener una válvula de apertura rápida, con la que con poco esfuerzo cerrara herméticamente para manejo de gases.

Especialmente para la situación de la cohetaría en aquel tiempo el desarrollo fue fundamental, llegándose a una válvula con una bola girando sobre su propio eje contra un asiento suave y con poco rozamiento; al acabar la segunda guerra y al disponerse de una nueva tecnología se lanzó al mercado la válvula que hoy conocemos como bola.

En los últimos 40 ó 50 años, se ha mantenido vigente cierta metalurgia empleada en la manufactura de válvulas, aún así el desarrollo de la ingeniería de diseño en válvulas se mantiene a la vanguardia tecnológica, debido a que los requerimientos operativos, así como el cumplimiento y satisfacción de normas y especificaciones técnicas por parte de asociaciones internacionales, son más exigentes día con día.

### **1.2 DEFINICION DE VALVULA**

Una definición de válvula en forma general, sin involucrar que características físicas, ventajas, limitantes o funciones que la válvula pueda desarrollar es la siguiente :

## ***Antecedentes y características generales de válvulas***

Una válvula es un dispositivo mecánico, que nos permite controlar y gobernar a voluntad el flujo de los fluidos en fases líquida y gaseosa, que se conducen o manejan por medio de tuberías, de un punto de origen a otro final.

### **I. 3 IMPORTANCIA DE UNA VALVULA**

Los ingenieros en la actualidad están poniendo un gran interés en la correcta selección y aplicación de válvulas, ya que éstas representan una parte considerable de la inversión total, ya sea si se está construyendo o ampliando una línea de conducción, estación de bombeo o estación de compresión.

Así también, cuando se lleva a cabo el mantenimiento de las instalaciones, llegan a representar del 6 al 8 % del costo total de la operación llevada a cabo.

La importancia que representan las válvulas, en el sistema de transporte de hidrocarburos, queda definida por el hecho que es considerada como uno de los componentes más destacado dentro de las instalaciones; debido a que frecuentemente los productos transportados son tóxicos y altamente inflamables, para ello debemos lograr un control total sobre nuestra producción, así como la seguridad de las instalaciones, la del personal que labora en ellas, y la de gente ajena que se encuentra habitando en zonas aledañas a los ductos o estaciones.

En producción y transporte de hidrocarburos, los líquidos y gases, están definidos por complejas composiciones químicas en ocasiones abrasivas, y las condiciones de flujo que los rige, van acompañadas de una fuerte variación de presión y temperatura, así como de sólidos arrastrados por el flujo. Todo ello genera un ambiente con altos grados de erosión y corrosión, a los que ciertos componentes de las válvulas están sometidos a permanecer en contacto con ellos, bajo esas condiciones de trabajo, aún así las válvulas se mantienen operando por largos periodos de tiempo sin el mantenimiento requerido y recomendado por el fabricante.

En caso de accidentes en nuestro sistema de transporte, la intervención apropiada y oportuna de una válvula, puede representar el ahorro de



### ***Antecedentes y características generales de válvulas***

miles o millones de nuevos pesos, e incluso evitar la pérdida de seres humanos o alteraciones de ecosistemas.

En el sistema de líneas de conducción, estaciones de bombeo y estaciones de compresión, del 100 % de las válvulas instaladas, aproximadamente el 60 % corresponden a las del tipo de compuerta, el 20 % a válvulas macho, el 10% a válvulas de control y globo, y el 10 % restante, corresponde a válvulas de retención, mariposa, etc.

#### **I. 4 FUNCIONES BASICAS DE UNA VALVULA**

Las válvulas deberán cumplir con ciertos objetivos generales con los cuales cubrirán cualquier necesidad operativa de flujo; las funciones que norman el perfil fundamental de operación son las siguientes: inicio y paro del flujo, estrangulamiento, prevención de contraflujo, regulación de presión y alivio de presión.

##### **I. 4. 1. INICIO Y PARO DEL FLUJO**

Este es el servicio más común para el que las válvulas fueron diseñadas. La válvula ideal es aquella que permite al fluido moverse a través de ella, con muy poca restricción al flujo y con una caída de presión mínima, cuando la válvula está totalmente abierta, además de proporcionar un sello impermeable cuando esta completamente cerrada. Ver la figura 1.1

## Antecedentes y características generales de válvulas

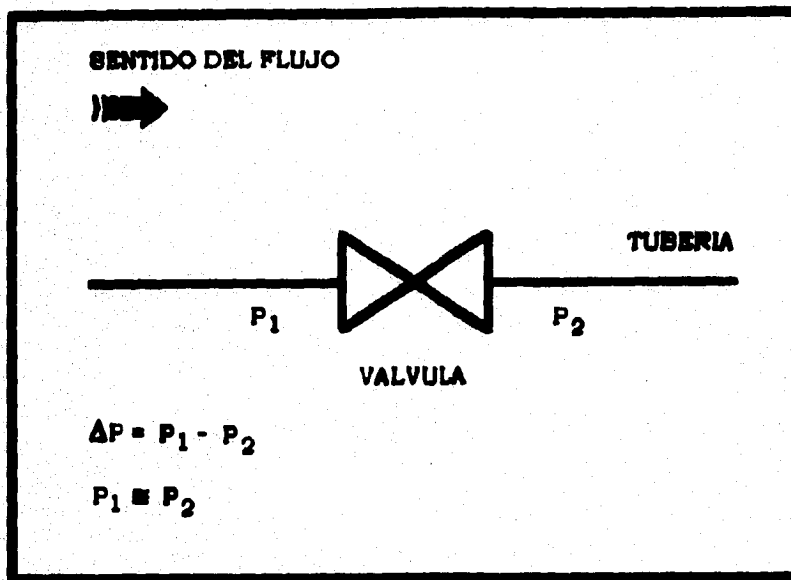


Figura 1-1. Muestra la presión de entrada  $P_1$  y la presión de salida  $P_2$ , para el servicio esencial de paro e inicio de flujo.

### 1.4.2 ESTRANGULAMIENTO

También es conocido como regulación de flujo, esta operación se lleva a cabo, provocando una restricción al flujo, por cada cambio de dirección del flujo o por una combinación de ambos. Mostrado en la figura 1-2.

El estrangulamiento es usualmente logrado empleando válvulas de globo, de ángulo, de aguja, machos o de bola. Las válvulas de globo y aguja que tienen disco generalmente permite controlar más estrechamente la regulación de flujo.

## Antecedentes y características generales de válvulas

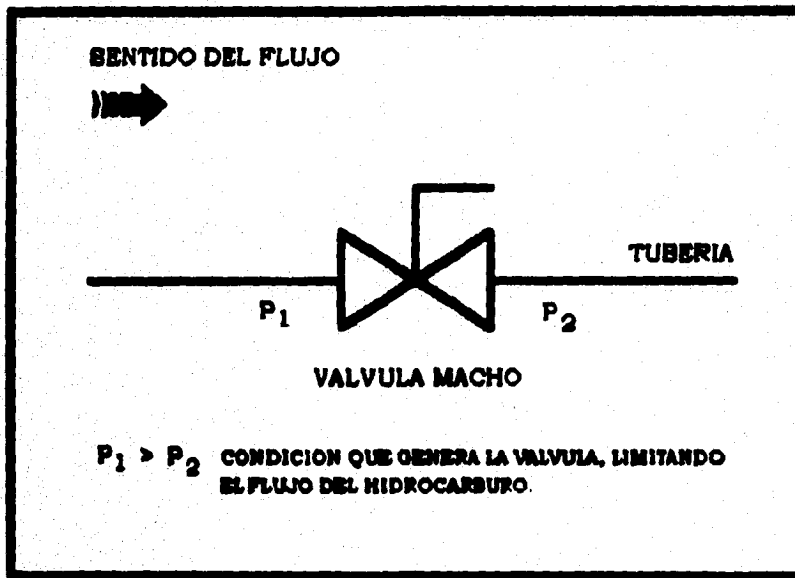


Figura 1-2. Estrangulación de flujo.

### 1. 4. 3 PREVENCIÓN DEL CONTRAFLUJO

Esto significa prevenir un flujo inverso en la tubería; esta es una función singular de las válvulas check o de retención, que permiten el paso del líquido en un solo sentido, manteniéndose abierta para el paso de fluido, pero si éste se regresa, automáticamente empuja al disco de la válvula generando un sello hermético evitando así el contraflujo. Ver la figura 1-3, donde se encuentra representada.

## Antecedentes y características generales de válvulas

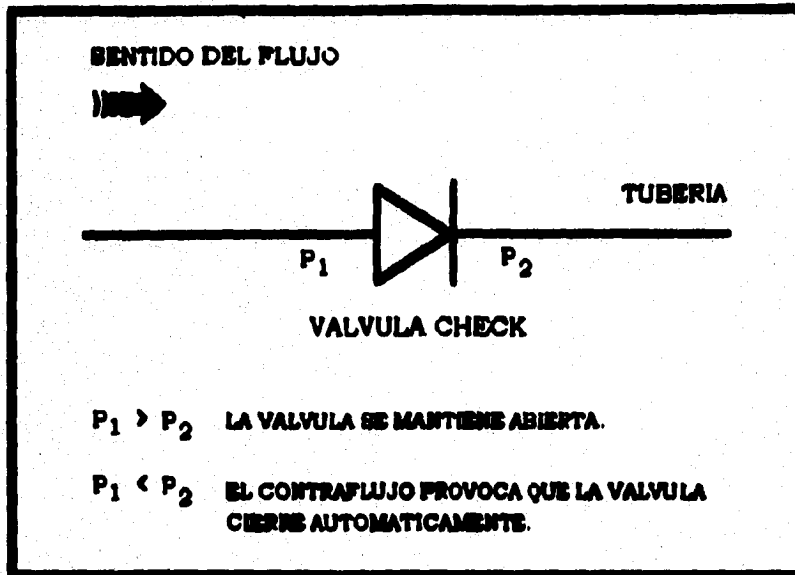


Figura 1-3. Función principal de la válvula de retención evitar el contraflujo.

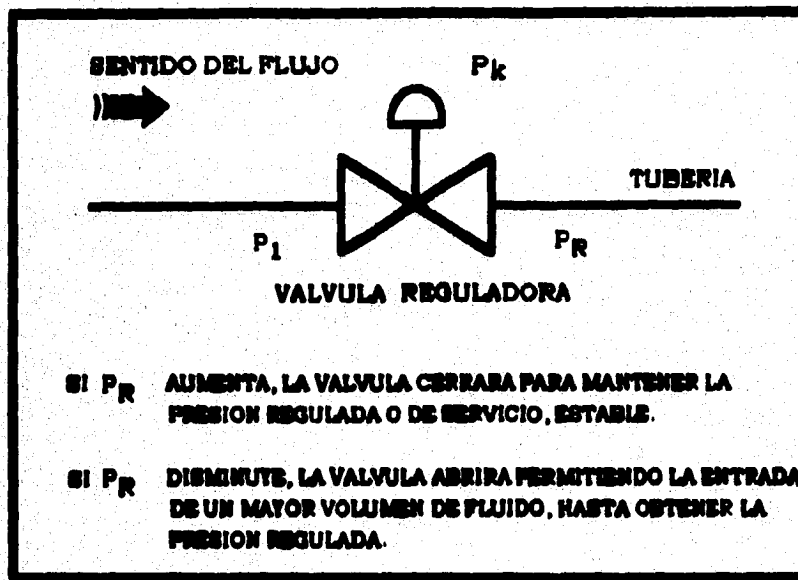
### 1.4.4 REGULACION DE PRESION

En cualquier tipo de sistema la llegada de presión deberá ser regulada o reducida a una presión de servicio, estas válvulas reguladoras de presión están instaladas sobre la línea.

No solamente estas válvulas hacen que reduzca la presión sino que también la mantienen a un nivel estándar de operación.

Este tipo de válvulas tienen una calibración de operación y abren o cierran automáticamente, cuando existen variaciones de presión sobre la línea manteniendo estable la presión de servicio.

### Antecedentes y características generales de válvulas



Donde:

$P_k$ , Presión de calibración de la válvula.  
 $P_1$ , Presión de entrada.  
 $P_R$ , Presión regulada.

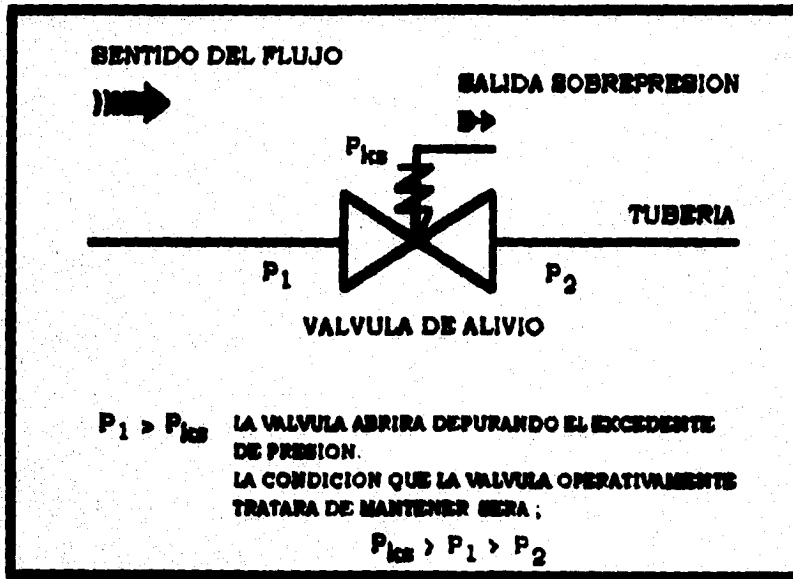
Figura 1-4. Regulación de presión del flujo.

#### **I. 4. 5 ALIVIO DE PRESION**

**Esta función tiene mucha aplicación tanto en líneas de conducción así como en estaciones. Las presiones excesivas pueden causar severos daños en el sistema de producción y para prevenir esto, se colocan válvulas de seguridad-alivio como la mostrada en la figura 1-5.**

**Estas válvulas contienen un resorte calibrado a cierta presión de operación, el cual se comprime y permite la apertura de la válvula, cuando la presión en la línea o en el equipo exceda la presión de calibración del resorte, liberando así la sobrepresión del sistema.**

*Antecedentes y características generales de válvulas*



**Donde:**

**$P_{ks}$ , Presión calibrada del resorte.**  
 **$P_1$ , Presión de entrada.**  
 **$P_2$ , Presión de salida.**

**Figura 1-5. Servicio de seguridad-alivio de presión.**

**CAPITULO II**  
**VALVULAS DE BLOQUEO**



## *Válvulas de bloqueo*

### **II. 1 VALVULAS DE BLOQUEO**

Las válvulas utilizadas para aislar equipo, instrumentos y componentes de la tubería como coladores, trampas de vapor, filtros etc., cuando se requiere mantenimiento, se llaman válvulas de cierre o bloqueo.

### **II. 2 VALVULAS DE COMPUERTA**

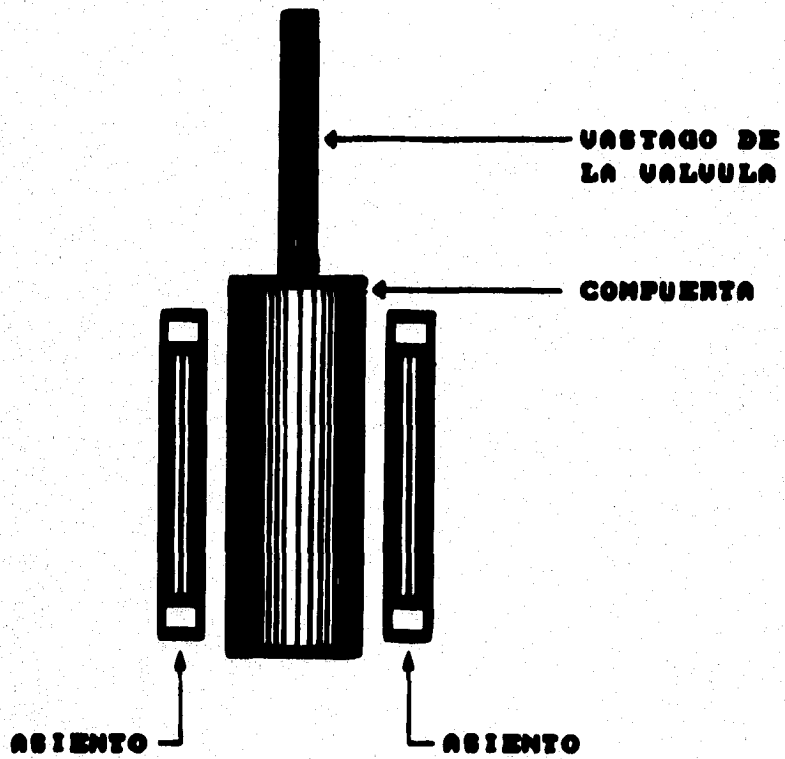
La válvula de compuerta es utilizada comunmente, para bloquear o parar el flujo y de esta manera aislar el equipo o tubería en servicio. Resulta ser práctica cuando se requiere de una válvula que abra y cierre completamente, y donde esta operación no sea muy constante en la línea de conducción.

Su diseño es tal que cuando abre completamente, el fluido pasa a través de la válvula en línea horizontal, con baja resistencia al flujo y pequeñas caídas de presión. Normalmente son usadas en la industria del petróleo y gas natural.

La válvula de compuerta no se recomienda para servicios de estrangulación, por que la compuerta y sello tienden a sufrir erosión rápida cuando restringen la circulación, y producen turbulencia con la compuerta parcialmente abierta. La válvula de compuerta, supera en número a otro tipo de válvulas en donde se requiere circulación ininterrumpida y poca caída de presión. Los principales componentes típicos de la válvula de compuerta son mostrados en la figura 2-1.

El arreglo es sencillo, el cuerpo soporta la presión del fluido mientras que la compuerta, al llenar el espacio entre los asientos proporciona la capacidad de cierre. El vástago simplemente conecta la compuerta con el accionador para abrir o cerrar la válvula. Es simple, efectiva y funcional. Las válvulas de compuerta pueden ser clasificadas en base a dos diferentes diseños. Válvulas de compuerta de cuña ahuecada y válvulas de compuerta con abertura circular rasante (de paso completo y continuado).

**Válvulas de bloqueo**



**CAVIDAD DEL CUERPO**

**Figura 2-1 Principales componentes de la válvula de compuerta**

### **II. 2. 1 VALVULAS DE COMPUERTA TIPO CUÑA AHUSADA**

Quizá fue el primer diseño moderno que se ha inventado, para este tipo de válvulas. El modelo de válvula de compuerta típico es mostrado en la figura 2-2. Las válvulas de compuerta tipo cuña ahusada, son las más usadas en procesos industriales. Estas no están sin embargo, pensadas para uso en aplicaciones de servicio crítico, ni tampoco donde se requiere de un paso completo a través de la válvula. La característica de flujo de esta válvula, es dificultada por la geometría de la disposición de los asientos.

Los asientos están colocados en posición inclinada para coincidir con la forma ahusada de la compuerta, y la parte baja de la cavidad del cuerpo queda expuesta en la posición abierta de la compuerta, creando con esta, un flujo turbulento. Son una alternativa de bajo costo en lugar de las válvulas de compuerta con abertura circular rasante, cuando una capacidad absoluta de cierre, no es necesariamente el resultado buscado.

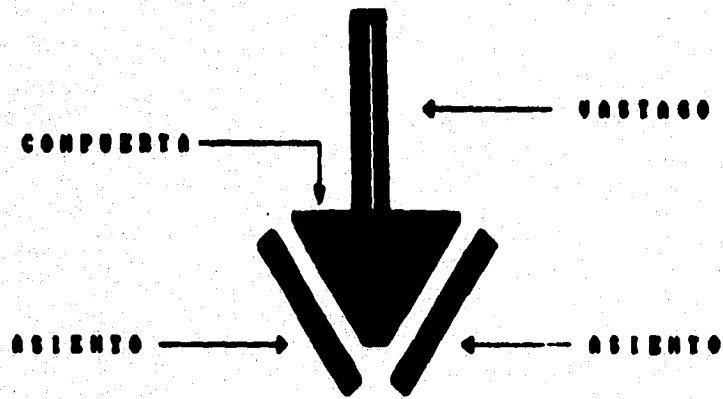
### **II. 2. 2 VALVULAS DE COMPUERTA DE PASO COMPLETO Y CONTINUADO (Abertura Circular Rasante)**

La válvula de compuerta de paso completo y continuado, incluye los mismos elementos de todas las válvulas de compuerta. El término de abertura circular rasante, se utiliza para describir la característica del orificio de la válvula. Este tipo de válvula de compuerta, es generalmente de "puerto completo", en el cual, la geometría interna de la misma es equivalente a las dimensiones del ducto.

Debido a que la válvula es de paso completo, el diámetro interno de ésta es igual al diámetro interno de la línea. Es utilizada en la limpieza de las tuberías, cuando se realizan registros, y en la planeación de medición con instrumentos.

La geometría interna ayuda a la formación de flujo laminar. La cavidad del cuerpo de la válvula queda esencialmente aislada del orificio de la misma, debido a la configuración geométrica (diseño) de la compuerta, y también a que ésta ocupa positivamente en cualquiera de sus posiciones, la separación existente entre los asientos de la válvula.

**Válvulas de bloqueo**



**Figure 2-2 Compuerta tipo cuña abocada**

## Válvulas de bloqueo

La geometría de esta válvula es mostrada en la figura 2-3. Se clasifican por el tipo de compuerta y geometría de los asientos. La siguiente exposición es una clasificación general de combinaciones disponibles:

### TIPO DE COMPUERTA

### DISEÑO DEL ASIENTO

Compuerta tipo placa \_\_\_\_\_ Simple  
Compuerta de expansión paralela \_\_\_\_\_ Simple  
Compuerta tipo placa \_\_\_\_\_ Asiento Dual

Cada una de las clasificaciones anteriores representa diferentes características de diseño y de funcionamiento de las válvulas de compuerta de paso completo y continuado. Enseguida se discutirá cada una de ellas en cuanto a diseño y características de operación.

### **E. 2. 3 VALVULA DE COMPUERTA TIPO PLACA DE ASIENTOS SIMPLES**

La industria ha evolucionado en la aplicación de procesos químicos y técnicos, que exigen un mayor grado de comportamiento funcional de las válvulas de compuerta. Este tipo de configuración ofrece una buena capacidad de cierre y flujo simple horizontal, pasando sencillamente una compuerta plana a través de la abertura del conducto de la válvula. Los asientos son generalmente flotantes en sus cavidades que se localizan en ambos lados de la compuerta. El cierre es llevado a cabo cuando la compuerta ha obstruido completamente la sección del conducto comprendido entre los asientos de la válvula.

Cuando la válvula empieza a cerrar, provoca una presión diferencial. La compuerta flota o se mueve ligeramente hacia el asiento de aguas abajo forzándolo contra la cara del mismo y empujándolo contra la pared trasera de la cavidad. La fuerza aplicada es el producto de la presión diferencial por el área expuesta de la compuerta. El movimiento del asiento se explica más al detalle en la figura 2-4.

El asiento de aguas arriba se mueve en contra del mismo lado de la compuerta, debido a una presión diferencial que se crea sobre una diferencial de área del asiento. Esto permite que los asientos realicen contacto en ambos lados de la compuerta, creando un doble cierre

Válvulas de bloqueo

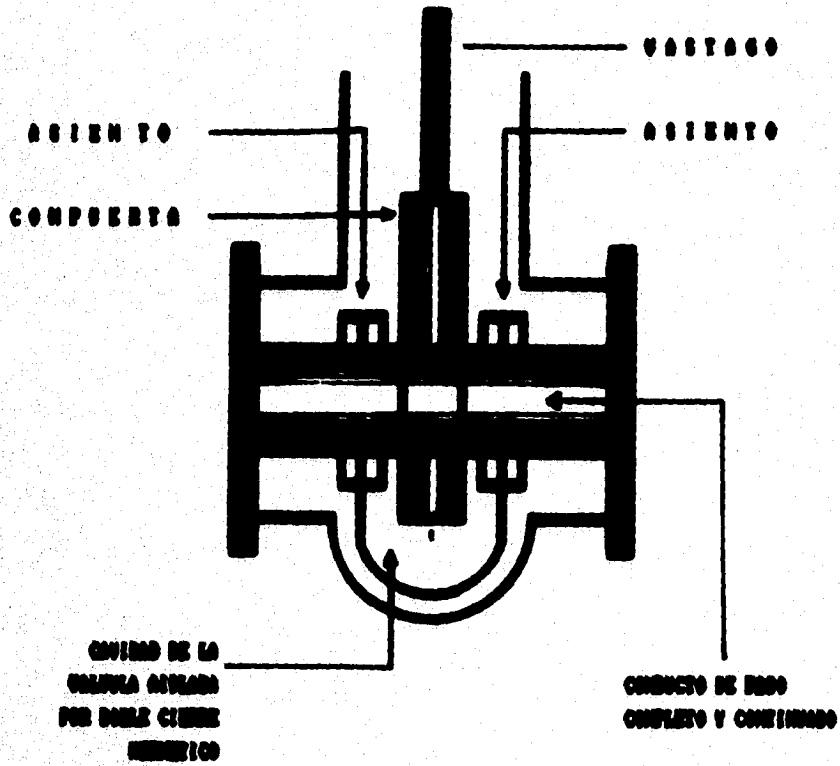


Figura 2-3 Geometría del conducto de la válvula

# Válvulas de bloqueo

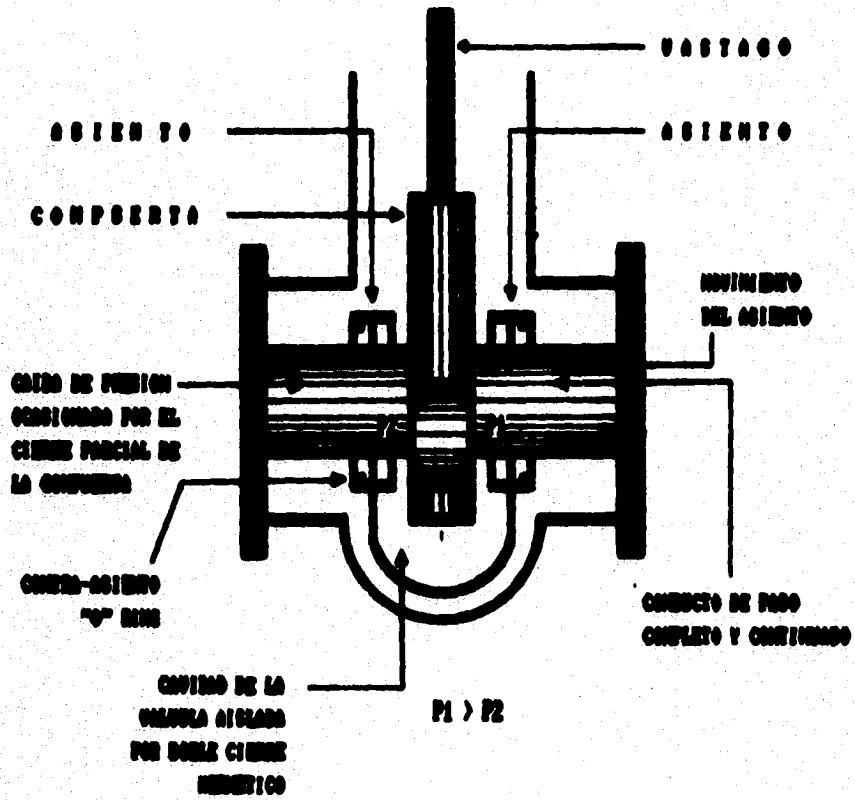


Figura 2-4 Geometría del doble cierre herético

## *Válvulas de bloqueo*

hermético. El término de doble cierre hermético, se define como una característica de la válvula, que permite el desfogue de la cavidad del cuerpo de la misma hacia la atmósfera o a cualquier otro lugar conveniente dentro del sistema, independientemente de la presión de aguas arriba y aguas abajo en el conducto.

La capacidad del doble cierre hermético, es una característica muy importante para muchas aplicaciones en tuberías y en procesos industriales. La válvula de compuerta plana de asientos sencillos es un diseño que posee ésta característica. La simplicidad de construcción y funcionamiento de esta válvula hacen que tanto el costo inicial como el costo de mantenimiento se reduzcan considerablemente.

Dada la excelencia de su diseño así como la alta calidad de material y de mano de obra que intervienen en su manufactura la hacen una válvula confiable y a la vez económica. Un ejemplo de este tipo de diseño, son como las que fabrica la firma, "WKM División de Industrias ACF Inc." figura 2-5.

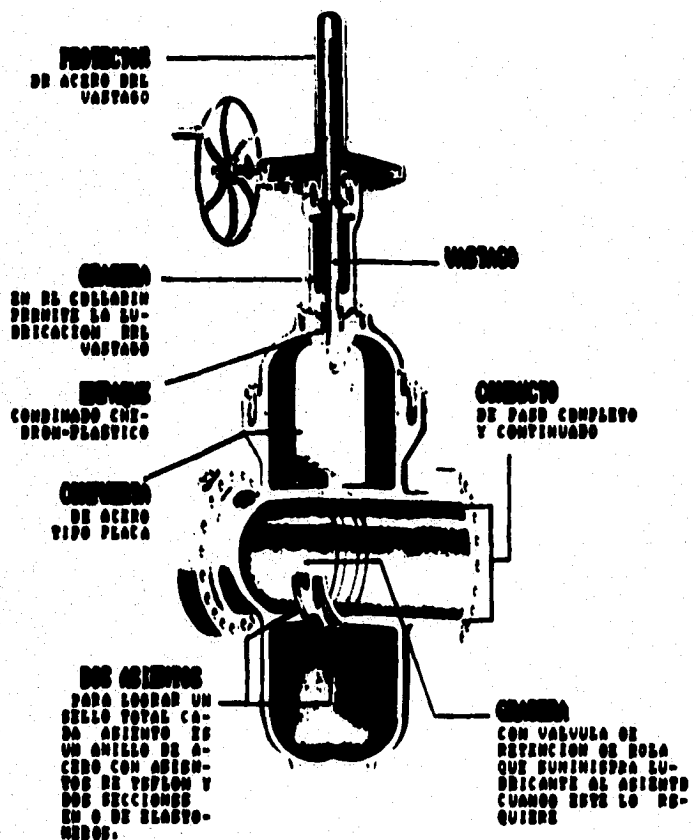
En la figura 2-6, se muestra la forma en que se logra el sello de los asientos para válvulas de compuerta de acero de asientos simples de la firma WKM, que a continuación se explican:

Cuando la compuerta está cerrada, teniendo igual presión a ambos lados del conducto, el sello inicial se efectúa entre el teflón y la compuerta (1); a medida que la presión actúa sobre la cara de la compuerta, el teflón del asiento del lado opuesto se aprieta hasta que la cara de la compuerta descansa por completo sobre la cara metálica del asiento teniéndose un doble sello, primero teflón-metal y segundo metal contra metal (2); debido al desplazamiento del asiento contra la caja, también existe una compresión sobre el anillo sellador colocado entre la parte posterior del asiento y la caja del asiento previniendo el flujo en este punto (3).

La hermeticidad de lado de la presión de la línea, se logra mediante la diferencial de presión con el interior del cuerpo, ya que la presión de la línea actuando entre la parte posterior del asiento y la caja del asiento, empuja al asiento contra la compuerta (4). El empaque de sección "O" (5), impide que la presión se comuniqué con el cuerpo de la válvula. La válvula de compuerta sólida proporciona un medio automático de aliviar la presión de la línea por causas tales como expansión térmica. En efecto, cuando este es el caso, la diferencia de presión actuando sobre la



*Válvulas de bloqueo*



**Figura 2-5 Válvula de compuerta tipo plana de asientos simples de la línea "V-I-N"**

Válvulas de bloqueo

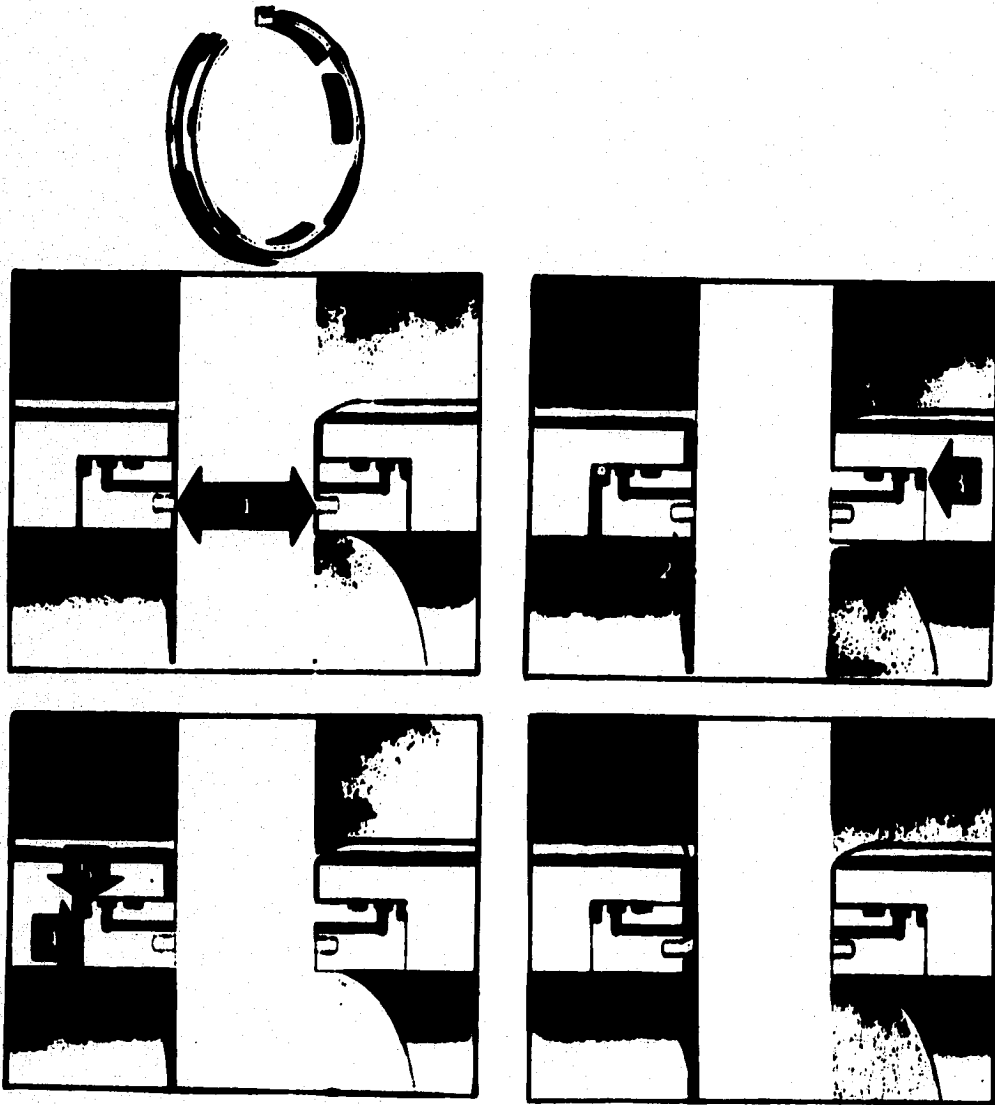


Figura 2-6 Diagrama mostrando el procedimiento de sellado de la válvula de compuerta de asiento simple

### *Válvulas de bloqueo*

cara frontal del asiento del lado de presión, lo obliga a retroceder contra la caja, separándose de la compuerta y permitiendo que el exceso de presión escape hacia la línea.

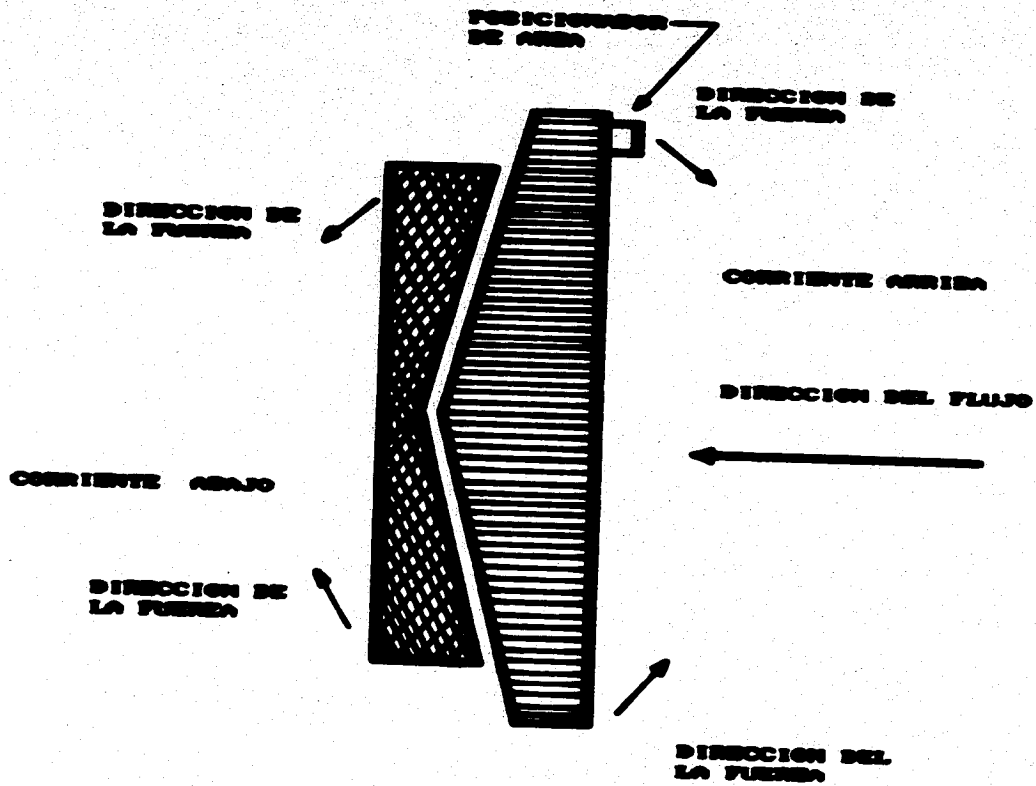
#### **CARACTERISTICAS DE LA VALVULA**

- \* Este tipo de válvula, no requiere lubricación, sin embargo, tiene instaladas graseras para la lubricación directa de los asientos si se desea lubricarlos, lo que resulta en una vida más larga para la válvula.
- \* En estas válvulas se ha evitado el uso de resorte, los cuales tarde o temprano, por corrosión y fatiga están predestinados a fallar, con los trastornos consiguientes.
- \* La tapa de estas válvulas, en todos sus tamaños y presiones es del tipo empernada, siendo fácilmente desarmable en la línea y pudiéndose reparar con toda facilidad por una persona experta, sin necesidad de sacarla de la línea.
- \* El diseño de estas válvulas es de paso completo, es decir que proporciona un conducto libre de restricciones a través de la válvula, del mismo diámetro que el diámetro interior de la tubería y por tanto la caída de presión no es mayor que la caída de presión en un tramo equivalente de tubería, eliminándose también la turbulencia y la posibilidad de que se alojen partículas extrañas en el interior de la válvula

#### **II. 2. 4 VALVULA DE COMPUERTA DE EXPANSION PARALELA DE ASIENTOS SIMPLES**

La válvula de compuerta de expansión paralela, utiliza una compuerta dividida en dos mitades con un espacio intermedio, maquinadas en ángulo, que generan una fuerza en contra de la cara de los asientos en las posiciones de apertura y de cierre completos.

Generalmente en este tipo de válvulas los asientos son introducidos a presión dentro de la cavidad de los mismos para que no tengan movimiento alguno. La fuerza controlada de la compuerta sobre los asientos, es función de la acción entre las dos piezas de la misma en las posiciones de apertura o cierre totales. Como se ilustra en la figura 2-7.



Valvulas de bloqueo

Figura 2-7 Ensamble de la compuerta de expansion paralela

### *Válvulas de bloqueo*

Para esto es necesario que la válvula sea cerrada con una considerable cantidad de par motor, utilizando un maneral, un engranaje cónico, o un actuador. La cantidad de par requerido para despegar y mover la compuerta crea la necesidad de diseñar vástagos para trabajo pesado, y actuadores o mecanismos con alto par de torsión.

La compuerta dividida en dos piezas, se colapsa cuando ésta viaja de las posiciones de la apertura a la de cierre, y de ésta a la de apertura. Al realizar estos movimientos el espacio que se crea entre las caras externas de la compuerta dividida y los asientos, permite la facilidad de operación además de prevenir daños en el área donde se lleva a cabo el sello, durante la apertura y cierre de la válvula.

El diseño es especialmente susceptible cuando se encuentran sólidos en el flujo, así como a las variaciones considerables de temperatura. Generalmente mientras más grande es la válvula de compuerta más susceptible es a las variaciones de temperatura.

Un par excesivo para efectuar el sello de la compuerta con los asientos, puede a menudo dañar las dos mitades de la compuerta, creando superficies no paralelas. Resulta posible flexionar y hasta romper la mitad de la compuerta, de la sección más delgada en la parte media, como consecuencia de un exceso en la fuerza. Los momentos flexionantes aplicados a las mitades de la compuerta son mostrados en la figura 2-7.

El posicionamiento de la compuerta es crítico, para condiciones de flujo uniforme y conveniente para que la compuerta asiente en el espacio intermedio de los asientos. La posición es generalmente gobernada por la superficie maquinada de un localizador de área. Esta superficie determina la posición de la compuerta y el punto en donde la expansión paralela empieza a ocurrir. El bloque localizador y mecanismo de paro, también se muestra en la figura 2-7.

El área localizadora, puede ser determinada por un bloque sobre la mitad viajera de la compuerta dividida, o bien, usando la parte inferior del cuerpo y del bonete para efectuar los puntos de paro. En ambos casos se requieren tolerancias estrechas en el maquinado sobre las respectivas superficies para asegurar el posicionamiento correcto.

## Válvulas de bloqueo

El diseño de la válvula de compuerta, es tal, que proporciona un conducto a través de la misma sin restricciones, del mismo diámetro que el diámetro interior de la tubería. Lo que evita que el flujo turbulento a alta presión le provoque cortaduras; por la misma razón, la caída de presión en la válvula, no es mayor que la caída de presión en un tramo de longitud equivalente de tubería. Un ejemplo de este tipo de diseño, son las válvulas de la firma WKM División de Industrias ACF Inc., figura 2-8.

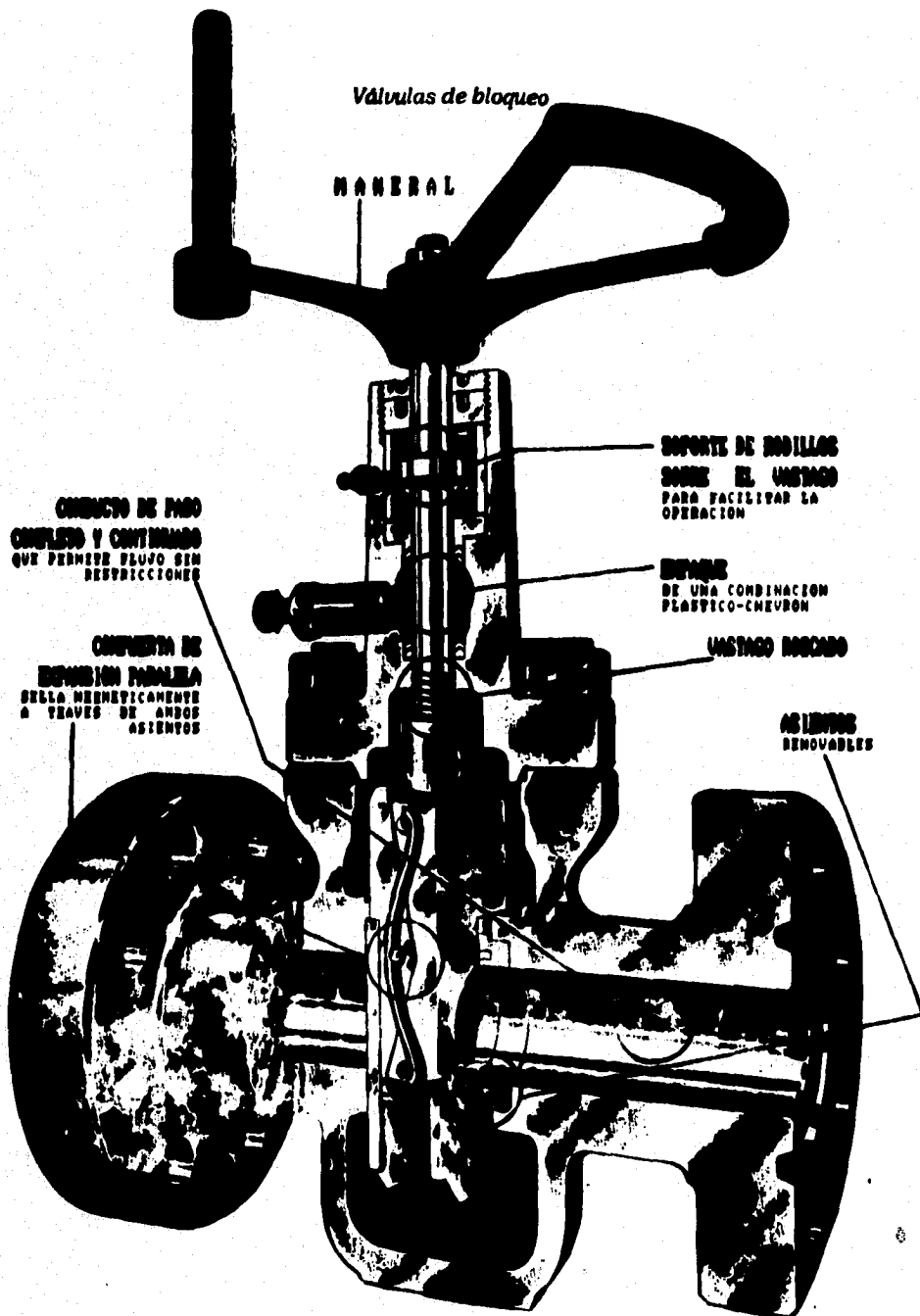
En la figura 2-9, muestra la operación de apertura y cierre de este tipo de válvula.

Debido al diseño único de la compuerta tipo expansión, la operación de apertura y cierre de la válvula, resulta sumamente fácil en cualquier condición, ya que cuando la compuerta está por llegar a la posición de cierre, el segmento ha llegado al tope; al seguir operando la compuerta la doble cuña de la compuerta y el segmento entran en acción obligándolos a separarse y lográndose un cierre perfecto contra los asientos debido a esta acción de expansión entre la compuerta y el segmento. En la figura 2-9, muestra la operación de apertura y cierre de este tipo de válvula.

Al comenzar a abrir, la acción de la cuña es inversa, lo cual hace que la presión contra los asientos ceda, obteniéndose una holgura entre la compuerta y los asientos, cosa que permite que la compuerta pueda ser levantada venciendo únicamente el peso propio de la misma, ya que la fricción contra los asientos puede considerarse nula. En otros diseños de válvulas de compuerta, se requiere un ajuste muy estrecho entre la compuerta y los asientos lo que ocasiona que tanto al abrir como al cerrar debe vencerse, además del peso de la compuerta, la alta fricción contra los asientos.

### CARACTERISTICAS DE LA VALVULA

\* No requiere lubricación. El cierre de la compuerta contra los asientos es básicamente "metal contra metal". En efecto, la válvula es probada para la hermeticidad del contacto metal-metal de los asientos y la compuerta. Para un cierre perfecto, se dotan los asientos de un empaque adicional de teflón lo que reduce la fricción contra la compuerta aún más. Además para un cierre hermético se proveen graseras para la lubricación de los asientos; esto además de proporcionar un medio adicional de lograr la hermeticidad, deposita una delgada capa de grasa en la compuerta cada



**Figura 2-8 Válvula de compuerta tipo expansión de  
de asientos simples de la firma "V-E-H"**

Válvulas de bloqueo

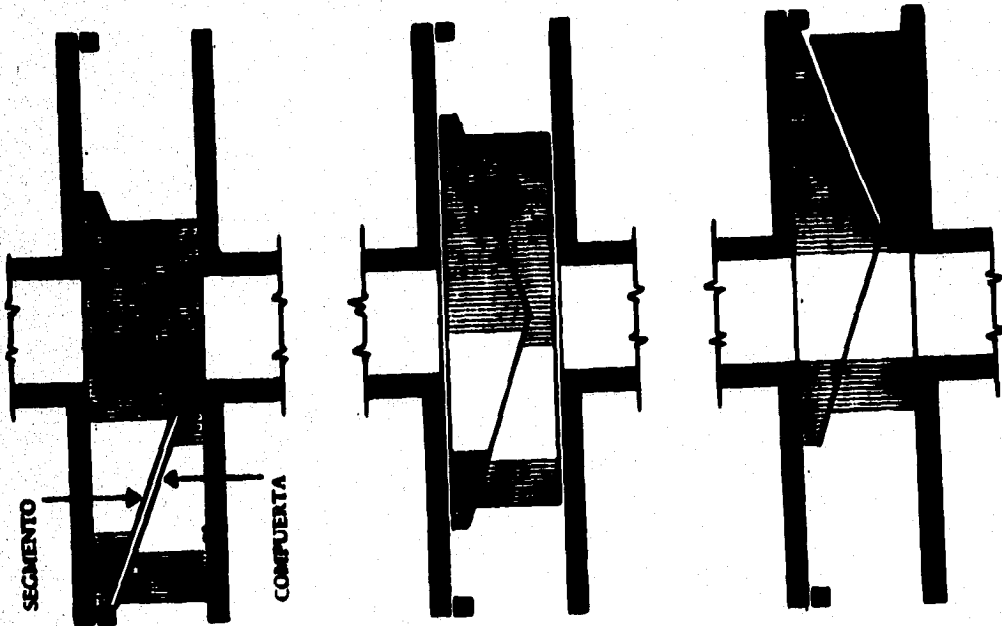


Figura 2-9 Diagramas mostrando el funcionamiento de la compuerta de expansión



### *Válvulas de bloqueo*

vez que abre o cierra, prolongando la vida de la válvula. La lubricación no es necesaria, sino conveniente para mayor protección de la vida de la válvula.

\* **Golpe de Ariete.** El diseño básico de la compuerta y el segmento es tal, que la relación entre el área de paso de fluido y el viaje de la compuerta está calculado, para cuando la válvula tenga que cerrarse con toda rapidez, no sobrevengan peligrosos golpes de ariete.

\* **Empaque del Vástago.** El empaque del vástago lo constituye una combinación de anillos de sección "V" y empaque de plástico, no requiere prensaestopas. El empaque del vástago está totalmente protegida contra contaminaciones provenientes del exterior. Está diseñado para resistir las más altas presiones y requiere un mínimo de mantenimiento. Cuando se requiera, puede inyectarse empaque plástico adicional por el alimentador de empaque, utilizando para el efecto una pistola para el engrasado de alta presión. Esto puede ejecutarse con la válvula en la línea y con presión.

### **II. 2. 5 VALVULA DE COMPUERTA, TIPO PLACA DE ASIENTO DUAL Y DE PASO COMPLETO**

El más reciente desarrollo en la evolución del diseño de la válvula de compuerta, incluye un doble juego de asientos independientes dentro del cuerpo de la válvula. En el transporte de hidrocarburos, se tiene el convencimiento de que las válvulas deberán ser usadas en áreas críticas, donde el desgaste es un factor en la capacidad de cierre.

Las válvulas dual, son instaladas para permitir la operación de una segunda válvula, mientras la primera queda abierta totalmente. La teoría que sostiene esta práctica establece que no debe ser operada la primer válvula en condiciones de flujo, y no debe cerrarse a no ser que la segunda válvula necesite reparación.

El proyecto de investigación de asiento dual en la NASA, encontró que esta práctica es válida. Esta es la única manera de poder cerrar un sistema en un modo de "burbuja hermética". El estudio expresa además, la necesidad de válvulas con asientos metálicos para obtener una

### Válvulas de bloqueo

condición de cierre hermético. La teoría operacional es éste caso contempla dos válvulas en serie.

La figura 2-10, muestra en una línea con válvulas "A" y "B" en serie. La válvula "A" tiene asientos metálicos con las caras pulidas, la válvula "B" tiene asientos con insertos elásticos en la cara del asiento. La válvula "A" es cerrada y recibe la abrasión que se presenta con alta velocidad y flujo "sucio". La válvula "B" es operada solamente después de que la válvula "A" ha sido cerrada y sella la fuga que se presenta a través de la válvula "A". El sistema es abierto, abriendo primero la válvula "B" y después la válvula "A".

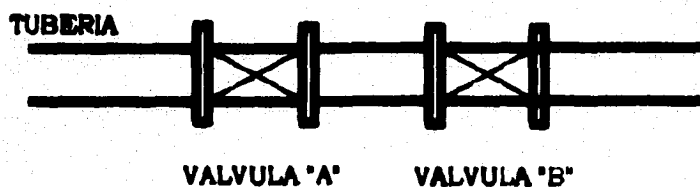


Figura 2-10.

La válvula contiene dos asientos independientes en un solo cuerpo. Los asientos externos están acoplados en forma similar a una cara de sello mecánico. La superficie sellante, es energizada en un movimiento que es esencialmente perpendicular al plano de la superficie de la compuerta.

Esta acción previene un deslizamiento innecesario entre la superficie de la compuerta y la superficie sellante del asiento. La disminución de deslizamiento entre estas superficies aumenta la vida útil de sellado que el ensamble de la válvula podrá presentar. El ajuste de la superficie de los asientos secundarios es efectuado mecánicamente o bien, utilizando el sistema de presión. La versión en líneas de conducción de éste diseño, utiliza presión para energizar los anillos de asiento secundarios en ambos lados, corriente arriba y corriente abajo. Los asientos secundarios son precargados con una arandela para posicionar la cara del asiento secundario contra la compuerta. Cuando ocurre fuga a través del asiento primario, el asiento secundario es cargado por la presión de la línea que actúa sobre una diferencial de área a través del asiento secundario.

## *Válvulas de bloqueo*

Las válvulas de compuerta que son diseñadas para servicios efectivos de doble cierre hermético deben aislar la cavidad del cuerpo de los conductos. Cuando en ambos lados corriente arriba y corriente abajo, el sello es efectuado, la cavidad del cuerpo puede llegar a convertirse en un recipiente a presión, que requiere de un mecanismo de seguridad y alivio.

El mecanismo de alivio, puede ser una válvula de alivio de resorte cargado, un sistema de disco de ruptura o bien un mecanismo interno que iguale la presión. Los mecanismos externos de alivio, tales como las válvulas de resorte, deben ser aprobados de acuerdo a los requerimientos del código ASME para recipientes a presión.

### **II. 8 VALVULA DE MACHO**

La válvula de tapón o de macho, es una válvula que permite el paso del fluido que maneja, a través de un orificio en una pieza de obstrucción, que se alinea con los conductos al girar sobre un eje perpendicular a los mismos; ver figura 2-11.

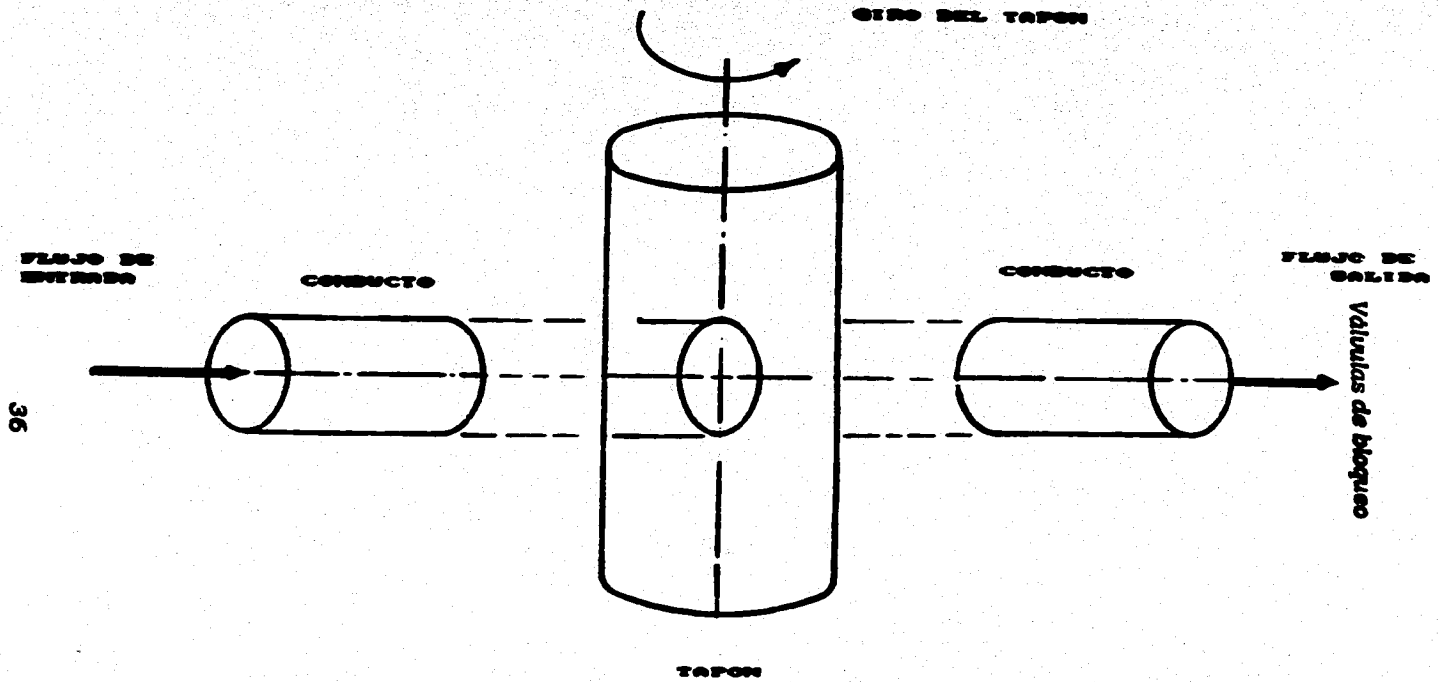
De esta definición se desprenden varias condiciones que debe tener una válvula de este tipo:

- 1.- Necesariamente la pieza de obstrucción debe ser un cuerpo de revolución, como cono, cilindro ó esfera.
- 2.- El fluido al pasar por dentro del elemento obturador, que llamaremos tapón, encuentra un paso continuado.
- 3.- La posibilidad de fabricación de conductos de tapón para formar un paso completo y continuado.

La definición anterior deja fuera de este grupo a algunas válvulas que tienen que girar sobre su eje; como son las válvulas de mariposa.

### **FUNCIONES**

Actualmente el manejo de los fluidos es una especialidad tecnológica muy compleja, por haber llegado a divisiones muy grandes de especialización y rangos enormes de variables, que intervienen en los problemas. Esto ha conducido también a la especialización en el diseño y construcción de las válvulas.



36

Figura 2-11 Funcionamiento básico

## **Válvulas de bloqueo**

Aún cuando la válvula de tapón o macho, es una de las más versátiles; está restringida a cumplir funciones definidas; de las que se puede citar en orden de importancia:

- 1.- Impedir el paso del fluido; que es la función más importante de la válvula.
- 2.- Provocar un caída de presión fija.
- 3.- Tener una baja caída de presión al estar abierta.

Resumiendo, la válvula de tapón es indicada básicamente como una válvula para cerrar el paso al flujo, trabajando totalmente cerrada ó totalmente abierta, aunque en ciertos casos pueden utilizarse sin problemas para la estrangulación de gas,

### **VENTAJAS**

La válvula macho, presenta ciertas ventajas que deben ser evaluadas para su selección, con el objeto de encontrar el servicio más efectivo y económico. Las ventajas ofrecidas por ésta válvula son:

- 1.- Bajo precio.
- 2.- Sello de presión excelente.
- 3.- Ajustable el sello con presión en la línea.
- 4.- Asiento de sello, expuesto al flujo.
- 5.- Sistema seguro contra ludimiento.
- 6.- Tamaño compacto (tiene un mínimo de partes móviles y conexiones o partes mecánicas que pueden romperse).
- 7.- Se instalan en espacio mínimo.
- 8.- Accionamiento rápido (Aún con operador de engranes, pues sólo necesita un cuarto de vuelta para abrirla o cerrarla).
- 9.- Mantenimiento sencillo y económico.
- 10.- Gran variedad de tamaños.
- 11.- Posibilidades de diseño de paso múltiple.

Las ventajas son relativas a otras válvulas, que no cumplen igual en un mismo problema planteado. Algunas ventajas no son directamente capitalizables y ofrecen dificultad para evaluarse, por lo que su estimación queda a juicio del proyectista, refiriéndonos a la figura 2-12.

### **PRINCIPIO DE PASCAL APLICADO A VALVULAS MACHO**

Válvulas de bloqueo

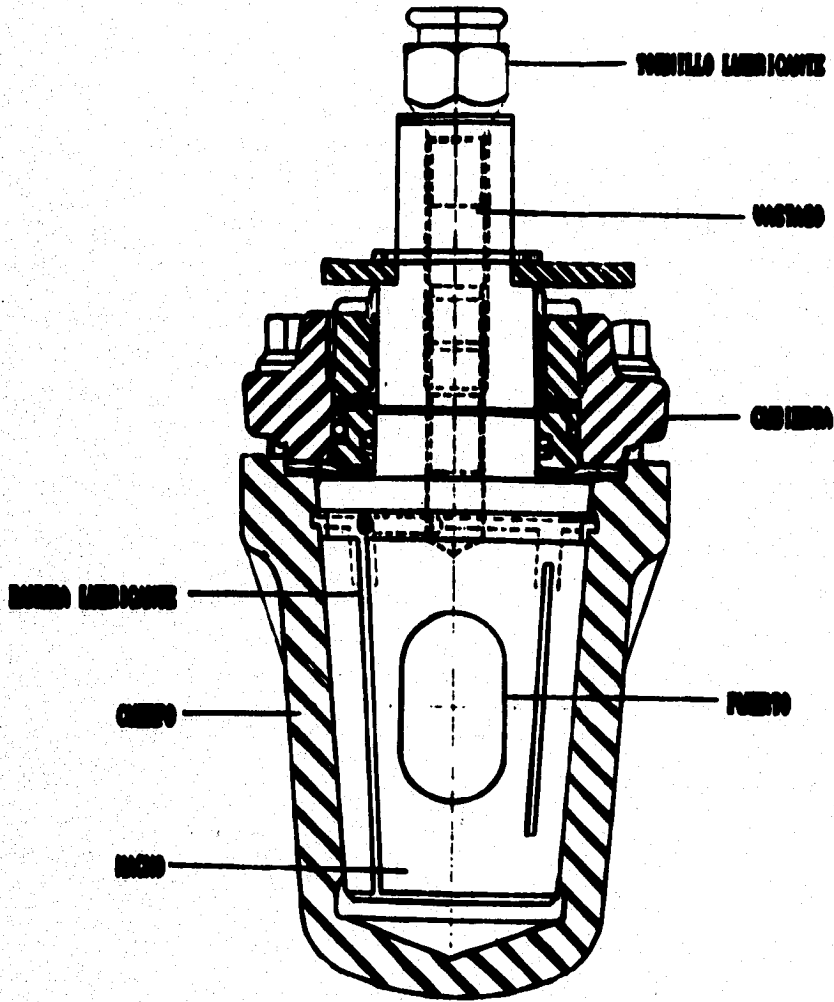


Figura 2-12 Válvula de aceite lubricada

## Válvulas de bloqueo

Las válvulas de tapón cónico, se apoya en la "Ley de Pascal" que se enuncia como sigue: "Toda presión ejercida sobre un líquido contenido en un recipiente cerrado, se transmite uniforme a todas la áreas de la pared del recipiente o en el interior de un líquido cualquiera que sea su orientación".

Ahora bien si consideramos que la presión es igual a la fuerza aplicada (F), entre el área en que se aplica (A), entonces la presión será igual a:

$$P = F/A \quad \dots \text{Ec. 2. 1}$$

Tendremos que para una presión constante la fuerza transmitida será proporcional al área en que se aplica la presión, si disminuimos el área, la fuerza aumenta.

Este principio encontró una importante aplicación en la prensa hidráulica de la siguiente forma: si un recipiente cerrado que contiene un líquido o fluido y que además tiene dos aberturas; una con un área de diez veces mayor que la otra y en la pequeña aplicamos una fuerza unitaria; crearemos una presión en el líquido del recipiente que ocasionará; en el área grande una fuerza diez veces mayor que la unitaria, ver figura 2-13, con la forma de:

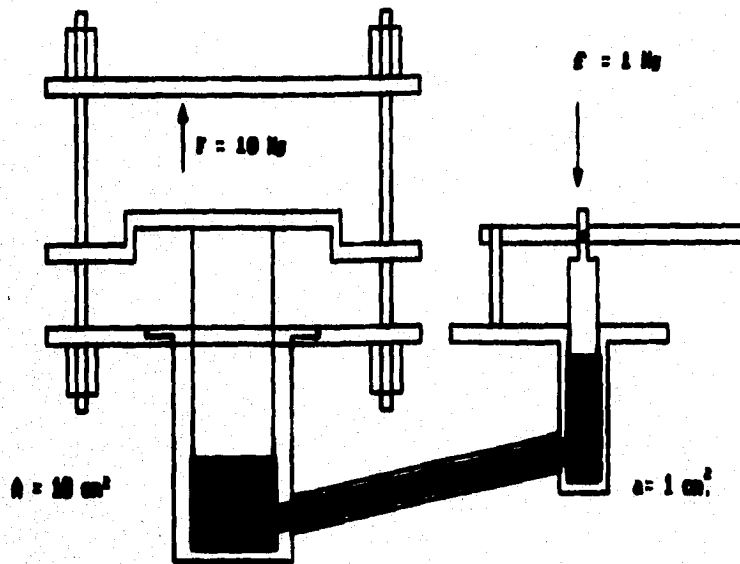
$$F/A = f/a \quad \dots \text{Ec. 2. 2}$$

Este principio fué aplicado a la válvula macho para levantar el tapón y permitir girarlo. Usó un fluido como transmisión y como émbolo, el tornillo inyector (ó alimentador de fluido), colocado en el vástago o en la espiga del tapón.

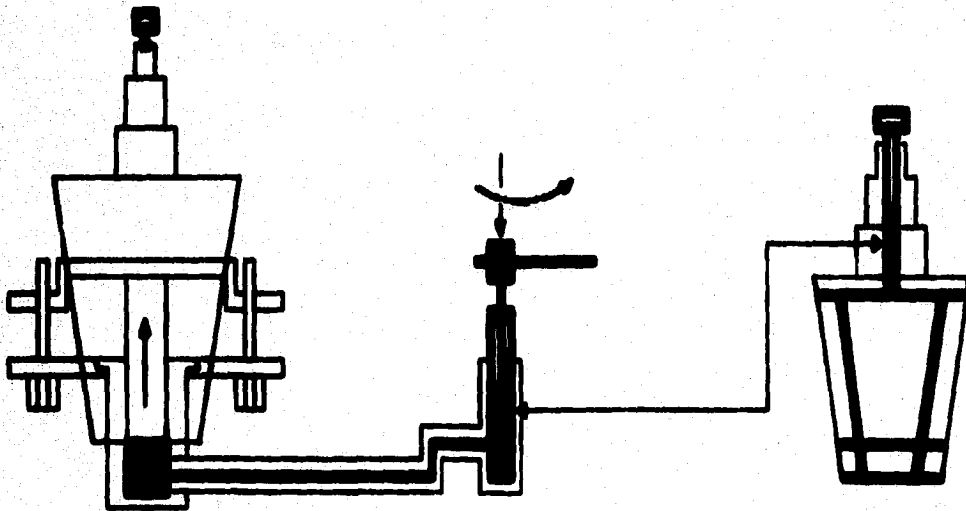
La presión es transmitida por el fluido a través de las ranuras del tapón, hasta la cavidad del cuerpo situada en el extremo de menor diámetro del tapón. Esta cavidad al llenarse de fluido actúa como émbolo, multiplicando la fuerza del empuje y levantando el tapón de su asiento, para facilitar su giro.

### TIPO DE TAPON

\* Tapón Cilíndrico. Este tipo es el más simple desde el punto de construcción, pero su costo aumenta porque necesita un ajuste muy



En la figura se observa la demostración de la ley de Pascal ilustrando un ejemplo de como la fuerza cambia de 1 kg. a 10 kg. cuando el área cambia de 1  $\text{cm}^2$  a 10  $\text{cm}^2$ .



**Figura 2-13 Principio de Pascal aplicado a Válvulas de Macho**



## Válvulas de bloqueo

preciso entre el tapón y su asiento, por lo que su uso es muy popular; adicionalmente no es fácil hacerlo autoajutable.

\* **Tapón Esférico.** Este tapón ofrece ciertas ventajas; permite fácilmente un paso circular, completo y continuado, es de construcción más sencilla y barata en tamaños pequeños, siendo además muy adaptable al manejo de fluidos oxidantes y corrosivos.

\* **Tapón Cónico.** Se considera el mejor, la construcción es simple y el ajuste sencillo. En general requiere, aunque no necesariamente, una forma especial de puerto, que lo hace algo cara en tamaños pequeños y donde se requiere paso completo y continuado. Los tipos de tapón descritos anteriormente se muestran en la figura 2-14.

### FORMA DEL PUERTO

A través del puerto y tapón pasa el fluido, y mostrado en la figura 2-15, donde se muestran los más usuales.

\* **Circular.** Este puerto es empleado en la válvula esférica y es necesario para taponés cilíndricos o cónicos, para paso circular completo y continuado. Los taponés cónicos requieren un aumento en el tamaño del tapón.

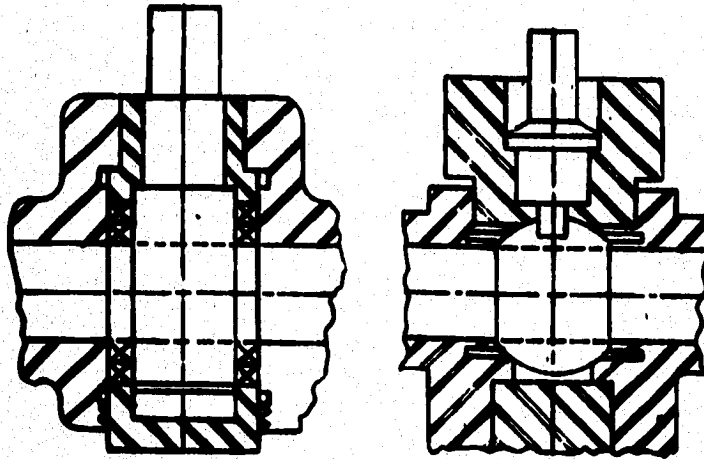
\* **Rectangular.** Es el más usado en taponés cilíndricos y cónicos, así mismo es de paso completo. No se usa en taponés esféricos por el aumento de tamaño de la esfera. Unas variantes de este tipo, son los puertos de forma trapezoidal y oval.

\* **Formas Especiales.** Rómbica, éste tipo puede ser aplicado en algunas válvulas para mejorar las condiciones de control en la apertura y cierre de la misma. El costo de la válvula se eleva, y por lo mismo su aplicación debe de ser cuidadosamente seleccionada.

### PARTES BASICAS

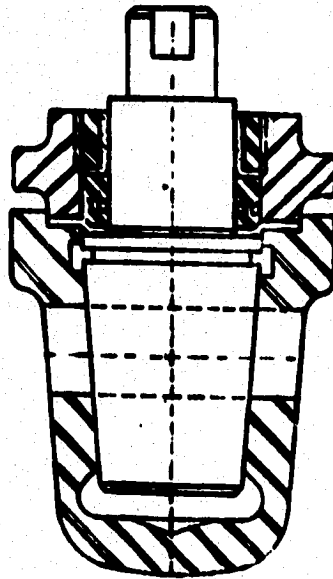
De ahora en adelante solo nos referiremos a las válvulas de tapón o macho cónico por ser las más utilizadas. Todas las válvulas de tapón están constituidas básicamente por cinco partes principales como lo representa la figura 2-17.

Válvulas de bloqueo



CILINDRICO

ESFERICO

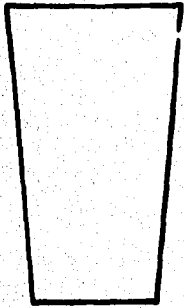


CONICO

Figura 2-14 Parte del tapón

Válvulas de bloqueo

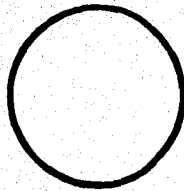
TAPON



CONICO



CILINDRICO

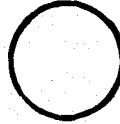


ESFERICO

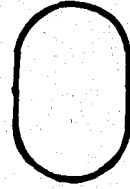
VARIANTES DE ORIFICIO



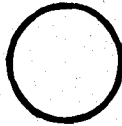
RECTANGULAR



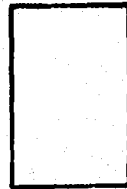
CIRCULAR



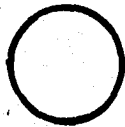
OVAL



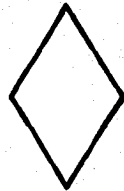
CIRCULAR



RECTANGULAR



CIRCULAR



DIAMANTE

Figura 2-25 Forma de orificio

## Válvulas de bloqueo

**1.- Tapón.** Es la única pieza que gira al operar la válvula. Tiene una conicidad generalmente de  $9^\circ$ , dicha conicidad está dentro del rango de los conos de  $5^\circ$  a  $17^\circ$ , es decir, que de actuar un metal contra metal se pegan, no permitiendo el giro. Para que este gire se requiere, que exista una película de lubricante entre las superficies de contacto, que la separe.

El tapón lleva un orificio para el paso del fluido y además lleva las ranuras y conductos para el sistema hidráulico de sellado y lubricación.

**2.- Cuerpo.** Es una pieza que sirve como recipiente de presión, contiene el tapón y los conductos de paso del fluido. Esta provisto de una superficie de asiento, pulida y rectificada para que en ella asiente el tapón, y así garantizar un cierre hermético cuando la válvula se encuentre en posición cerrada.

**3.- Tapa.** Es un elemento básico para completar el cuerpo. Esta diseñada para afianzar el tapón; asienta en el cuerpo de la válvula. Esta constituido por un empaque de asbesto y un diafragma metálico de acero inoxidable (en algunos casos otro de acero al carbón, en lugar del asbesto), que tiene por objeto formar un sello para evitar fugas de la válvula. De igual forma trabajan el empaque entre el elemento elástico y el tapón.

**4.- Elemento Elástico.** Está contituido por una o varias piezas, cuya función principal es la de actuar como un resorte que empuja al tapón hacia su asiento en el cuerpo, ayudado por la película sellante en la superficie del cono. Es decir cuando se levanta el tapón, por la fuerza hidráulica del sellante, éste empuja contra el sistema elástico o resilente, comprimiéndolo y al cesar la acción, este elemento elástico empuja al tapón contra su asiento.

**5.- Sistema Hidráulico de Sellado-Lubricación.** Es una de las funciones más importantes en la vida útil de la válvula, tal y como a continuación se menciona.

### OPERACION

\* **Sello del Tapón.** Como el principio del sellado de la válvula de tapón cónico se basa en la hidráulica. a fin de operar con propiedad, se debe de tener un sistema cerrado. Lo que quiere decir que el sistema no debe de presentar fugas, porque si esto sucede no se podría provocar la presión

Válvulas de bloqueo

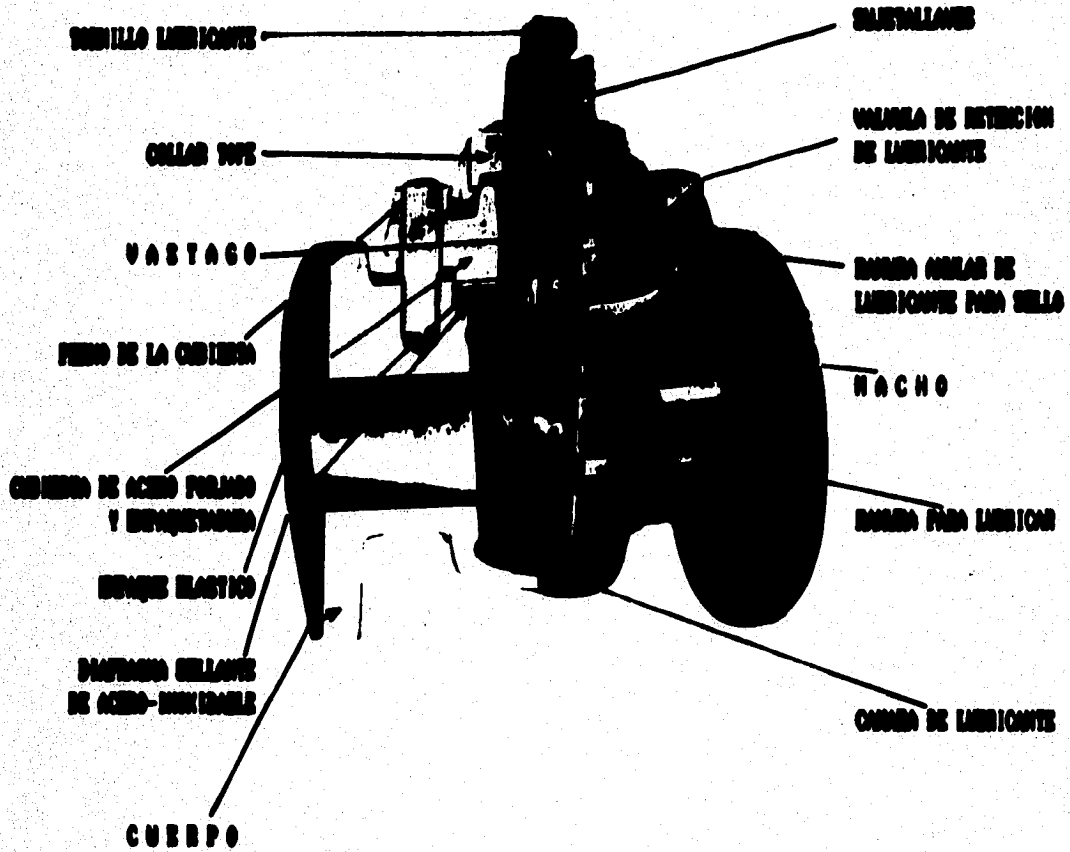


Figura 2-17 Válvula "Nordstrom" con Cubieta de Doble Ferro

## **Válvulas de bloqueo**

hidráulica para levantar el tapón. Esto revela que el tapón debe quedar ajustado al asiento del cuerpo para que el fluido sellante no escape. La principal dificultad consiste, en lograr un contacto íntimo entre las superficies cónicas, y lograr que no exista ni ludimientos por la presión, ni alto coeficiente de fricción entre ellas.

\* **Canales de Sello.** El sistema que llamaremos de "apertura de canales", que consiste en una serie de canales dispuestos en forma de ventana, alrededor del puerto de paso del flujo en el tapón a fin de que sirva como empaquetadura alrededor del mismo. Esta empaquetadura garantiza el cierre hermético del tapón, cuando la válvula se encuentra en la posición de cierre. Los canales de conducción del fluido sellante tienen las siguientes funciones:

- 1.- Inyectar el sellante para levantar hidráulicamente el tapón.
- 2.- Distribuir fluido sellante alrededor del orificio de flujo del tapón.
- 3.- Distribuir una película de sellante que lubrique el tapón.

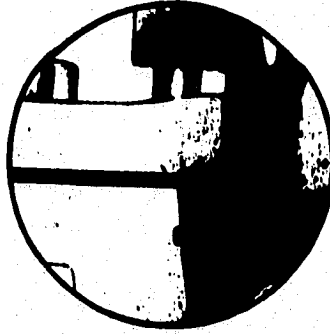
\* **Ajuste de Estopero.** El ajuste del tapón, se efectúa al apretar el prensaestopas. En las válvulas de entrada superior puede ser de dos tipos: roscado en válvulas pequeñas y atornillada en las más grandes. En las válvulas de entrada inferior, el prensaestopas es un tornillo. El prensaestopas puede ser de diferente tipo, pero su función es ajustar el tapón al cuerpo de la válvula.

### **II. 3. 1 VALVULAS MACHO LUBRICADAS**

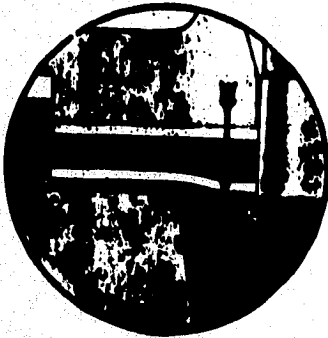
En este tipo de diseños como se menciono anteriormente, el lubricante se canaliza alrededor de la abertura del macho para asegurar un sello positivo, que sirve para evitar las fugas. La lubricación es útil para que el macho trabaje libremente y proteger las superficies de trabajo de la erosión. El vástago es utilizado para hacer girar el macho y éste quede sellado, ya sea por el prensaestopa roscado o pernado. En la figura 2-16, se muestran los diferentes tipo de sello.

Los lubricantes con alta resistencia a la temperatura y a elementos químicos, se encuentran disponibles para casi todo tipo de servicios. El recubrimiento del macho y la superficie del asiento, son llevadas a cabo con materiales tales como el bisulfuro de molibdeno, o bien plástico de

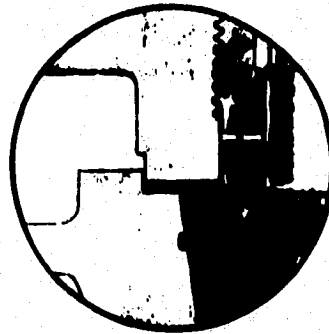
**Válvulas de bloqueo**



**Tipo prismatapas cerrado**



**Tipo cubierta de doble compuerta**



**Tipo prismatapas redondo**

**Figura 2-16 Formas de compuerta para válvulas  
como "Vardotras"**

tetrafluoroetileno (TFE). En una práctica realizada se incrementó la lubricación de la válvula y como consecuencia tuvo mayor rendimiento la misma.

### **II. 3. 2 VALVULA CON CUBIERTA DE DOBLE PERNO**

La válvula de cubierta de doble perno, generalmente es de hierro acerado y son ampliamente empleados para servicios de transporte de hidrocarburos con presiones de trabajo hasta de 175 lb/pg2. Esta válvula es de construcción extremadamente simple. Sin embargo tiene todas las características básicas de las válvulas macho lubricadas para el levantamiento del macho, ranuras tipo "Salport" para sellado del puerto y empaques amortiguadores que sellan el hombro del macho, como el de la figura 2-16.

En este tipo de válvulas, las partes se mantienen unidas por una cubierta ajustable de acero forjado con dos pernos. La cubierta o tapa se sujeta sobre un empaque plano, y sobre el ensamble del diafragma sellante que se apoya en el descanso del cuerpo de la válvula, y también sobre el hombro en la parte superior del macho. Como el hombro del macho está ligeramente abajo del asiento del empaque en el cuerpo de la válvula, el ensamble del empaque queda firmemente sujeto alrededor del borde exterior, y al mismo tiempo es desplazado hacia adentro y hacia abajo, en contra del macho para suministrar la cantidad adecuada de empuje para sentar el macho, y sellar la junta del hombro contra fugas externas.

El ensamble del empaque actúa como un amortiguador, permitiendo al macho ser levantado ligeramente cuando el lubricante es forzado dentro de la cámara del fondo inferior, manteniendo una fuerza constante de asentamiento sobre el macho en todo momento.

La válvula macho tipo cubierta con dos pernos, tiene una cabeza cuadrada en el extremo superior del vástago del macho para un maneral, y un collarín indicador de paro que también sirve como protección para intemperismo del espacio libre del vástago. La válvula es girada un cuarto de vuelta entre las posiciones de apertura y cierre. El macho es abastecido con un tornillo lubricador y una válvula check de doble bola para lubricación. El macho es girado en sentido de las



## *Válvulas de bloqueo*

manecillas del reloj para cerrar; y en sentido contrario para abrir. El tamaño de las bridas tiene una longitud cara a cara intercambiabilidad con válvulas de compuerta estándar de hierro fundido.

### **II. 3. 3 VALVULAS ESTANDAR CON PRENSABSTOPA ROSCADO**

La válvula de tipo estándar, está contruida para servicios de presión igual a 200 lb/pg<sup>2</sup> y más altas. La figura 2-18 muestra la construcción utilizada en los tamaños más pequeños, y en la figura 2-17, se muestran detalles ligeramente diferentes de los tamaños más grandes. En ambos casos el cuerpo de la válvula está equipado con una cubierta fija que lleva prensaestopa ajustable independiente, roscado o empernado en la cubierta.

Un ensamble de diafragma queda sujeto entre la cubierta y el cuerpo alrededor de su borde exterior y que sirve como empaquetadura fija en ese punto. Los diafragmas de metal y empaquetadura, también se extienden hacia dentro sobre el hombro superior del macho, y son mantenidos abajo contra el mismo, por un anillo metálico de empuje que es guiado en el agujero central a través de la cubierta.

El agujero de la cubierta también incluye una capa de empaquetadura elástica, que actúa como un amortiguador del empuje entre el prensaestopa y el anillo inferior de empuje. Ver figura 2-16 para detalles adicionales sobre junta de unión hombro-sello.

El lubricante es forzado dentro de la válvula, por medio de un tornillo lubricador que se encuentra en la parte superior del vástago del macho, pasando a través de la válvula check de doble bola y conectando con las ranuras de sellado del puerto localizadas en la superficies de asentamiento, y finalmente, con la cámara de levantamiento del macho en la parte inferior del cuerpo de la válvula, como lo muestra la figura 2-18.

### **II. 3. 4 VALVULA MACHO CON PRENSABSTOPA APERNADO**

Válvulas de bloqueo

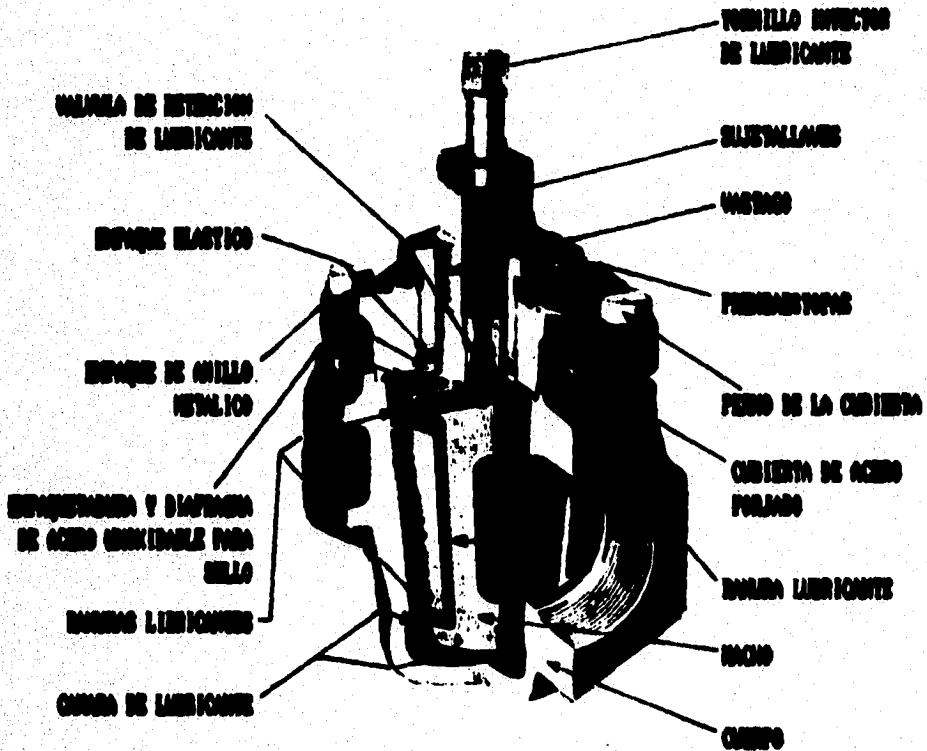


Figura 2-18 Válvula "Nordstrom" con Prensaestopas Roscado

## Válvulas de bloqueo

Quando el lubricante es forzado dentro de la cámara, el macho se levanta ligeramente, comprimiendo el anillo de empaque sobre la junta del hombro del macho, y permitiendo que el lubricante penetre entre las superficies de asentamiento. La acción elástica del empaque amortiguador, mantiene constantemente un empuje descendente apropiado para mantener al macho asentado, previniendo fugas que pueden presentarse en la junta del hombro.

En válvulas estándar pequeñas, el prensaestopa es roscado y tiene cabeza hexagonal. Estas válvulas tienen un vástago redondo del macho terminado en dos planos paralelos para recibir el maneral, en caso de válvulas multipuertos, tienen un collarín de paro montado sobre el vástago y sobre los topes de enganche de la cubierta.

En válvulas que no utilizan collarines para tope, el maneral estándar puede ser usado en una posición para que los topes del maneral se enganchen con la cubierta o bien si el maneral es invertido hace girar el macho 360 grados. Las válvulas estándar en tamaños grandes tienen un prensaestopa de brida circular ajustado y presionado por medio de tres pernos.

Los tipos de válvulas operadas con maneral tienen una cabeza de llave cuadrada en el extremo superior del vástago, topes de paro sobre éste y el prensaestopas. Cuando se equipan con un mecanismo de tornillo sin fin, o engranaje recto o cilíndrico para ser operados mecánicamente, los límites de rotación son establecidos por los topes sobre los segmentos y soportes de engrane. Ver figura 2-19.

### **II. 3. 5 VALVULAS "HYPRESEAL"**

Estos tipos de válvula, incluyen los principios básicos de lubricación a presión y ranuras para sellado del puerto, en un avanzado diseño apropiado para altas presiones y temperaturas, impactos, y otras condiciones de severas de operación.

La válvula "Hypreseal" tiene un macho invertido con miembros de ajuste separados y rotatorios, localizados en extremos opuestos del macho, teniendo cada una efectivas provisiones contra la fricción y fugas externas, ver figuras 2-20 y 2-21.

Válvulas de bloqueo

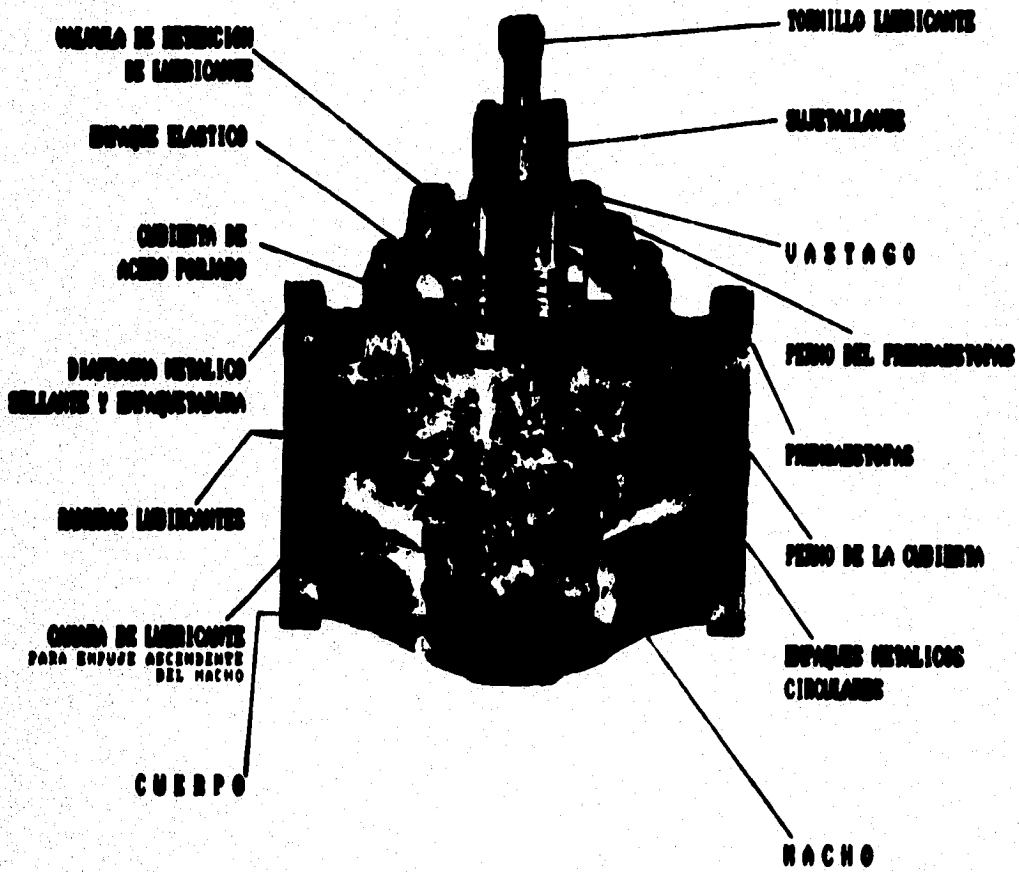


Figura 2-19 Válvula "Nordstrom" con Prensastopas Empernado

Válvulas de bloqueo

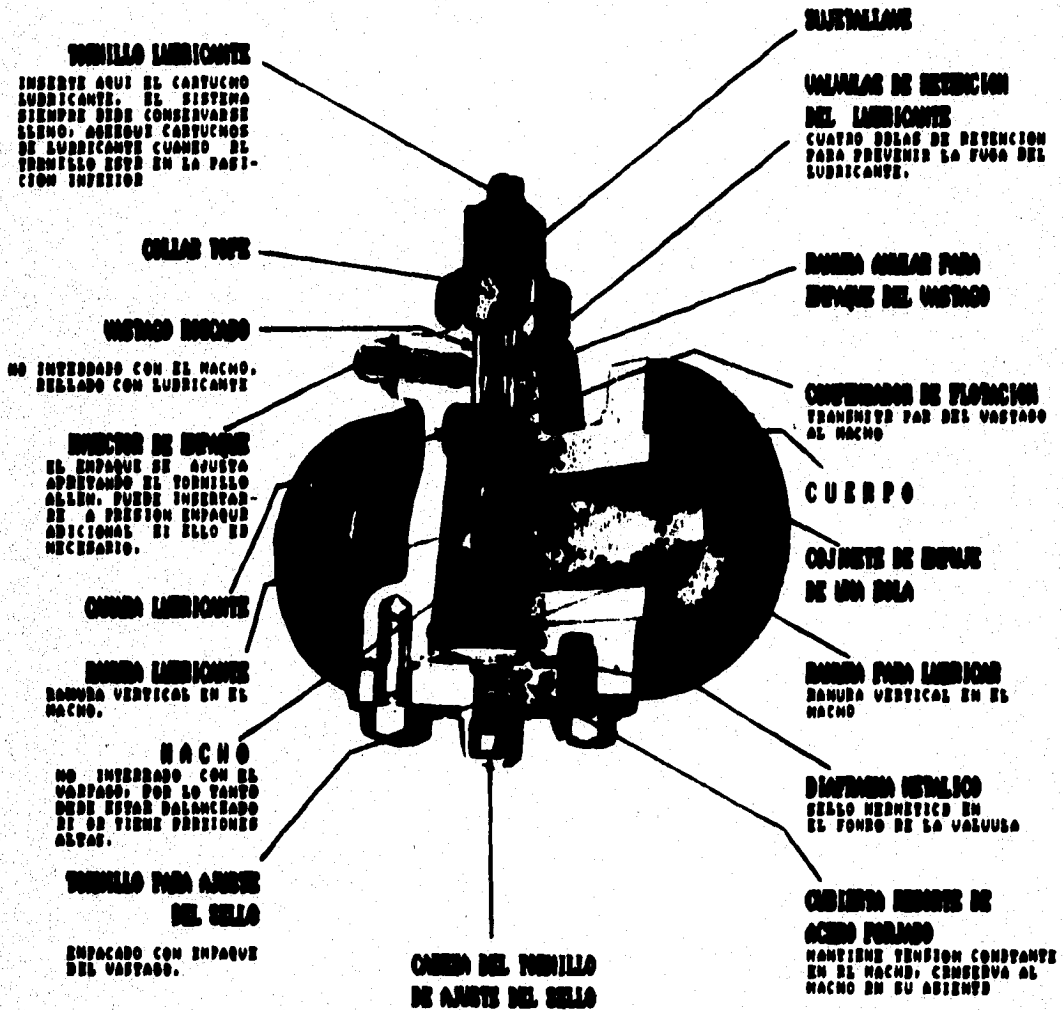


Figura 2-20 Válvula "Nordstrom Hyprescal" con Cubierta de Fondo Empernada

Válvulas de bloqueo

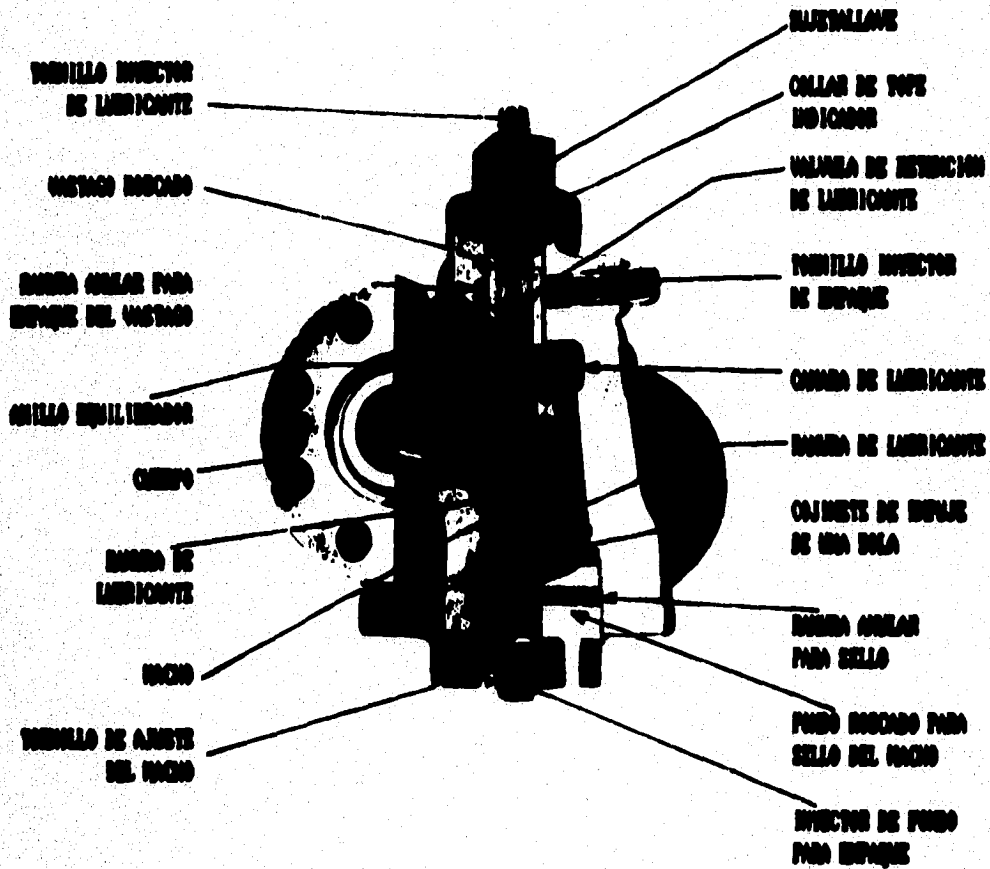


Figura 2-21 Válvula "Nordstrom Hyprescal" con Cubierta de Fondo Roscada

## Válvulas de bloqueo

El vástago "hypreaseal" es totalmente independiente del macho ahusado de la válvula, excepto que las dos partes están acopladas para rotación conjunta por un anillo igualador flotante. El vástago tiene una amplia longitud roscada en el cuello del cuerpo de la válvula, que proporciona el medio de llevar hacia afuera el empuje producido por la presión del fluido de la línea. La rosca también actúa como un sello efectivo en contra de fugas; pero sin la excesiva fricción de una profunda caja de empaques.

El vástago roscado es lubricado y todavía más sellado por el lubricante de la cámara, que circunda el anillo igualador en el extremo superior del macho. El lubricante es forzado dentro de esta cámara por medio del tornillo lubricador en la parte superior del vástago, y ejerce hacia abajo una presión contra el extremo más pequeño del macho justamente abajo del anillo igualador.

Al momento de la lubricación, es permitido al macho moverse ligeramente hacia abajo, debido a la naturaleza flexible del ajuste en el extremo inferior del macho, evitando de este modo, adherencia y permitiendo al lubricante de la cámara y ranuras penetrar entre las superficies de asentamiento.

El empaque del vástago utilizado en la válvula "Hypreaseal" es un plástico, de material fibroso suministrado en forma de taquete, inyectado a través de una válvula check, dentro de una ranura anular que rodea una porción del vástago roscado, que sirve para evitar el escape de lubricante al exterior. La válvula puede ser reempacada bajo condiciones de presión máxima de trabajo y con el macho de la válvula en cualquier posición operativa.

Mientras el macho ahusado de la válvula es girado por el vástago roscado, es totalmente independiente de este en cuanto a su ajuste de asentamiento. El empuje lineal sobre el macho es aplicado, a través de un cojinete autocentrado de empuje, de una sola bola de acero templado en el extremo más bajo o más grande del macho.

Un diafragma de metal laminado presionado entre el cuerpo de la válvula y la cubierta, transmite el empuje del ajuste al asiento esférico interior, y previene el paso de fugas del fluido de la línea por las roscas del tornillo de ajuste.

## Válvulas de bloqueo

El tornillo de fondo es usado para presiones por encima de 3000 lb/pg<sup>2</sup>, para evitar la necesidad de suministrar cubiertas de bridas y pernos excesivamente grandes. La cubierta del macho está unida al cuerpo por rosca trapezoidal para contener el empuje exterior de la presión de la línea, sin reducir un acunamiento en la rosca.

Un tornillo de ajuste es roscado a través del centro de la cubierta del macho, y tanto esta rosca como la trapezoidal son selladas por una ranura anular para empaque y un inyector del mismo en la manera como la rosca de operación del vástago en la parte superior de la válvula.

En la figura 2-22, se observan los detalles de construcción en el extremo de operación del tapón "Hypreacal". En esta se muestra la manera de operar de la válvula. Cuando se requiere por tamaño y presión de trabajo, un engranaje de tornillo sin fin se monta sobre el cuerpo de la válvula y se conecta en el extremo superior del vástago. El propósito de la rosca del vástago es llevar el empuje de la presión de la línea y proveer un sello primario contra fugas al exterior. Girando 90 grados el vástago entre las posiciones de apertura y cierre, este se mueve hacia dentro y hacia afuera del cuerpo de la válvula en una distancia igual a un cuarto del paso de la rosca.

Este movimiento es ajustado para la articulación deslizante con el acoplamiento igualador y no se ejerce ningún empuje final en contra del macho o tapón. El igualador se desliza libremente en un plano sobre el extremo aplanado del tapón (derecha izquierda, o viceversa como se observa en la figura) y tiene otro acoplamiento deslizante en la parte superior del tapón en ángulo recto con respecto al primero. Así las tres partes giran conjuntamente; pero sin aplicar ningún tipo de empuje contra el tapón.

En la figura 2-23, se ilustran los dos tipos de cerradura de fondo utilizado en las válvulas "Hypreacal". La construcción de la cubierta empernada del fondo es sencilla y eficaz, utilizada para servicios generales con presiones de trabajo hasta de 3000 lb/pg<sup>2</sup>. El tornillo de ajuste está totalmente fuera de zona de presión, su movimiento se transmite a la bola interior a través de los botones de empuje en ambos lados de los diafragmas metálicos flexibles.

La brida de la cubierta en si misma, provee flexión suficiente para mantener el empuje adecuado de asentamiento sobre el tapón bajo



Válvulas de bloqueo

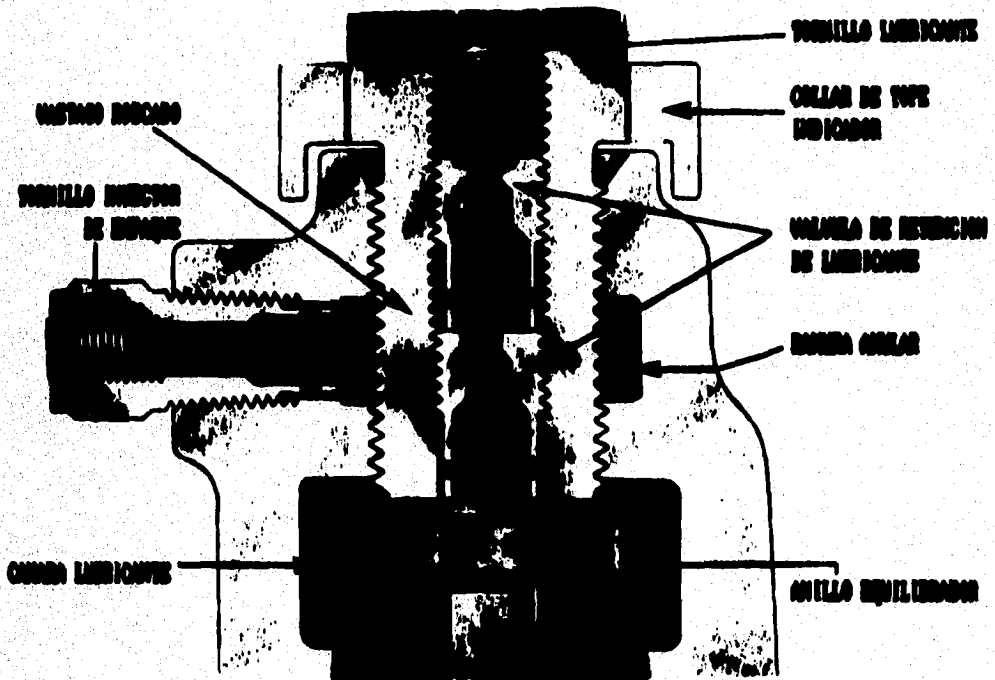


Figura 2-22 Detalles de construcción de la válvula "Agresora" en el extremo del tapón

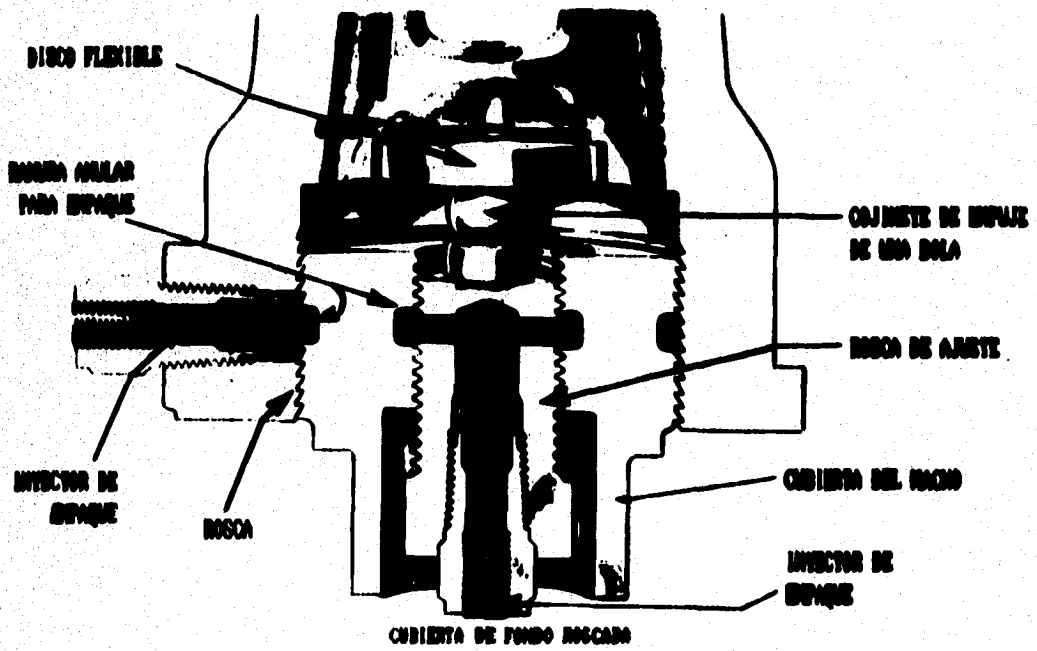
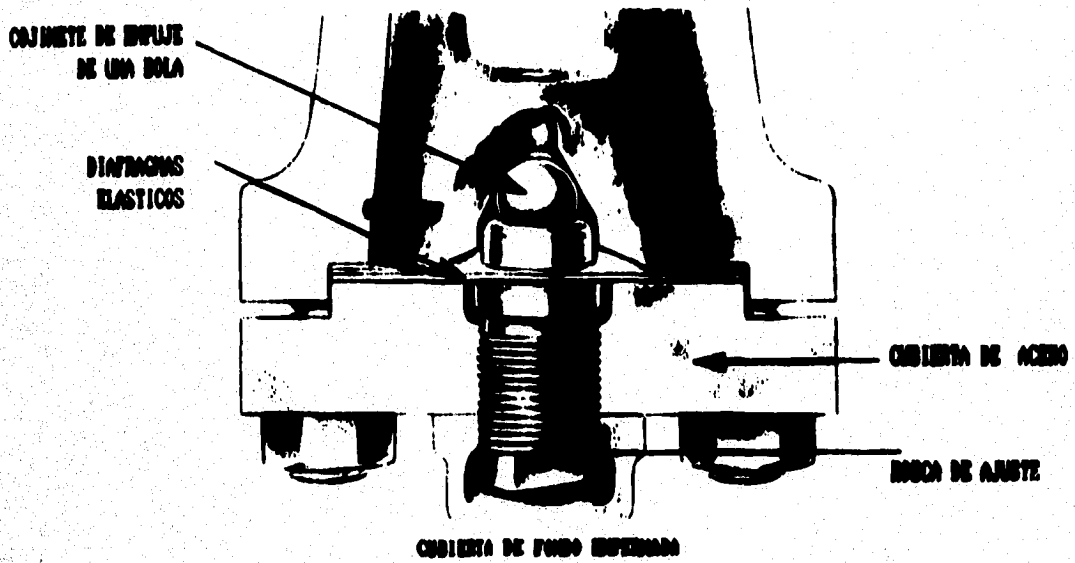


Figura 2-23 Dos tipos de cierre de fondo usados en válvulas "Hyprosol"

## *Válvulas de bloqueo*

presiones y temperaturas de trabajo variables, y permitir, que la acción de la lubricación se lleve a cabo.

En el tipo de fondo roscado, el tapón macizo de cierre se enrosca dentro en una posición fija, y la junta es completamente sellada por la inyección del empaque plástico dentro de la ranura circular que interrumpe el acoplamiento de las roscas. El tornillo de ajuste es sellado en la misma manera, y tiene su propio inyector de empaque para este propósito.

Se pueden empaquetar de las juntas roscadas, incluyendo la superior de operación del vástago, puede ser apretada en cualquier momento, sin suprimir presión de la línea o alterar la posición de la válvula. Estas juntas requieren realmente muy poca atención en servicio, toda vez que el material de empaque está totalmente encerrado y no existe conducto de escape. La flexibilidad necesaria en el ajuste esta suministrada por un disco flexible de acero interpuesto entre la bola de empuje y el extremo más grande del tapón.

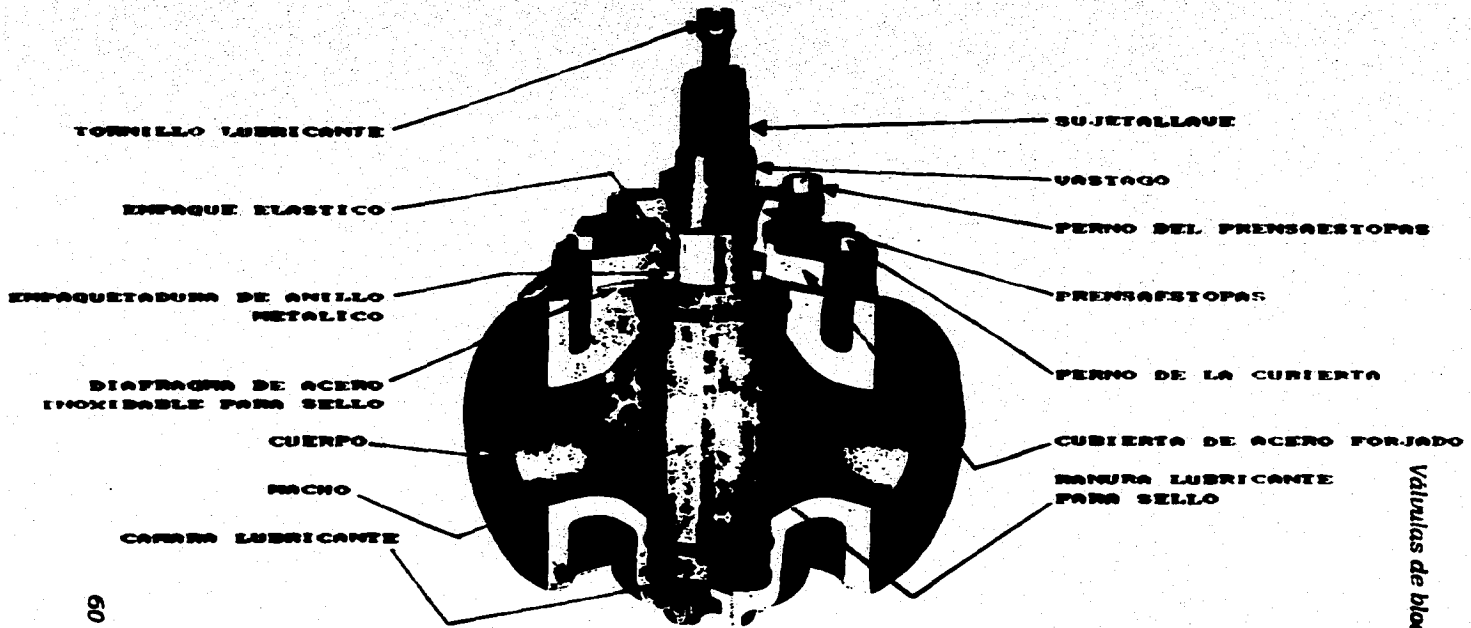
El disco flexible está completamente dentro de la cámara de la válvula y con presión igualada en ambos lados. Por lo tanto, la tensión que sostiene el tapón contra la película de lubricante sobre el asiento, no es afectada por variaciones de la presión de trabajo. La característica de un ajuste balanceado es sumamente ventajoso en los márgenes de presión extrema para la cual esta diseñada la válvula.

### **VALVULA NORDTROM MULTIPUERTOS**

El empleo de válvulas multipuertos es una ventaja muy importante, debido que simplifica los ductos; dos o más orificios se pueden combinar en el mismo ducto, para permitir una operación múltiple con tan solo manipular la válvula. En la figura 2-24, se muestra una válvula de este tipo.

### **VALVULA NORDSTROM TIPO VENTURI**

Las válvulas de este tipo, cuenta con un diámetro reducido del puerto, por lo cual permite una considerable reducción de volumen y requerimientos de torque para hacer girar el macho o tapón. El cuidadoso diseño del contorno interno de la válvula produce una máxima eficiencia hidráulica. Ver la figura 3-25, donde está representada una válvula con estas características.



60

Válvulas de bloqueo

Figura 2-24 Válvula de macho "Nordstrom" tipo multipuertos

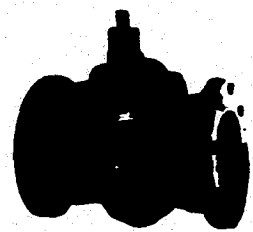


Figura 2-25 Válvula de macho "Nordstrom" tipo venturi

### II. 3. 6 VALVULAS MACHO NO LUBRICADAS

Estas son utilizadas cuando se requiere de un sello positivo y los requerimientos de mantenimiento sean mínimas. Generalmente se pueden utilizar dondequiera que se usen válvulas de compuerta, en rangos de presión de vacío hasta 10000 psi, y temperaturas de -50° F hasta 1500°F. Están generalmente disponibles con puerto rectangular o bien esférico, como lo muestra la figura 2-26.

#### VENTAJAS

\* Para sellar no se requiere lubricación. El elastómero estándar brinda máxima elasticidad para cierres herméticos bajo cualquier condición. El sello de elastómero, va adherido a dos anillos de metal y queda

completamente protegido. Y gracias a su diseño no se estira, ni siquiera cuando la válvula trabaja bajo extrema presión diferencial.

\* Cierre a prueba de fugas. La compresión inicial del sello durante el armaje es garantía de sello hermético, aún en vacío. Y la acción del sello comprimido redundando en sello más fuerte, a medida que aumenta la presión.

\* Rápida reparación. Las reparaciones, sin quitar la válvula de la línea, se hacen fácil y rápidamente mediante acceso por tope y con sencillas herramientas manuales.

\* Facilidad de manejo. Para accionar la válvula basta hacer girar el vástago 90 grados. Los cojinetes de aguja tipo gorrón provistos de lubricación sellante minimizan los requisitos de torsión. El cuerpo va recubierto por dentro con un lubricante seco de disulfuro de molibdeno, aplicado al horno, a fin de reducir más aún la torsión.

\* Alivio automático de presión de la cavidad central. La acción de la válvula de retención de los insertos de sello permite desfogar para cualquier extremo de la tubería la presión excesiva de la cavidad central. No requiere válvula externa de alivio para impartir protección contra el calentamiento de fluidos atrapados.

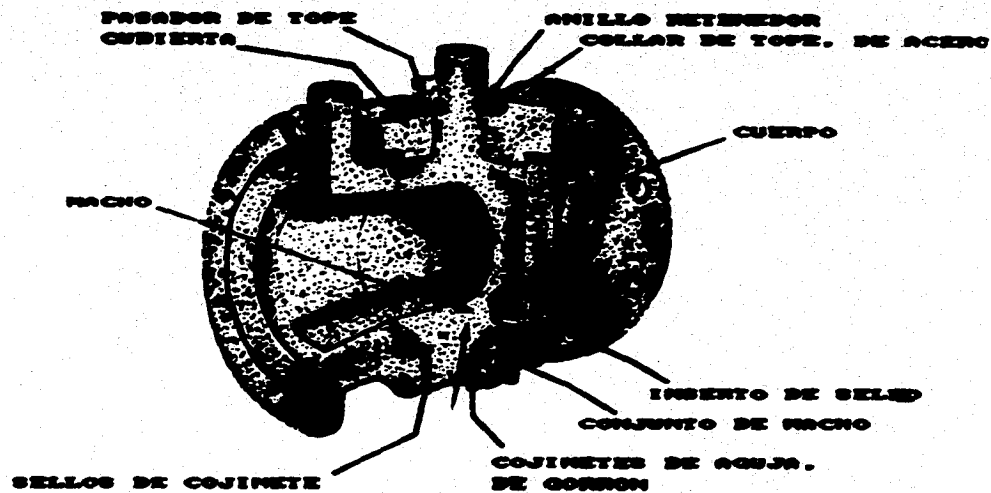


Figura 2-26 Válvula de aguja no lubricada

## *Válvulas de bloqueo*

\* No Hay Que Ajustar Empaquetaduras. Los anillos de sello tipo circular del vástago no requieren graduación y no causan demasiada torsión

### **II. 3. 7 DESVENTAJAS DE LAS VALVULAS MACHO TIPO AHUSADO**

Los efectos que ocasiona el diseño de este tipo de válvula son: (1) el flujo no es de paso completo, (2) problemas asociados con la lubricación. Las características de las válvulas macho estándar son, flujo laminar, y superficies de asientos ahusados que se encuentran fuera de la corriente de flujo. La presión es balanceada, por un balancín esférico entre la abertura del macho y las cavidades del sello.

Algunas válvulas macho son de construcción metálica totalmente, donde la estrecha garganta alrededor del macho puede permitir fugas. Si la abertura es reducida para bajar a una cierta profundidad el macho ahusado dentro del cuerpo, al levantarlo, la acción del par de torsión provoca que ascienda rápidamente.

La acción anterior origina una serie de ranuras o fisuras, alrededor de la abertura del puerto en el macho o en el cuerpo, estas ranuras pueden ser suplidas con grasa, no solo para los movimientos del macho, también para los sellos del puerto. En las válvulas de macho lubricadas, la presión del lubricante en la cavidad decrece en cada ciclo de la válvula, y cuando la presión del fluido en el puerto excede la presión del lubricante, el macho se forza dentro de una posición de cierre ahusado, esto ocasiona que el macho no gire.

Para este tipo de problemas se tiene que inyectar más lubricante además los lubricantes para válvulas de macho, son normalmente limitados para temperaturas de 650° F. menores, debido a la escasa aceptación de altas temperaturas de los sellos.

### **II. 4 VALVULA DE BOLA**

## *Válvulas de bloqueo*

Los principales componentes de este tipo de válvulas son, el cuerpo, la bola y los asientos figura 2-27.

Las válvulas de bola son válvulas de macho modificadas. Aunque se han utilizado desde hace mucho tiempo, su empleo estaba limitado debido al asentamiento de metal contra metal, que no permitía un cierre a prueba de burbuja. Los adelantos en los plásticos han permitido sustituir los asientos metálicos con los de plastómeros y elastómeros modernos que permiten a la válvula incrementar su vida útil.

Estos materiales no solo permiten un alto sello, también contribuyen para que la operación sea más fácil. Por ejemplo utilizando polímeros fluorinados se tienen asientos que se operan en un rango de temperaturas del orden de 450 a 500° F. Con asientos de grafito se alcanzan temperaturas de cerca de 1000° F. Lo cual significa que la válvula está limitada a las temperaturas y presiones que permita el material del asiento figura 2-28.

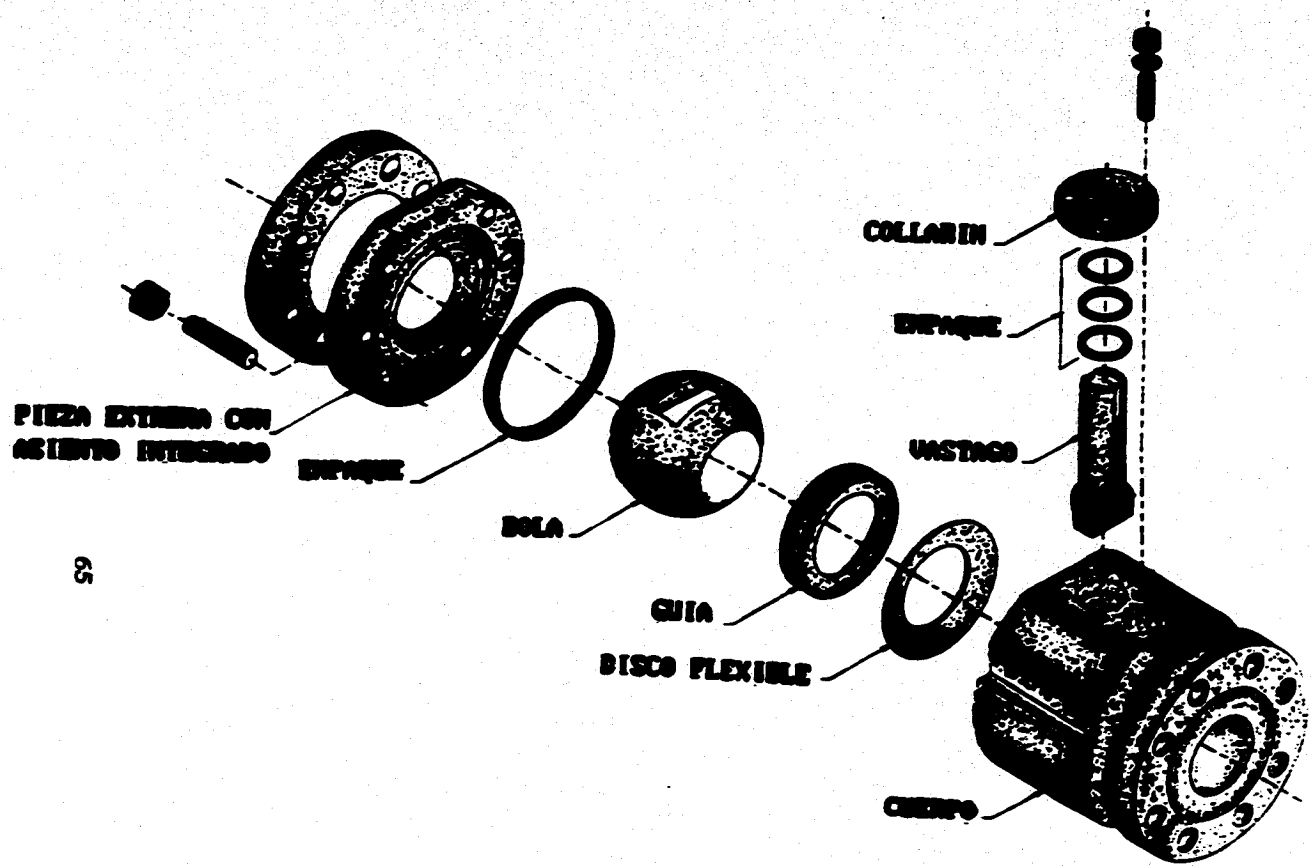
### **CARACTERISTICAS**

Las válvulas de bola son de fácil fabricación y económicas comparadas con otro tipo de válvulas. Igual que las válvulas macho son de apertura rápida, y solo necesitan un cuarto de vuelta para abrir o cerrar completamente. Son a prueba de atollamiento, tienen cierre hermético con baja torsión, insignificantes caídas de presión debido a que es lisa y de paso completo.

Tiene una bola con un puerto en un eje geométrico, para conectar las partes de entrada y de salida del cuerpo que se une con el cuerpo. Estas válvulas se utilizan principalmente para servicio de corte, y no son satisfactorias para la estrangulación. Son rápidas para operarlas, de mantenimiento fácil, no requieren lubricación, y su caída de presión es función del tamaño del puerto. Cuando está cerrada, se atrapa algo del líquido entre el asiento y el orificio de la bola, lo cual es indeseable en muchos casos.

Esta válvula no está limitada a un fluido en particular. Se pueden emplear para vapor, aceite, gas, aire, y fluidos corrosivos. La bola tiene puertos completos, de Venturi y de superficie reducida. La abertura completa es igual al diámetro interior de la tubería. EL puerto de Venturi tiene superficies reducidas y hay flujo de Venturi dentro del cuerpo.





65

Figure 2-27 Componentes principales de una válvula de bola típica

Valvulas de bloqueo

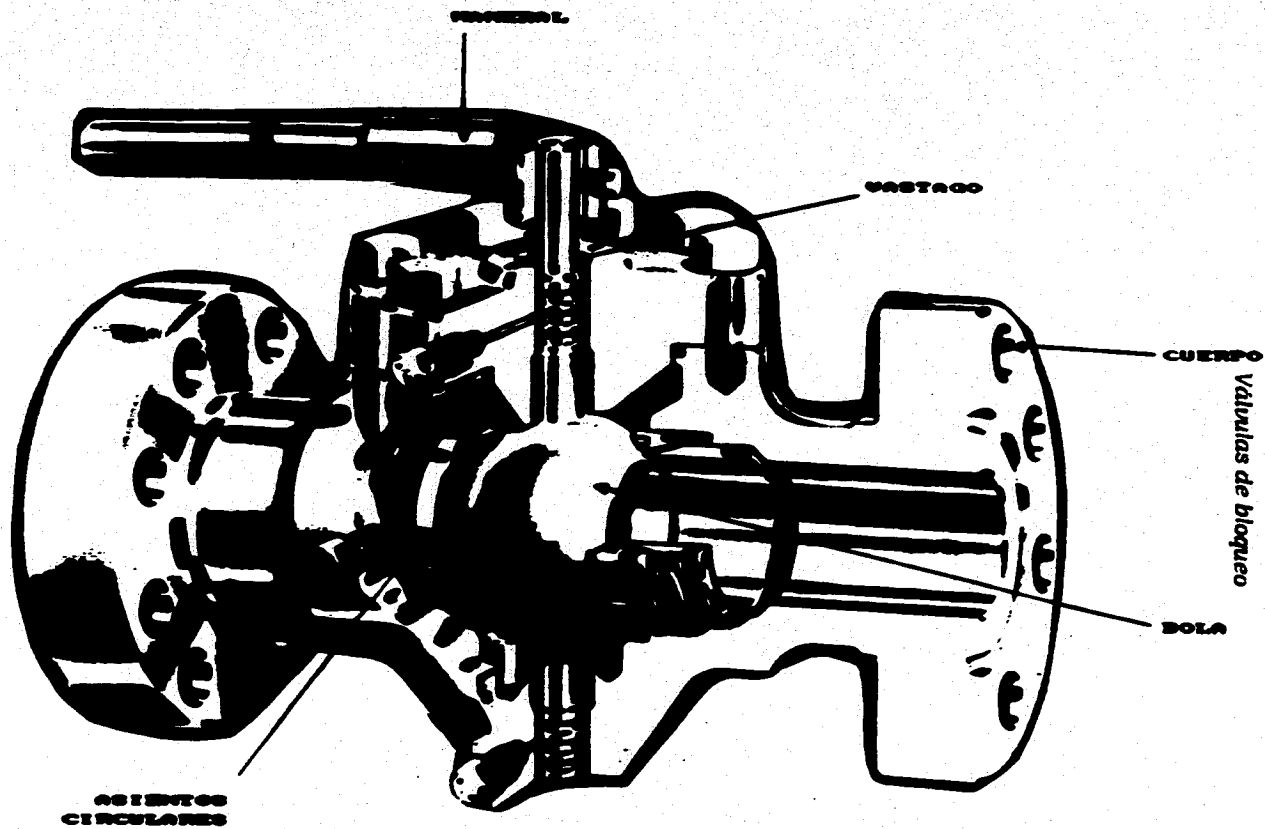


Figura 2-28 Válvula de bola de la firma "V-K-N"

## *Válvulas de bloqueo*

El puerto reducido es de menor diámetro que la tubería figura 2-29. Los materiales más comunes para los asientos de las válvulas de bola son TFE, Nylon, buna-N, y Neopreno.

### **MOVIMIENTO DEL ELEMENTO DE CIRCULACION**

En general, los sistemas para mover la bola son similares a los de las válvulas de macho. Los tamaños pequeños se hacen girar con una palanca; en los grandes se utiliza una unidad de engranes. Los tamaños que requieren engranes son más variables que en las válvulas de macho; se recomienda consultar al fabricante.

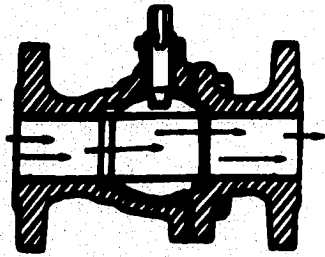
Un estilo de válvula de bola tiene sistema exclusivo para la rotación de la bola mostrado en la figura 2-30. El vástago atraviesa por una empaquetadura, tiene una ranura espiral y se conecta con roscas en forma similar a las válvulas de compuerta. La parte roscada se impulsa hacia arriba o abajo con un yugo que se hace girar con un volante. Una guía para el vástago en el bonete de la válvula se acopla con la ranura en espiral, y cuando se sube o se baja el vástago el movimiento se convierte en rotación de la bola.

Por ello, esta válvula se llama de bola con vástago elevable, e incluye un indicador de cierre para señalar la posición de la válvula entre apertura y cierre totales. La ranura espiral en el vástago está destinada para empujar, por acción mecánica, a la bola contra su asiento cuando está cerrada, mediante una acción excéntrica y al mismo tiempo, eliminar la fricción entre la bola y su asiento durante los ciclos de apertura y cierre.

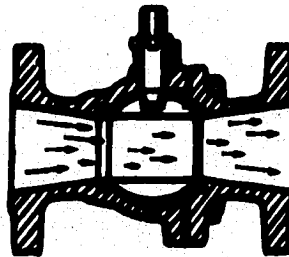
### **II.4. 1 VALVULA DE BOLA, DE CAMERON IRON WORKS**

En las válvulas de bola Cameron, tanto el vástago superior como el inferior son parte integral de la bola, la cual gira sobre cojinetes de manguillo de teflón con bajo coeficiente de fricción. Por lo consiguiente, la presión de la línea en contra de la esfera es soportada por los cojinetes y no por el asiento de aguas abajo. La carga total del anillo de asiento contra la esfera, se distribuye únicamente en el área de contacto entre ambos. Por lo tanto la presión entre el anillo del asiento y la esfera es relativamente baja y estando los anillos provistos de sellos de teflón de baja fricción, la válvula es notablemente fácil de operar.

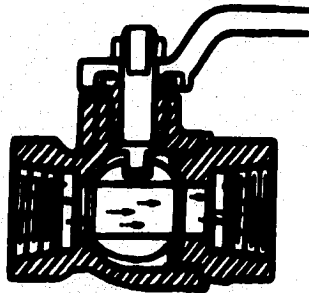
**Válvulas de bloqueo**



**Puerto completo**



**Puerto reducido**



**Puerto tipo venturi**

**Figura 2-29 Válvula de bola con puerto completo, reducido y de venturi**

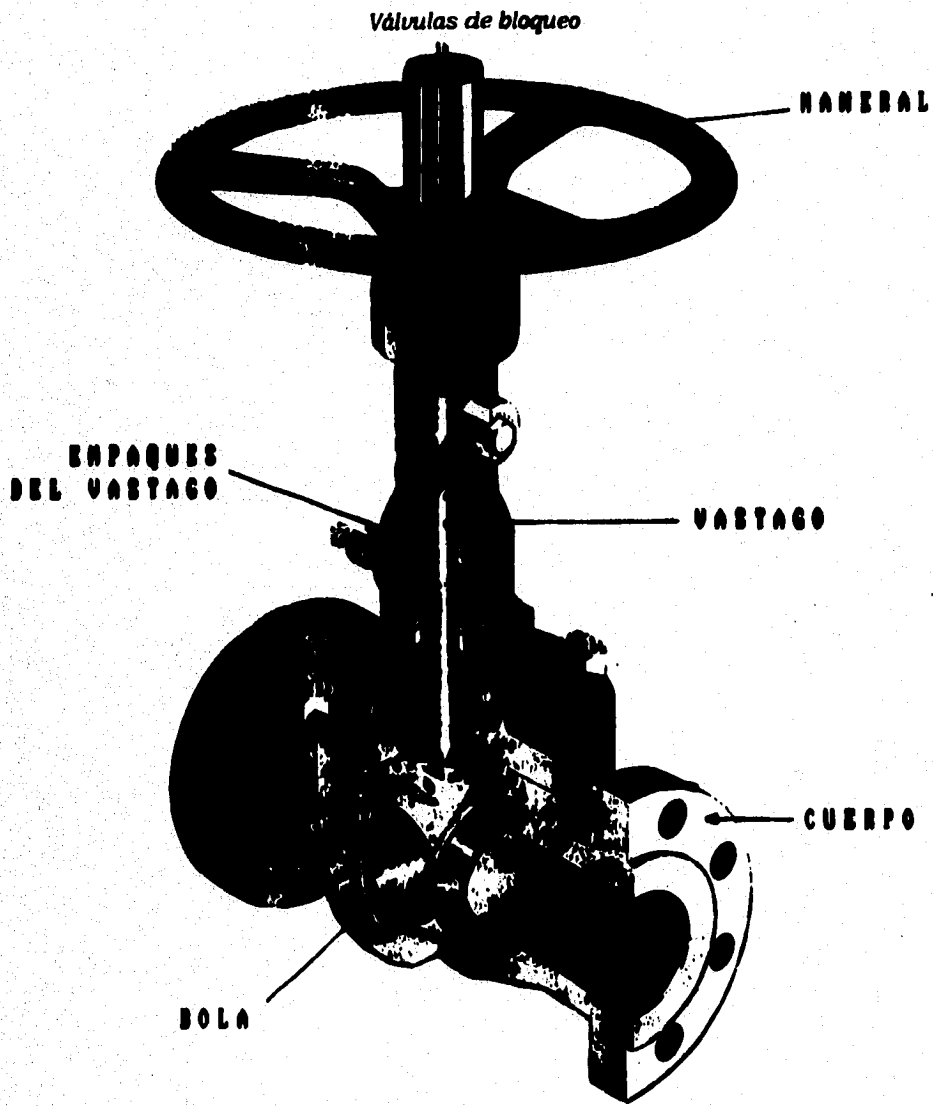


Figura 2-30 Válvula de bola con vástago elevable de la firma "Orbit"

### *Válvulas de bloqueo*

En este tipo de válvulas los asientos giran una fracción de vuelta con cada operación de abertura. De esta manera, con cada operación de la válvula, una superficie nueva se presenta en el punto máximo de desgaste, distribuyéndose éste uniformemente en toda la circunferencia del asiento figura 2-31.

Salvo que las condiciones de servicio no lo permitan, se utiliza teflón de baja fricción en los cojinetes del vástago y en las caras de los anillos de asiento. De esta manera no se requiere lubricación para mantener el sello, ni para facilitar la operación.

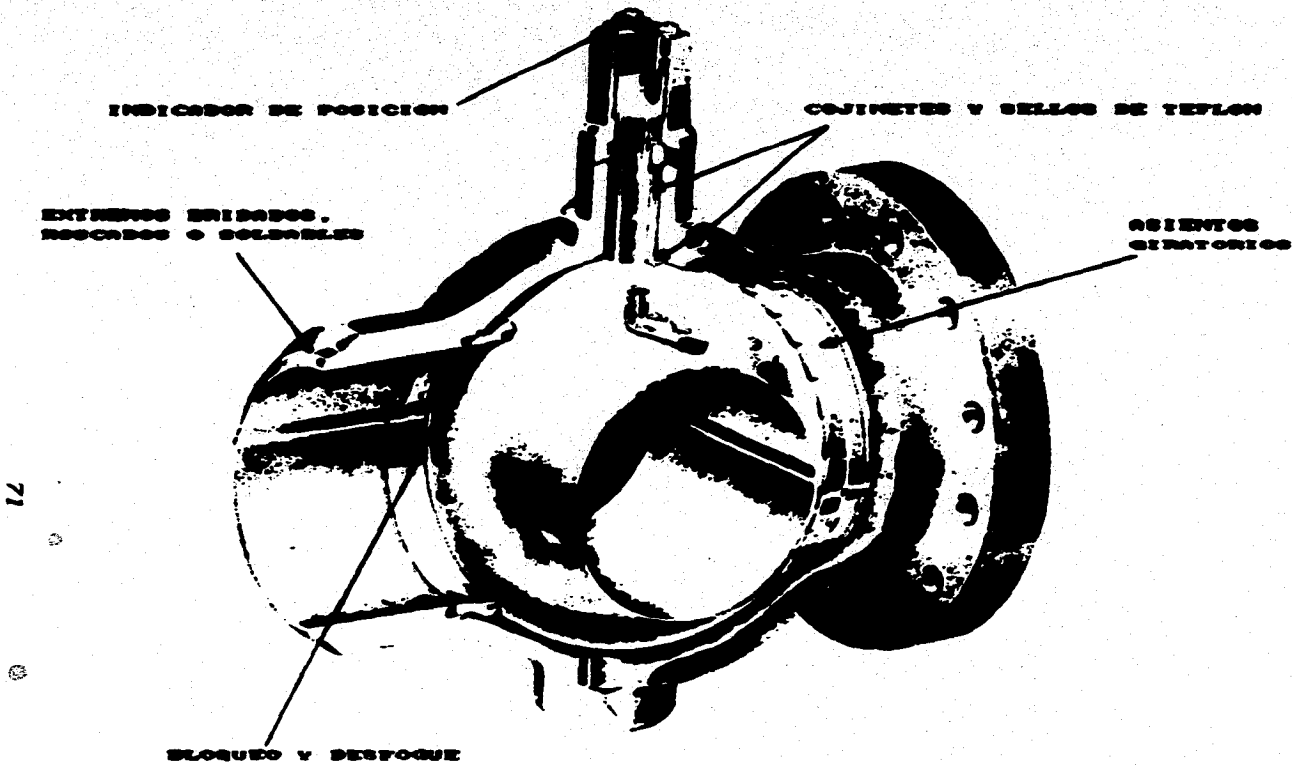
Tanto los asientos de aguas arriba como los asientos aguas abajo, sellan contra la esfera, de tal manera que la cavidad del cuerpo puede desfogarse y limpiarse mientras la válvula está en servicio, ya sea cerrada o abierta, a través del orificio de purga. No puede acumularse presión excesiva en la cavidad del cuerpo, ya que la misma presión separa los asientos de la esfera hasta que las presiones se han igualado.

La eliminación de vástago deslizante, prensaestopa, etc., resultado de su diseño esférico, sección circular, y la esfera girando sobre su propio eje, hacen posible una válvula compacta, resistente y de poco peso, fácil de transportar.

#### **II. 4. 2 VALVULA DE BOLA MONTADA EN MUÑÓN**

Las válvulas se clasifican como de bola flotante o montada en muñón. En la válvula de bola flotante, la presión de la tubería empuja a la bola flotante contra su asiento en el lado de la corriente abajo. Conforme aumenta la presión en la tubería también aumenta la eficiencia del sello; sin embargo, para presiones diferenciales pequeñas ocasionan problemas, y para ello se utiliza la válvula de bola montada en muñón.

En éstas válvulas, la posición de la bola se fija con guías superior e inferior, con cojinetes y la presión en la tubería mueve a los asientos contra la bola. Cada asiento se mueve en forma independiente y la mayor parte de los tipos están bajo carga de resorte para cerrar con bajas presiones diferenciales. Los asientos pueden girar libres o se hacen girar con cierta fuerza cada vez que se acciona la válvula para distribuir el



Valvulas de bloqueo

71

Figure 2-31 Válvula de bola de la firma "Camron Iron Works"

## **Válvulas de bloqueo**

desgaste de los asientos. La válvula de bola montada en muñón se selecciona con mucha frecuencia, para servicios de doble cierre

El sistema sellante del asiento, consta de un anillo de amplia banda de contacto de metal a metal e individualmente pulido, para aparearlo a la esfera y asegurar su óptimo case con ella. Un solo resorte plano (muelle), continuo y de sección, cargado entre el anillo de asiento y el cuerpo, mantiene constante la presión en la esfera. El sello primario entre el asiento y la esfera se mantiene mediante un anillo macizo de nylon, sujeto al anillo del asiento de modo tal que se logra expansión y contracción positiva.

En caso que se requiera de protección debido a daño en el asiento, cuenta con un sistema de inyección de sellante independiente del sello de nylon, maquinada en la cara del asiento metálico. El doble sello entre el anillo sellante y el cuerpo, consta de un grueso anillo en forma de "O".

respaldado por un anillo de acero. Si el fuego destruye el anillo en "O", la presión en la línea se ejerce directamente sobre el anillo de acero, y lo acuña entre el asiento y el cuerpo.

El sistema primario sellante del vástago, consiste en un buje del prensaestopa de anillo en "O", que contiene dos de esos anillos: uno que sella entre el diámetro exterior del buje y el diámetro interior del muñón, y otro que sella entre el buje y el vástago. El prensaestopa queda retenido por un aro de resorte.

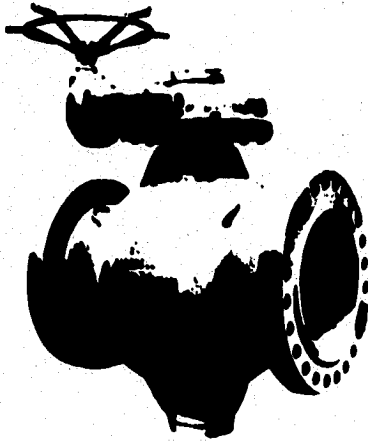
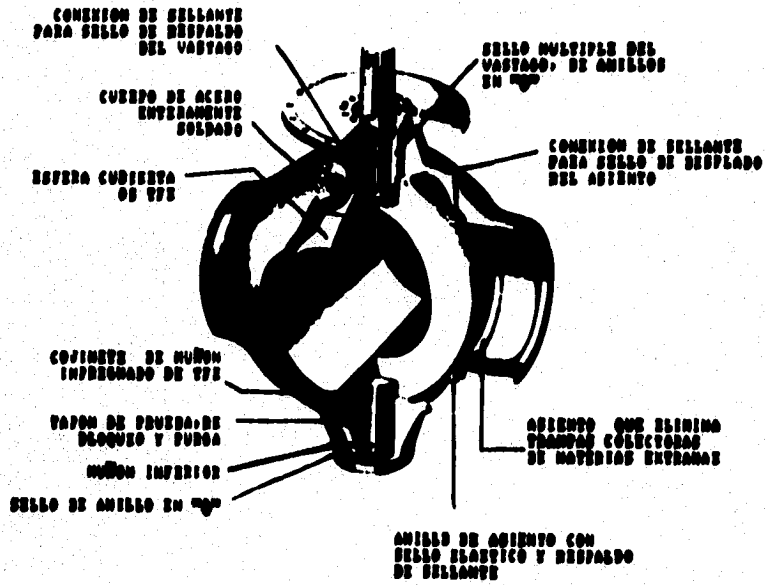
La arandela de empuje, impregnada de TPE, da un sello auxiliar de respaldo que permite cambiar el anillo en "O" primario mientras la válvula permanece bajo presión de la línea. Un sistema independiente, de inyección de sellante, ayuda a mantener el sello hermético con los anillos en "O" y sirve de sello auxiliar en caso necesario. Un ejemplo de diseño de éste tipo de válvula, se muestra en la figura 2-32,

## **II. 5 VALVULA DE RETENCION (CHECK)**

Las válvulas de retención, son más conocidas como válvulas check. Tiene como característica principal permitir el paso del flujo en un solo sentido



*Válvulas de bloqueo*



**Figura 2-32** Válvula de bola montada en nylon de la firma "Inchmull Hydrophore"

### *Válvulas de bloqueo*

y evitar que este regrese. En cuanto a su operación existen dos modelos; válvula de retención de bisagra, válvula de retención horizontal.

#### **VALVULA DE RETENCION DE BISAGRA**

Tiene una bisagra que soporta el disco en la parte superior del puerto de la válvula, la cual permite que el disco se mueva libremente. Cuando la válvula está abierta, la presión del fluido provoca que el disco se levante. Si el flujo se suspende, la gravedad y el flujo inverso actúan sobre el disco, provocando el cierre y evitando así el contraflujo.

Las válvulas de retención de bisagra están disponibles en dos modelos, abertura regular y de abertura total.

Válvula de abertura regular; está más pequeña que el diámetro de la tubería en servicio. Las de abertura total cuando son abiertas, permiten el acceso de limpiadores o polipigs a través de los ductos. Como lo muestra la figura 2-33.

#### **VALVULA DE RETENCION HORIZONTAL**

En estas válvulas el disco descansa sobre un plano horizontal, el cual cambia el curso a través de la válvula. El disco está equipado con una guía corta, que está integrada sobre la tapa y el soporte horizontal, por lo cual se mueve verticalmente. Cuando la válvula es abierta, la presión del fluido levanta verticalmente el disco. La gravedad y el contraflujo contribuyen al asentamiento del disco sobre el asiento, el disco sube y baja según sea la presión (alta o baja). Ver figura 2-34.

Algunos modelos de válvulas de retención, utilizan una bola en lugar del disco. En ambos casos los asientos son circulares y renovables. Las válvulas de bisagra son utilizadas donde generalmente se da el contraflujo, las válvulas tienen una tendencia de "traqueteo", esto puede ser corregido, usando una válvula de bisagra equipada con una pesada palanca en el exterior. Las válvulas de retención, son una adaptación de válvulas de globo y de compuerta.

#### **II. 6 VALVULA DE MARIPOSA**

## Válvulas de bloqueo

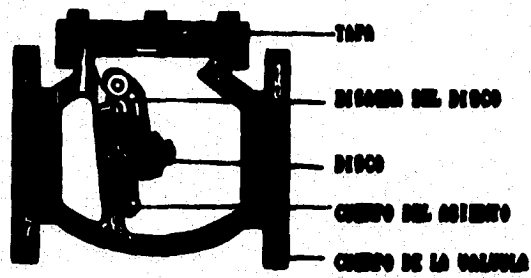


Figura 2-23 Válvula de retención tipo bisagra

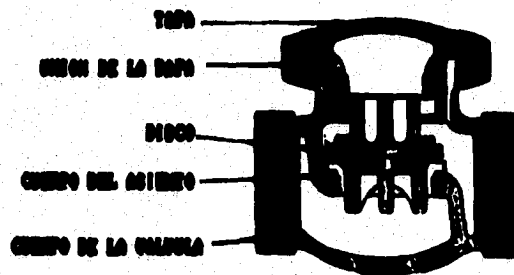


Figura 2-24 Válvula de retención tipo horizontal

## **Válvulas de bloqueo**

El uso de las válvulas de mariposa, para el control de flujo de fluidos ha venido revolucionando el uso de otros tipos de válvulas, debido a su menor tamaño, menor peso y mayor facilidad para su manejo. El diseño de la válvula mariposa permite economías de espacio y maniobra de instalación.

Los cuerpos de las válvulas de mariposa de tamaño pequeño son de extremos roscados y se atornillan a la tubería. Las válvulas de tamaño más grande están destinadas para instalación entre un par de bridas.

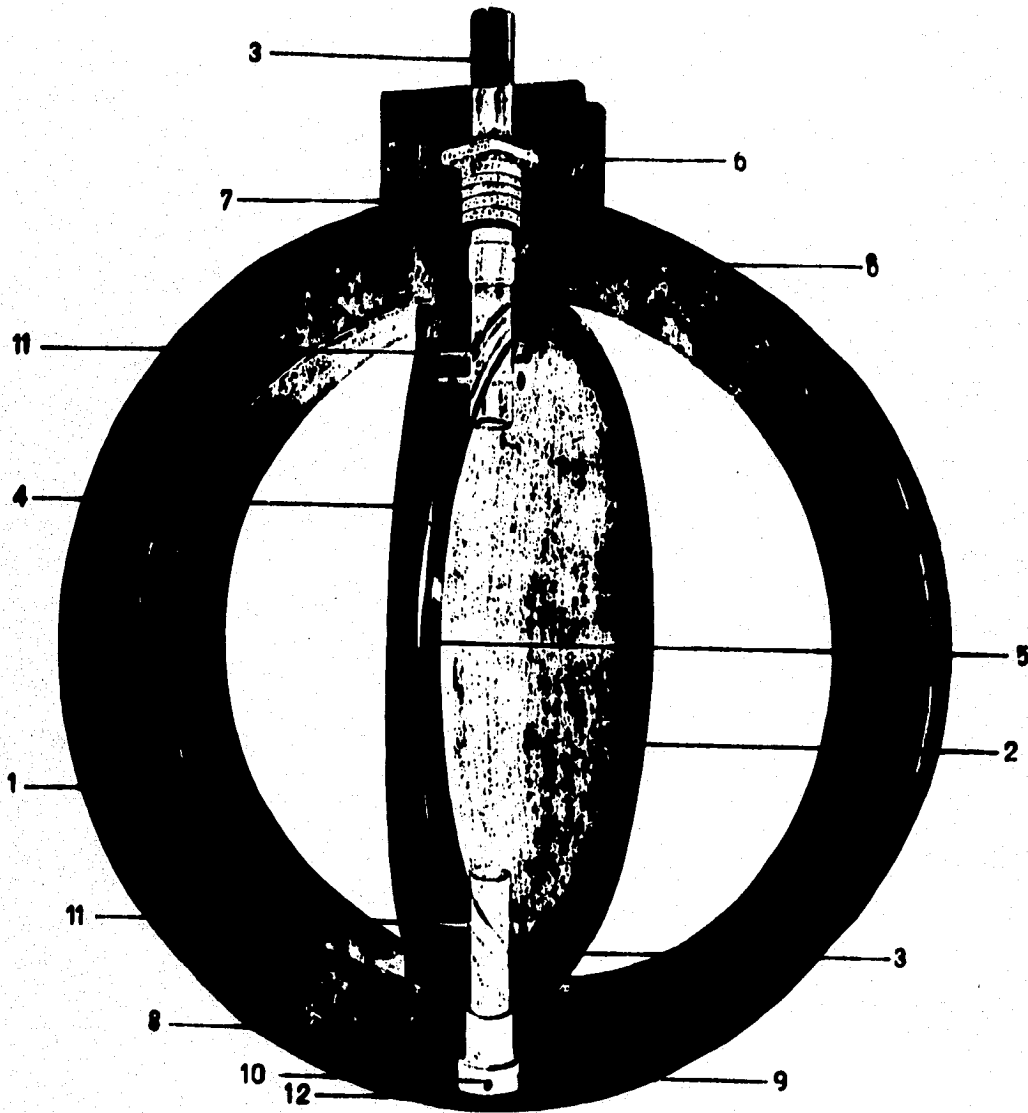
Se clasifican por el tipo de disco y tipo de orejas. En la válvula de disco o de "Oblea" los tornillos abarcan el cuerpo. El tipo de orejas es para facilitar el servicio en lugares de difícil acceso; el cuerpo tiene orejas que suelen estar taladradas y machueladas. Los tornillos se pueden instalar desde cualquier parte, y la válvula se puede dejar en la tubería cuando se desconecta la tubería. Ver figura 2-35.

### **CARACTERISTICAS ESPECIALES**

Las operaciones de maquinado son ejecutadas dentro de las tolerancias más exactas, asegurando un ajuste perfecto en todas sus partes. Una adecuada selección del material del disco y del asiento elástico, proporcionan una alta resistencia a la abrasión y corrosión. La fabricación se realiza bajo especificaciones en dos tipos diferentes como son: tipo "Oblea" para instalar entre bridas, con disco de hierro o de bronce y sello de elastómeros. El exclusivo diseño de defasamiento del sello con respecto a la flecha central, disminuye la posibilidad de fugas al exterior.

### **OPERACION**

La válvula de mariposa, es operada por medio de una flecha que acciona el disco haciéndolo girar centrado perfectamente con el cuerpo de la válvula. Estas válvulas se operan por medio de una acción rotatoria a un cuarto de vuelta (90 grados), quedando abierta totalmente, el disco está en una posición paralela a la línea de flujo. Para cerrar la válvula, se gira en sentido contrario hasta su posición inicial (0 grados), quedando el disco perpendicular a la tubería o a la línea de flujo. Ofreciendo así un cierre hermético al fluido, tal y como lo muestra la figura 2-36.



- |                               |                       |                     |
|-------------------------------|-----------------------|---------------------|
| 1 CUERPO                      | 5 ANILLO DEL DISCO    | 9 BOLA O BOLA       |
| 2 DISCO                       | 6 BRIDA PUNTA EMPAQUE | 10 PUNTO BOLA-FLOR  |
| 3 VERNIZ                      | 7 EMPAQUE             | 11 PUNTO DISCO-FLOR |
| 4 ANILLO ELASTICO EN EL DISCO | 8 BUE                 | 12 O-RING           |

Figura 2-25 Válvula de varillas de la firma "Stalban"

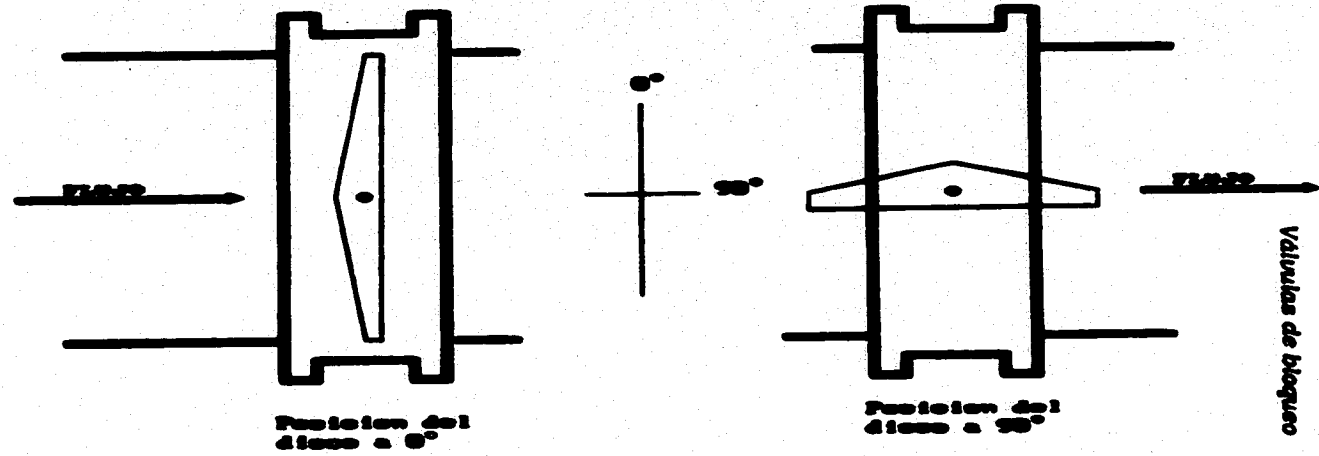


Figura 2-36 Diagramas que muestran la operación de la válvula de mariposa

*Válvulas de bloqueo*

Estas válvulas únicas por su diseño, permiten que el conjunto disco-flecha-asiento, ofrezca una mayor resistencia a la deflexión y elimine la filtración o goteo entre el asiento y el cuerpo. La operación puede efectuarse manual, semiautomática, o automáticamente con operadores neumáticos, hidráulicos, o eléctricos.

**VENTAJAS**

Estas válvulas requieren de poco espacio son ligeras, de fácil instalación. Por lo compacto de su cuerpo, tienen un bajo costo de instalación y mantenimiento, ofrecen un cierre rápido, positivo y hermético, mínima restricción al flujo, es resistente a la abrasión y corrosión, de asientos ajustables y renovables, asimismo su operación puede ser manual o automática.

**CAPITULO III**  
**VALVULAS DE ESTRANGULACION**



### **III. 1 VALVULAS DE ESTRANGULACION**

Este tipo de válvulas, son empleadas para flujo de fluidos en la tubería con un gasto menor al máximo. Las válvulas de estrangulamiento están diseñadas para manejar esencialmente flujo lineal, éste como consecuencia del cierre del diámetro por parte de la válvula, asimismo regula el flujo, la presión del fluido o una combinación de ambos.

En la mayoría de las válvulas de estrangulamiento, el flujo es dirigido a lo largo de un eje paralelo con respecto al componente de cierre; en contraste con las válvulas empleadas para servicio de cierre o bloqueo, o inicio y paro de flujo, donde el caudal del fluido corre perpendicular al eje del elemento de control.

Las subsecuentes válvulas mantienen un control de flujo lineal, y sus características principales de cada una de ellas para funciones de estrangulación, tanto para líneas de transporte y estaciones de bombeo, así como de compresión, son las siguientes:

### **III. 2 VALVULAS DE GLOBO**

Estas válvulas son las que más ampliamente se emplean como válvulas de estrangulación. Se informa que cerca del 10 % del total de válvulas en el mercado corresponden a válvulas globo, así como el 50 % de todas las válvulas de estrangulación.

Las válvulas de globo, logran su mejor desempeño en tuberías de diámetro pequeño, donde son empleadas para estrangular la línea con propósitos de control, además cuando se requiere un cierre positivo. Los principales componentes más usuales de las válvulas de globo son los siguientes: volante, vástago, bonete, asiento disco y cuerpo, tal y como se muestra en la figura 3-1.

### Válvulas de estrangulación

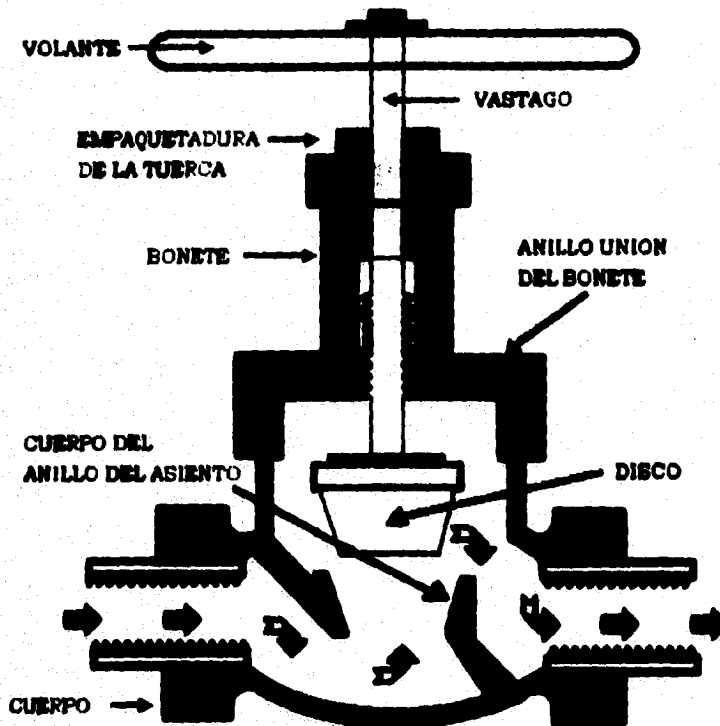
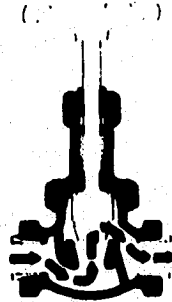


Figura 3-1. Válvula de globo.

El líquido que fluye a través de la válvula, es obligado debido a la propia construcción de la misma a dar dos vueltas en ángulo recto como en la figura 3-1. El flujo entra a la válvula paralelo al asiento, a lo largo de un eje horizontal, tanto para la tubería como para la válvula; una pared fija dentro de esta válvula hace que el flujo de una vuelta en un ángulo de 90°, el flujo se mueve en una trayectoria vertical hacia arriba de la cara del disco, pasando al rededor del mismo, bajando nuevamente el fluido en ángulo de 90°, hasta el eje horizontal paralelo a la tubería. De este modo se genera una gran caída de presión debido a la geometría de la válvula, ver figura 3-2.

### **Válvulas de estrangulación**



**Figura 3-2. Trayectoria del flujo en una válvula tipo globo.**

**La colocación del asiento va en un plano paralelo a la línea de la tubería, el flujo es controlado por un macho ahusado o un disco, cerrando sobre la superficie del asiento; el disco en estas válvulas es controlado por el movimiento ascendente del vástago.**

**El disco se mueve verticalmente perpendicular a la superficie del asiento, generando así que el flujo sea lineal. La erosión del asiento es minimizada porque todo contacto entre el asiento y el disco termina cuando el flujo se inicia. Tanto el disco como el asiento, en caso de ser necesario, pueden ser reemplazados sin ninguna dificultad y completamente rápido.**

**En las válvulas globo, la principal diferencia está en el diseño del disco y del asiento, los tres tipos básicos disponibles son los siguientes: disco macho metálico, disco plano metálico y disco compuesto.**

**La figura 3-3, muestra un disco macho metálico. Este disco tiene un contacto más amplio con el asiento debido a su configuración, alargada, troncocónica, que permite que éste disco estrangule al flujo, la única limitante estriba en que tiene poca resistencia a la erosión y a la corrosión.**

### Válvulas de estrangulación

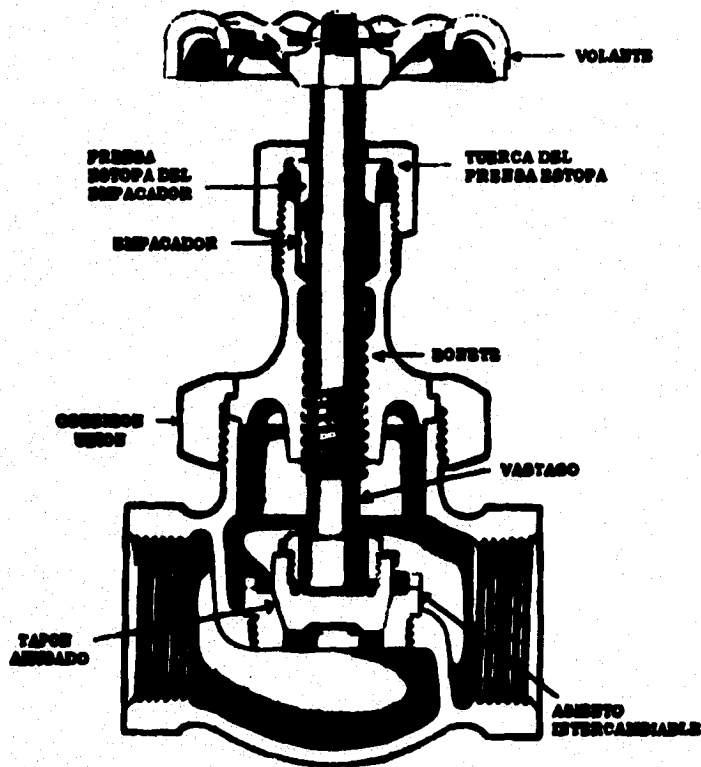
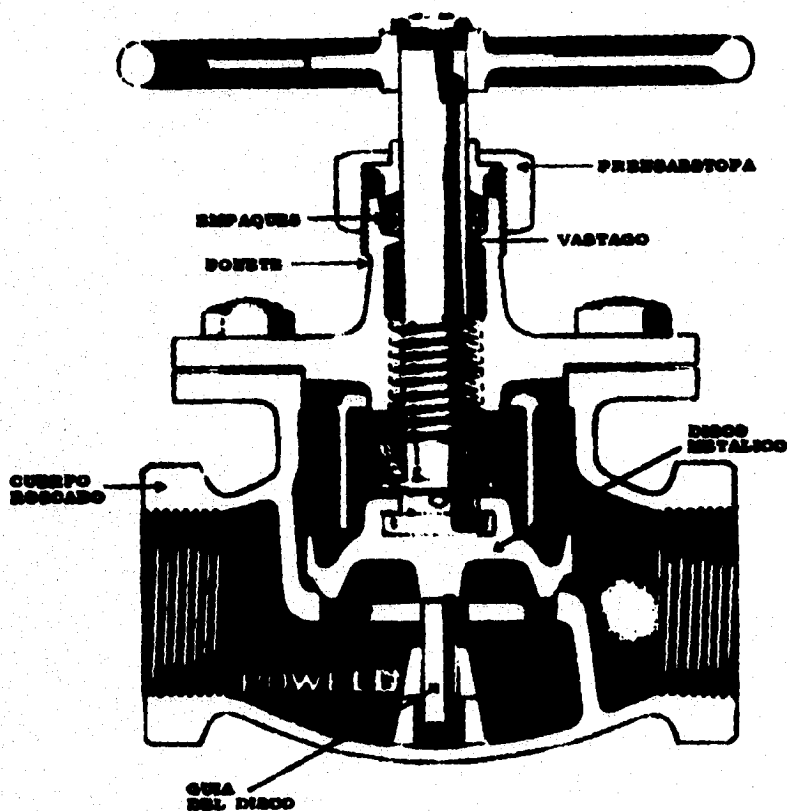


Figura 3-3. Válvula de globo con disco macho metálico.

La válvula mostrada en la figura 3-4, presenta un disco plano metálico (disco de composición), que mantiene un contacto plano lineal, entre la superficie de asentamiento troncocónico o esférico y un asiento cónico, las partículas extrañas o sólidos arrastrados pueden convertirse en cuñas entre el disco y el asiento; genera un corte positivo al líquido.

### Válvulas de estrangulación

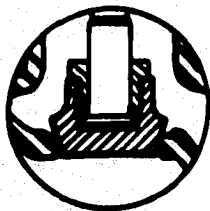


**Figura 3-4. Válvula de globo con disco plano metálico o también conocido como disco de composición.**

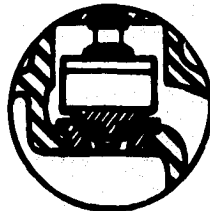
El disco de composición mostrado en la figura 3-5, presenta una cara plana que se oprime contra una superficie metálica anular, de asiento plano que produce un corte positivo a los gases; sólo que para gasolina, diesel y otros líquidos no es recomendado. Los asientos pueden ser fundidos integrales o pueden ser anillos de asientos reemplazables, o fijos con tornillos.

En la figura 3-5, también se muestran diversos tipos de discos empleados para válvulas tipo globo.

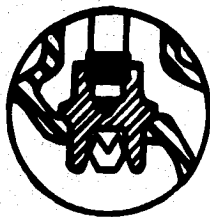
## Válvulas de estrangulación



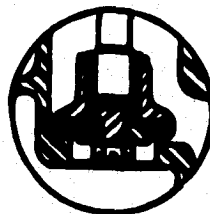
Disco tipo macho.



Disco tipo macho con orificio en V.



Disco de placa de doble acilo y asiento reemplazable.



Disco de composición.

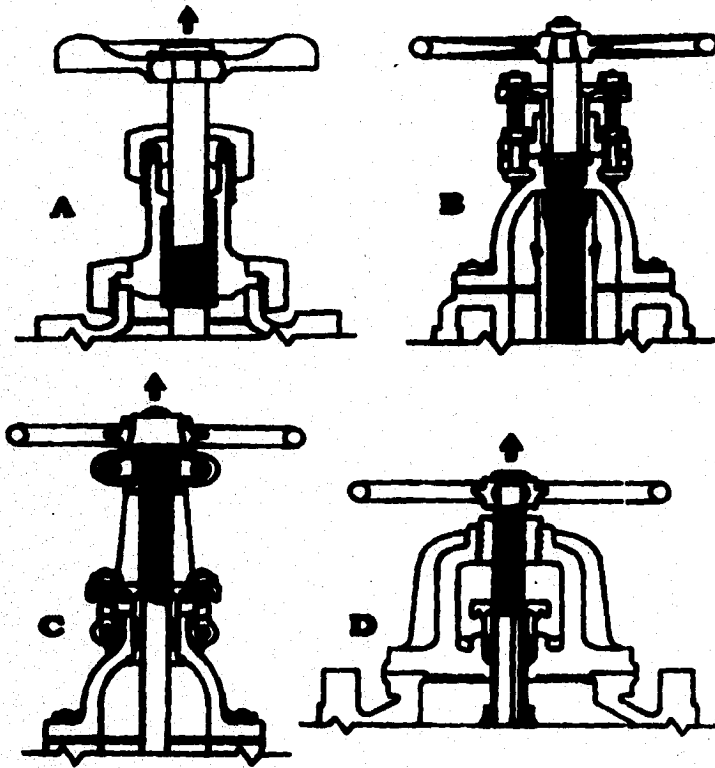
Figura 3-5. Diversos tipos de discos para válvulas de globo

En la empaquetadura del vástago, se emplea, asbesto impregnado con TFE (tetrafluoroetileno) de alta duración con temperaturas de 450°F ó menos, pues para temperaturas mayores se recomiendan empaques con asbestos y grafito. Los extremos del cuerpo de la válvula pueden ser soldados, con brida o rosca, y están disponibles en diámetros de 1/8" a 30".

### III. 2. 1 TIPOS DE VASTAGO

Por lo general, los vástagos disponibles como los de la figura 3-6, muestran los siguientes tipos:

### Válvulas de estrangulación



**Figura 3-6. (A), Vástago elevable con cuerda exterior y yugo. (B) Vástago elevable con cuerda exterior y yugo, el volante se eleva con el vástago. (C) Vástago elevable con rosca interna. (D) Vástago elevable cuerda int.**

**VASTAGO ELEVABLE CON ROSCA INTERNA:** No se deberá emplear éste tipo de vástago para válvulas que manejen fluidos corrosivos, debido a que las roscas del vástago tienen protección parcial.

## *Válvulas de estrangulación*

Asimismo existen vástagos elevables de rosca externa y vástago deslizable para apertura rápida.

### **III. 2. 2 TIPOS DE BONETES**

**BONETES DE ROSCA INTERNA Y EXTERNA;** éstos son empleados para válvulas de pequeñas dimensiones, así como cuando las condiciones de presión y temperatura son bajas.

**BONETE UNION PARA VALVULAS PEQUEÑAS;** este tipo de bonete es empleado para cuando se requiere desarmar y darle mantenimiento a la válvula.

**BONETE CON BRIDA;** este tipo de bonete va atornillado, se emplea cuando se manejan altas presiones y temperaturas, la junta del bonete sella la unión entre el cuerpo y el bonete.

### **III. 3 VALVULA EN Y**

La principal desventaja de las válvulas de globo, es su gran caída de presión (ver tabla 5-3 del capítulo 5), existen otras válvulas para mantener un estrangulamiento deseado; pero las características de diseño de las válvulas de globo, hacen que se incremente la caída de presión, pues el flujo es obligado a pasar dentro de la válvula, a través de severas curvas, además del disco y el asiento. Las válvulas en Y, que se muestra en la figura 3-7 son una modificación de las válvulas de globo.



## Válvulas de estrangulación

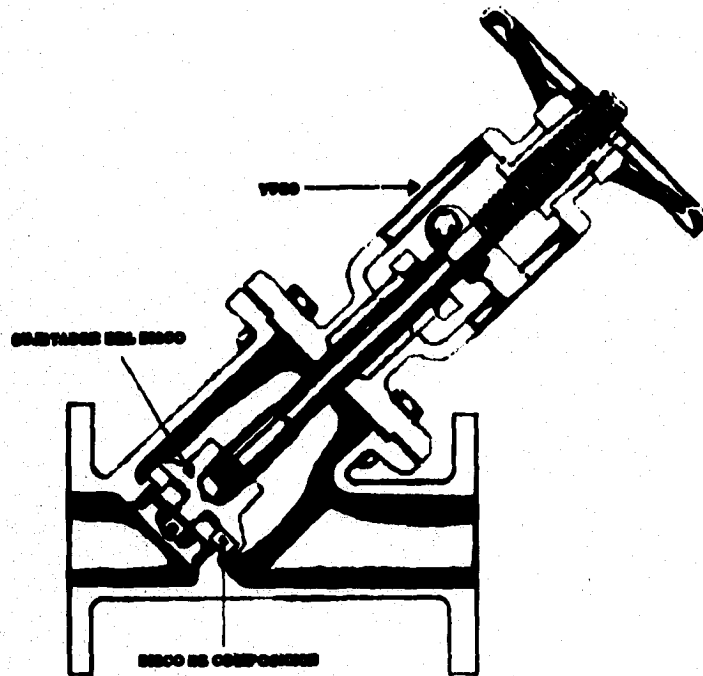


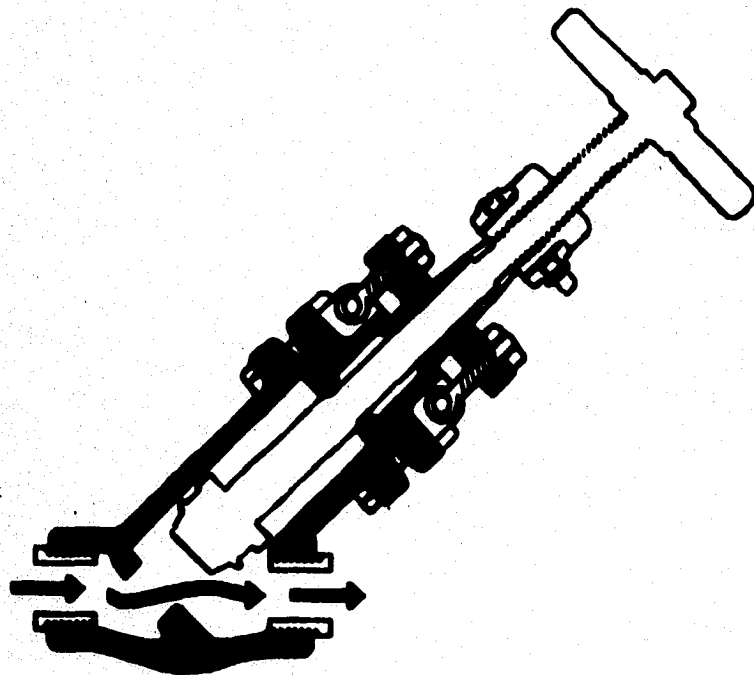
Figura 3-7. Válvula en Y

Las válvulas en Y cuentan con un conducto rectilíneo como el de una válvula de compuerta, el orificio del asiento está en un ángulo de 45° con respecto al eje horizontal en el sentido del flujo, esto hace que sea relativamente poca la restricción al flujo, lográndose de esta forma, una trayectoria más lisa de flujo. El fluido pasa a través de la válvula similar a como ocurre con una válvula de compuerta y con menor caída de presión que con las válvulas de globo. Ver figura 3-8.

Los componentes de la válvula Y, son el vástago, el disco y el asiento. están colocados de la misma forma como en las válvulas de globo, sólo que con el desfasamiento en ángulo de 45°.

### *Válvulas de estrangulación*

Quando se manejan temperaturas de bajas a moderadas, y cuando el flujo entra a la válvula, éste pega sobre la cara del disco o macho, la presión del líquido tiende a empujar el tapón hacia afuera del asiento, facilitando la operación de la válvula. Esto además ayuda a mantener la erosión del disco y asiento en un mínimo.



**Figura 3-8. En la válvula tipo Y, el desplazamiento del flujo es más suave, en comparación con la válvula tipo globo.**

### Válvulas de estrangulación

Para altas temperaturas, la presión del líquido es aplicada sobre el disco; de otro modo, el vástago puede estar a una menor temperatura que el disco y el asiento; debido a estas diferencias de temperatura se genera una contracción del vástago que puede levantar al disco del asiento, como resultado de esto habrá fuga acelerando la erosión y "fisuramiento", tanto del disco como del asiento. Se podría decir que este fenómeno de alta temperatura, resulta ser regla general y es aplicable también a válvulas de globo y de ángulo.

### III. 4 VALVULA DE ANGULO

Son en esencia iguales a las válvulas de globo, con la diferencia principal que el flujo de fluido en la válvula de ángulo hace un giro de 90°. La figura 3-9 nos muestra una válvula de éste tipo.

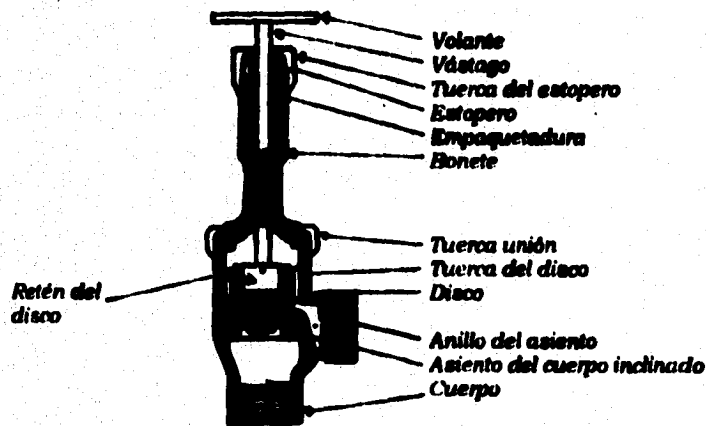


Figura 3-9. Componentes de una válvula de ángulo.

Este tipo de válvula tiene sus conexiones de entrada y de salida en ángulo recto, se emplean para servicio de estrangulación y presentan una menor resistencia al flujo en comparación con las válvula de globo.

### *Válvulas de estrangulación*

El movimiento de apertura, es a través del vástago que gira y se mueve hacia afuera, quedando de este modo abierta.

Sus componentes principales son; vástago, anillo y asiento. La forma de ángulo de 90° que tiene esta válvula, elimina la necesidad de acoplar un codo, debido a que el flujo en el lado de la entrada está en ángulo recto con respecto a la salida. Ver la figura 3-10 donde se muestran estas características

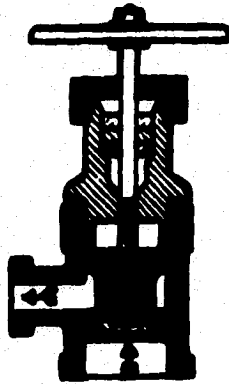


Figura 3-10. Entre la entrada y la salida de la válvula existen 90°.

Debido al diseño y construcción de su cuerpo dividido, permite el fácil acceso a los componentes internos para servicio de mantenimiento o reparación.

### **III. 5 VALVULA DE AGUJA**

Las válvulas de aguja, cuentan con un macho cónico como elemento de cierre, el cual se ajusta con precisión al asiento de la válvula.

Para abrir la válvula, será necesario hacer girar el vástago, el cual se mueve hacia afuera. Debido al diseño del asiento y del tipo de macho cónico, se puede lograr una estrangulación exacta para volúmenes pequeños, pues se forma un orificio anular variable entre el macho

### ***Válvulas de estrangulación***

**cónico y el asiento también cónico. En la figura 3-11 esta representada una válvula de aguja.**

**Las válvulas de aguja, están disponibles en diámetros pequeños desde 1/8" a 1", soportando presiones de hasta 10,000 (lb/pg<sup>2</sup>), y con temperaturas de hasta 500°F; estas condiciones dependerán de los materiales que se empleen para su fabricación; ya que su maquinado tiene que ser muy fino.**

**Por otro lado, la estrangulación que genera esta válvula es muy suave, así como también su cierre, estas condiciones se verán favorecidas si el fluido manejado está limpio.**

Válvulas de estrangulación

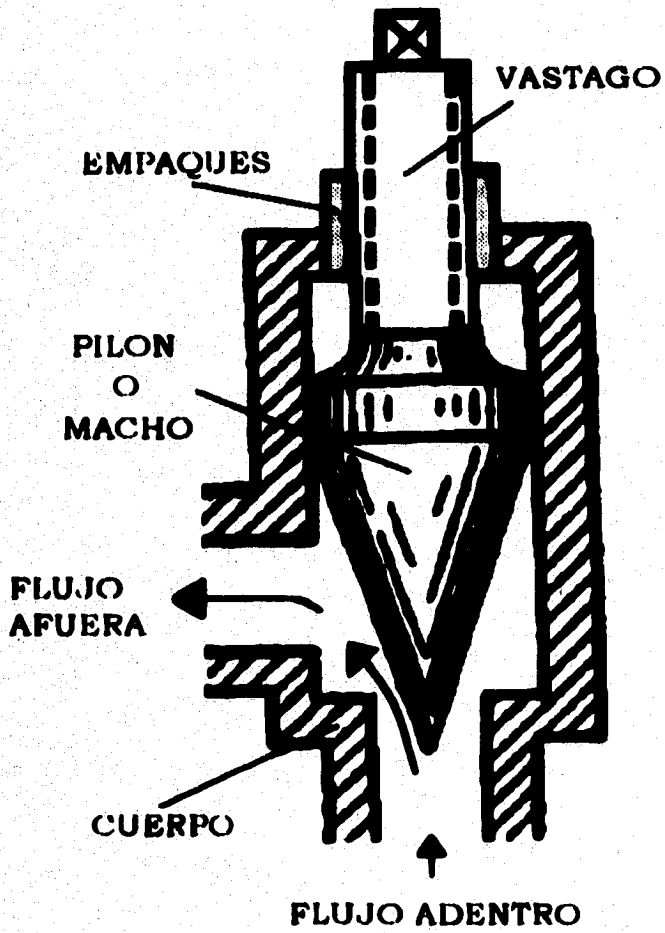


Figura 3-11. Válvula de aguja.

### III. 6 VALVULA DE SEGURIDAD - ALIVIO

Su función principal, es la de descargar la presión excesiva generada por un fluido dentro de una línea de conducción, o en una estación de bombeo, o en una de compresión. Conforme a la presión máxima de ajuste que tenga la válvula ésta entrará en operación.

Este tipo de válvulas operan por medio de un resorte sensible a la presión, mismo que mantiene a la válvula cerrada mediante un disco en su asiento.

Se construyen para su descarga en ángulo ( lateral ), o recto ( vertical ), Después de descargar la presión excesiva, la válvula cierra automáticamente por medio de la acción de su resorte.

Las válvulas de seguridad son de descarga máxima instantánea, generalmente empleadas para gases, y las válvulas de alivio son de descarga gradual, frecuentemente usadas en líquidos.

Será necesario definir los siguientes términos, para una mejor comprensión de este tipo de válvulas, pues así de esta manera, se entenderá qué fenómenos ocurren ellas.

• **ACUMULACION** : El incremento de presión sobre la máxima permisible de trabajo del sistema, durante la descarga a través de la válvula de seguridad o alivio, expresado en porcentaje de dicha presión, o en libras sobre pulgada cuadrada.

Se puede calcular, como la relación de la constante de contrapresión en el sistema, entre la presión de calibración del resorte más el factor de seguridad; en unidades absolutas de presión, expresado en porcentaje.

El código ASME, permite que la presión máxima de desahogo, exceda la presión máxima de diseño de la línea, hasta ciertos límites especificados.

Algunos factores de seguridad son :

Tuberías de presión y descarga de bombas ( ASME ), 25 %  
Recipientes de presión expuestos al fuego ( ASME ), 20 %  
Tanques de almacenamiento a presión atm. ( ASME ), 0 %

### *Válvulas de estrangulación*

• **SOBREPRESION** : Es el incremento de presión sobre la de ajuste del accesorio principal relevador. Significa lo mismo que acumulación cuando el accesorio relevador ha sido ajustado a la presión máxima permisible de trabajo.

• **PRESSION DE DISPARO O AJUSTE** : Es la presión de entrada a la cual la válvula de seguridad o alivio ha sido ajustada para operar. Esta presión se ajusta sin tomar en cuenta cualquier contrapresión sobre la descarga de la válvula y no se debe confundir con la calibración del resorte por el fabricante.

• **PRESSION DIFERENCIAL DE LA VALVULA**: Es la diferencia entre la presión de apertura o disparo y la presión de cierre de la válvula.

• **CONTRAPRESION** : Es la presión desarrollada por el lado de descarga de las válvula de seguridad y de alivio.

Esta presión puede ser generada por la corriente de fluido según éste pasa a través de la tubería de alivio, o puede ser una presión establecida como parte del sistema de purga dentro del cual descarga la válvula, o puede ser una combinación de las dos.

• **CONDICIONES DE OPERACION** : La válvula deberá tener una presión diferencial de cierre lo más pequeña posible, de tal modo que el desperdicio de gas o vapor sea mínimo, debido al disparo de la válvula después de aliviada la sobrepresión.

Las válvulas deberán calibrarse con el equipo adecuado a la presión correcta y probarse antes de su instalación, y el punto de disparo deberá mantenerse dentro de las limitaciones básicas de diseño para temperatura y presión máximas, regidos por los materiales de su construcción.

La válvula deberá mantener el ajuste mínimo entre la presión diferencial de cierre y de calibración, pero este valor deberá ser lo suficientemente grande como para evitar la operación errática de la válvula; ésta presión será tal que la válvula cierre después de alcanzar la presión de operación, para que así la válvula no interfiera en la presión a la cual se este trabajando, tanto en la estación o en la línea de conducción; asegurando de esta manera su buen funcionamiento para casos de emergencia, para cuándo la presión de operación este por encima de lo normal.



### **III. 6. 1 VALVULA DE SEGURIDAD**

Esta válvula tiene un resorte o dispositivo automático, calibrado para aliviar presiones cuando el sistema de transporte se encuentra replegado. La válvula se mantiene comunicada con el fluido de la tubería, y éste ejerce una presión estática debajo del asiento. Cuando la presión estática alcanza la presión de calibración del resorte, la válvula abrirá, teniendo una rápida acción de apertura o disparo, logrando casi instantáneamente su carrera total, liberando de modo inmediato la sobrepresión existente en el medio.

Este tipo de válvula se emplea básicamente para fluidos compresibles, propiamente gas o vapor. La figura 3-12, muestra una válvula de seguridad.

La función principal de una válvula de seguridad, es la de detectar el aumento de presión, y proveer una trayectoria para la salida del fluido que se encuentra replegado en el sistema.

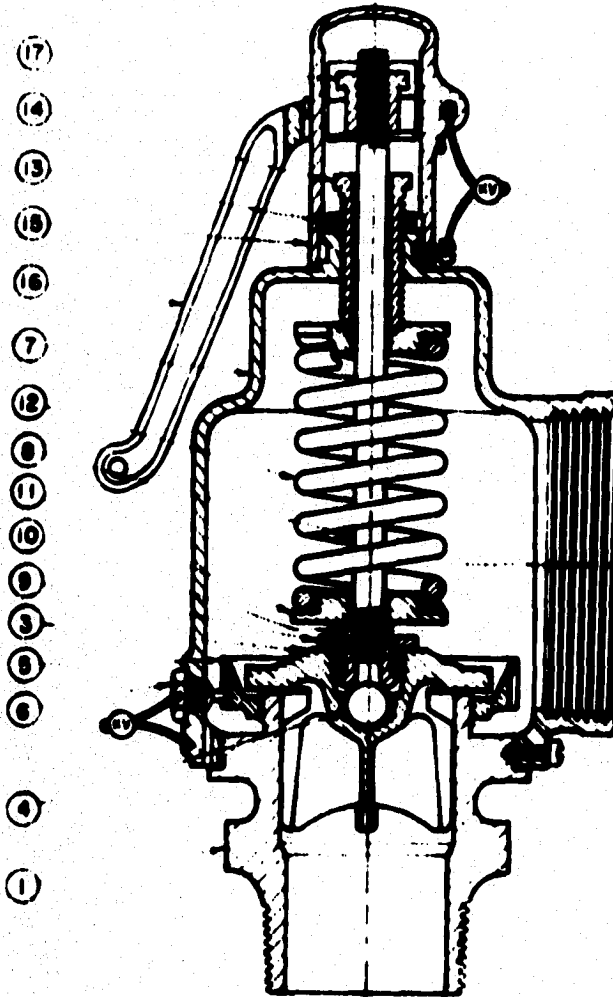
El aumento en la presión, se detecta por medio de un equilibrio de fuerzas, que consiste en que la presión de operación actúe sobre una superficie determinada, en contra de un resorte.

El cuerpo de la válvula, suele tener una configuración en forma de ángulo; la conexión de la entrada está diseñada para la presión y temperatura corriente arriba, y la conexión de la salida y el bonete, están diseñados para presiones más bajas.

El lado de la salida es más grande que el de la entrada, pues así permite la dilatación del medio circulante. En el orificio de entrada aloja al disco y al asiento de la válvula, que puede ser un buje, una boquilla o una semiboquilla, tal como lo muestra la figura 3-13.

El disco, casi siempre está bajo la carga del resorte y el vástago le transmite fuerza. Las boquillas completas utilizadas incluyen el asiento, orificio y cara de la brida en una sola unidad. Hay un anillo ajustable en la boquilla y una pestaña de flexión en el disco.

Válvulas de estrangulación



- |                       |                            |                        |
|-----------------------|----------------------------|------------------------|
| 1.- Cuerpo            | 2.- Asiento                | 3.- Disco              |
| 4.- Disco bola        | 5.- Anillo regulador       | 6.- Tornillo regulador |
| 7.- Tapa              | 8.- Varilla                | 9.- Sujetador          |
| 10.- Tuerca seg.      | 11.- Resorte               | 12.- Platos            |
| 13.- Tornillo opresor | 14.- Tuerca                | 15.- Cubierta          |
| 16.- Palanca          | 17.- Tuerca de la palanca. |                        |

Figura 3-12. Válvula de seguridad.

### Válvulas de estrangulación

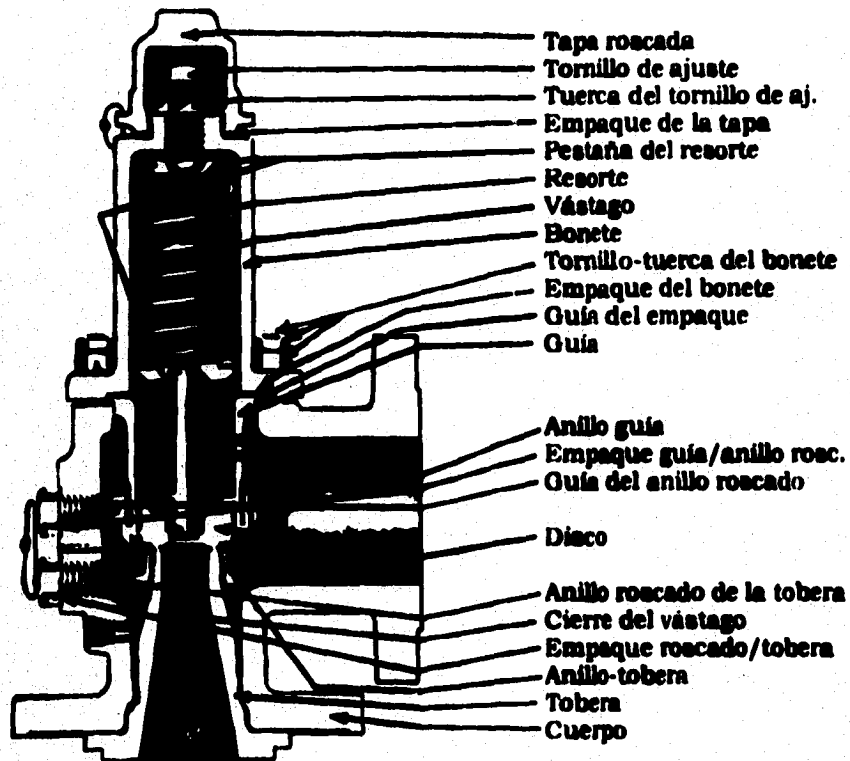


Figura 3-13. Boquilla de la válvula de seguridad.

La boquilla converge en el orificio para dar gran velocidad en ese punto, el anillo de la boquilla constituye un orificio secundario, cuya calibración determina la presión a la cual va a cerrar. La pestaña de flexión en el disco, recupera parte de la energía cinética, lo cual da por resultado la acción de disparo de la válvula. La figura 3-14, donde se muestran las anteriores características.

Las válvulas de seguridad, llegan a toda su capacidad con el 3% por arriba de la presión de disparo, según el Power Code de la ASME, o del 110% según el Unfired Code, de la misma asociación.

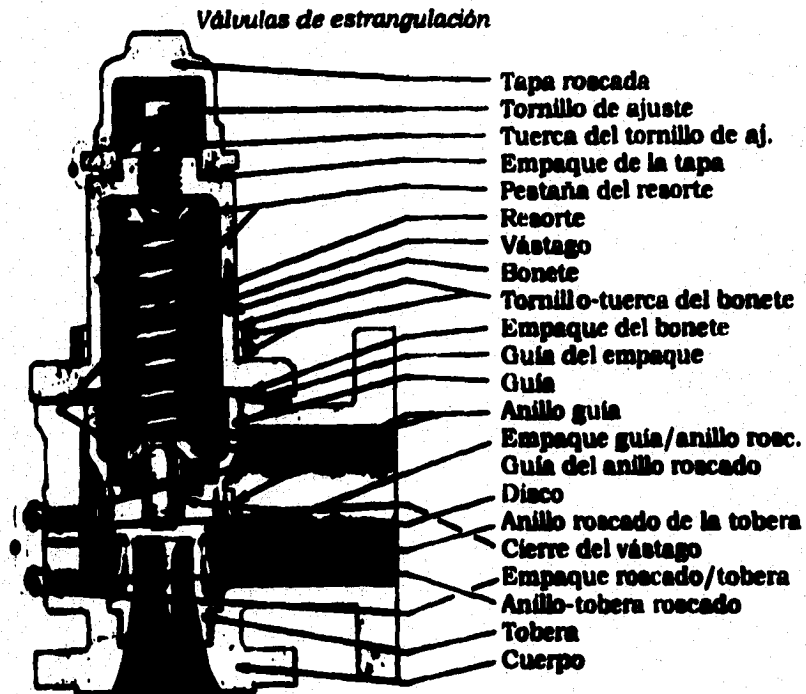


Figura 3-14. Válvula de seguridad

### III. 6. 3 VALVULAS DE SEGURIDAD - ALIVIO

Este tipo de válvulas se emplean en la descarga de bombas y compresores de desplazamiento positivo, así como cuando se presenta dilatación térmica de líquidos y gases. Algún tipo de válvulas de seguridad - alivio de boquilla completa, están disponibles con un fuelle para aislar el disco de una contrapresión variable o creciente. La figura 3-15 nos muestra el tipo de arreglo para una válvula de éste tipo.

Tienen una gran capacidad de trabajo pues se pueden emplear para presiones bajas, medianas y altas, con un rango de temperatura de - 400 °F a 1000 °F, y pueden ser utilizadas para gas, vapor y líquido.

### Válvulas de estrangulación



Figura 3-15. (A) Válvula con fuelle, (B) Disco tipo normal sin fuelle

### III. 6. 3 VALVULA DE SEGURIDAD - ALVIO CONVENCIONAL

Estas válvulas operan satisfactoriamente sólo cuando la contrapresión es relativamente constante. Los cambios en la contrapresión, puede afectar seriamente la presión de operación de la válvula y su capacidad de flujo.

Estas válvulas se emplean cuando existen presiones relativamente bajas, y para alivio de presiones con salida hacia la atmósfera, a un tanque de almacenamiento, o línea de quema. La figura 3-16, esta representado la descarga de una válvula de estas características.

### Válvulas de estrangulación

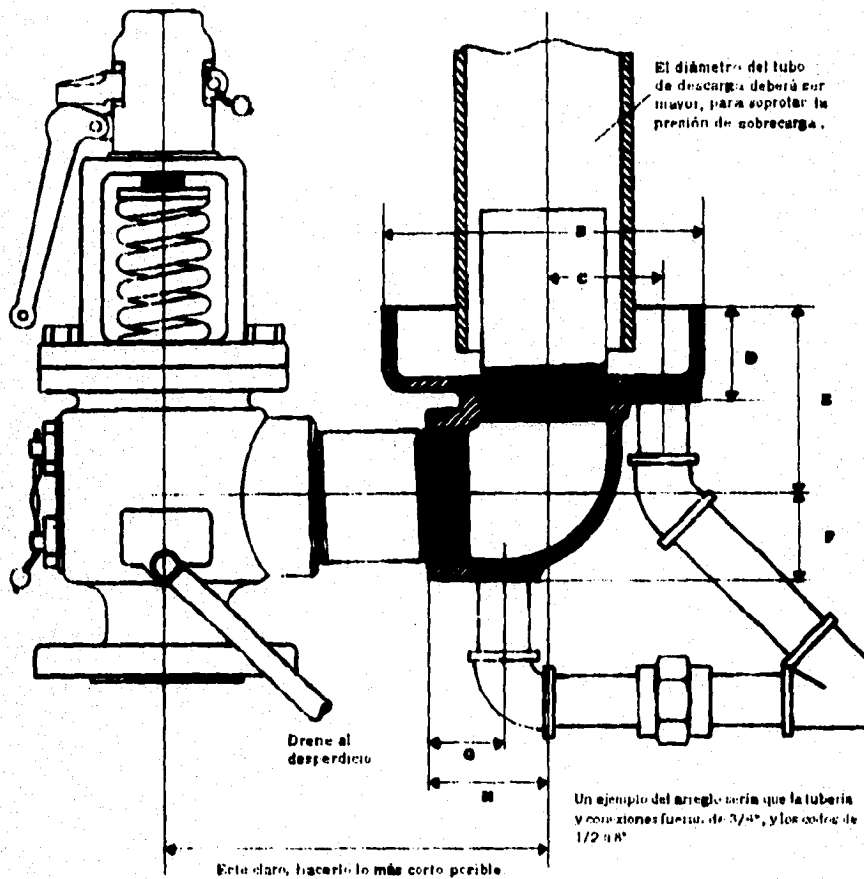


Figura 3-16. Diagrama de descarga de una válvula.

También contiene un resorte que cierra la válvula y se opone directamente a la presión de entrada; cuando la válvula abre, el valor de la contrapresión en la salida de la válvula, cambia al valor de la presión de entrada.

### III. 6. 4 VALVULA DE SEGURIDAD - ALVIO BALANCRADA

### Válvulas de estrangulación

Este tipo de válvulas operan satisfactoriamente, cuando la contrapresión no es constante. Se emplea por si existe manejo de presiones relativamente altas. La mayoría de éste tipo de válvulas, cuentan con un fuelle, en el cual, su área efectiva es parecida al área del asiento de una tobera, y la contrapresión, es prevenida desde que actúa sobre el lado superior del disco, así de esta manera la válvula abre a la presión de entrada, incluso aún cuando la contrapresión pueda estar variando. La figura 3-17, representa una válvula donde se aprecia el fuelle.

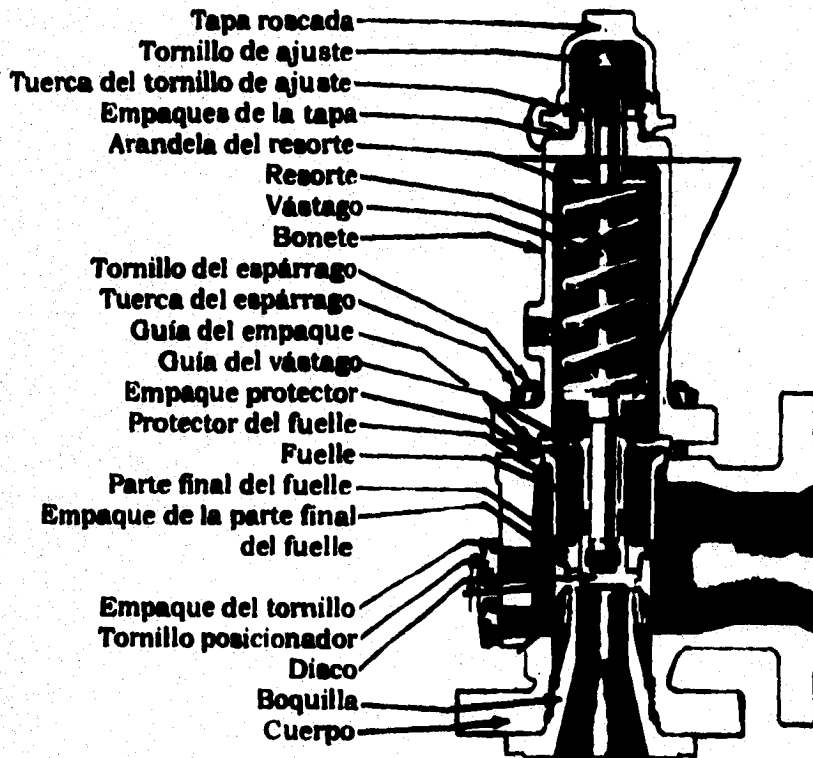


Figura 3-17. Válvula de seguridad-alivio balanceada con fuelle.

### III. 6. 5 VALVULA DE ALIVIO

### *Válvulas de estrangulación*

**Esta válvula cuenta con un dispositivo automático ( resorte ), para aliviar el represionamiento del sistema, su funcionamiento es muy similar al de la válvula de seguridad, con la diferencia que esta válvula abre en proporción al incremento de presión, después de que se rebasa la presión de calibración de la válvula. La presión de calibración de la válvula de alivio, está determinada por el resorte, así como del tornillo de compresión o también llamado tornillo ajustador, en la figura 3-18 nos muestra las partes componentes de una válvula de alivio.**

**Los resortes están agrupados por tamaños y capacidades, de modo que las espirales del resorte permitan el recorrido total de la válvula.**

**El resorte está alojado en el bonete de la válvula cuando no se debe permitir que el fluido escape a la atmósfera. Las presiones de graduación de la válvula de alivio, se puede aumentar hasta en un 10 % del ajuste de fábrica, debido a que la válvula abre gradualmente con respecto al incremento de sobrepresión, ésta obtiene su capacidad total máxima, cuando está al 25 % de la presión de calibración.**

**Operan con un movimiento lento y pausado, abriendo lentamente cuando la presión incrementa, y cerrando lentamente cuando la presión decrece, debido a que las válvulas de desahogo no tienen pestaña, provoca que la válvula abra o cierre en proporción al incremento o decremento de presión. Las válvulas de alivio son instaladas en el sistema de transporte, donde no es necesario el alivio de grandes volúmenes de líquido.**



### Válvulas de estrangulación

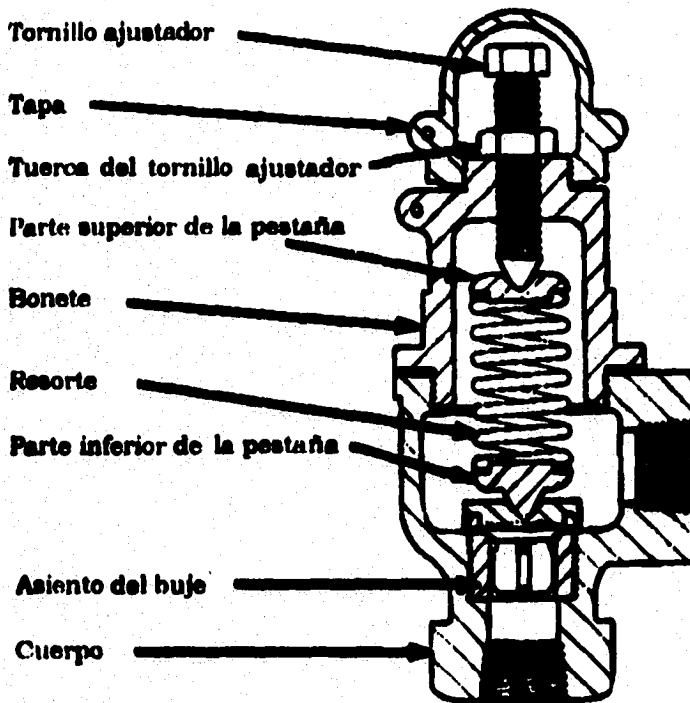


Figura 3-18. Partes componentes de una válvula de alivio.

Normalmente este tipo de válvulas se emplean a fluidos incompresibles, asimismo se utilizan en la descarga de bombas de desplazamiento positivo, o también cuando existe dilatación térmica del líquido en la línea, donde ésta se pudiera obstruir o que están expuestas a la radiación solar, u otras fuentes de calor.

Los materiales para los resortes de las válvulas de bonete cerrado, suelen ser de acero al carbón, aleaciones de tungsteno o de acero inoxidable, así como también están disponibles con diversos revestimientos resistentes a la corrosión.

### Válvulas de estrangulación

Casi todas estas válvulas tienen rosca de tubo en las conexiones; se les llama de boquilla en la base y esto significa que la boquilla en la base no es una pieza aparte, sino sólo un agujero taladrado en la base del cuerpo, tal y como se muestra en la figura 3-19.

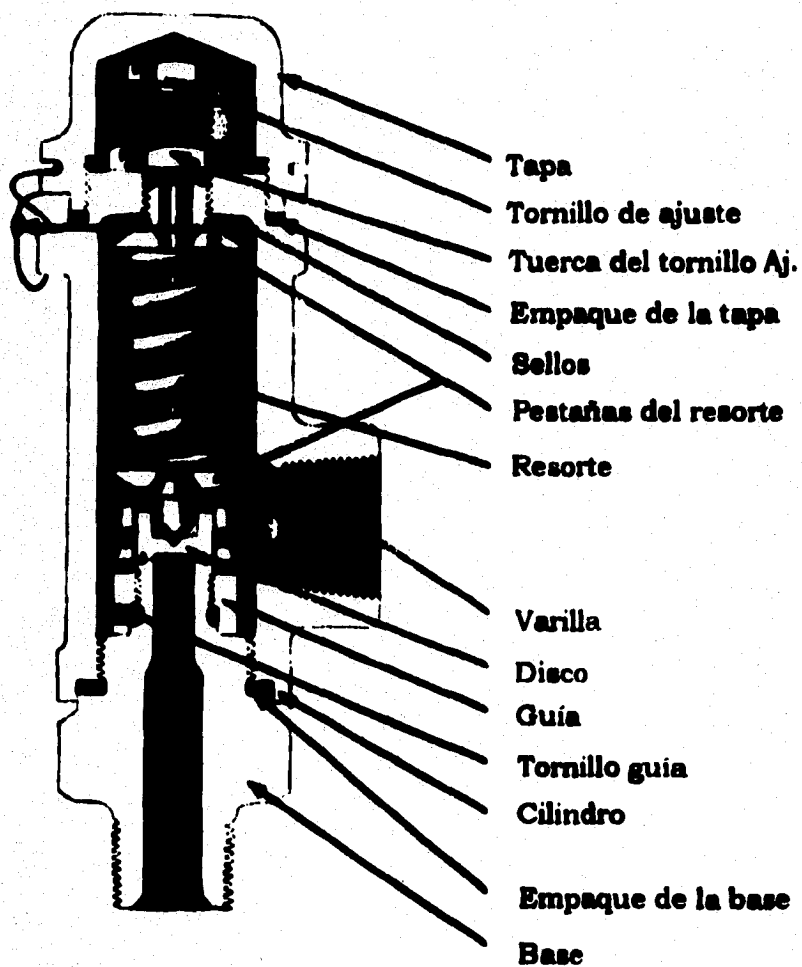


Figura 3-19. En la base o boquilla, el agujero no es taladrado sino que es una pieza aparte con elementos roscados.

### III. 6. 6 VALVULAS DE DESAHOGO TIPO PISTON

Las válvulas de desahogo tipo pistón, cuenta además con un disco, con respiración y un fuelle, minimizando así el efecto de la contrapresión. En la válvula de desahogo convencional, la contrapresión aumenta o reduce la carga del resorte. Las válvulas balanceadas cancelan la fuerza de la contrapresión que actúa en el disco, representada en la figura 3-20.

Cuando existen pequeñas variaciones de contrapresión, se pueden emplear válvulas de desahogo convencionales, sin efectos perjudiciales; las grandes variaciones en la contrapresión reducen la capacidad de alivio, por lo que no deberán ser empleadas cuando se espera que la contrapresión varíe en más de un 10 %, de la presión graduada.

### III. 7 CAPACIDAD DE UNA VALVULA DE SEGURIDAD - ALIVIO

Es necesario saber que capacidad de alivio de fluidos en el sistema, pueden depurar las válvulas de seguridad - alivio, la siguiente propuesta de ecuaciones está basado en la sección 3 de API - RP521, " Guía de alivio de presión y depresionamiento de sistemas". Para la adecuada selección de válvulas de seguridad - alivio, será necesario calcular los parámetros volumétricos y a través de que orificio mínimo la válvula depurará el sistema de producción. Para lo cual se explica lo siguiente :

El área efectiva de descarga de la válvula, tanto para gas como para vapor, está dada por la ecuación 3.1 en flujo crítico o sónico :

$$A_{v/R} = \frac{Q \cdot \sqrt{(T \cdot M \cdot Z)}}{6.32 \cdot C \cdot F_R \cdot P_{US} \cdot K_b} \quad \text{Ec. 3.1}$$

Donde:

- $A_{v/g}$  , Área efectiva de descarga de la válvula, para vapor o gas en (  $P_g^2$  ).
- $Q$  , Gasto de fluido que pasa a través de la válvula en ( scfm ).

## Válvulas de estrangulación

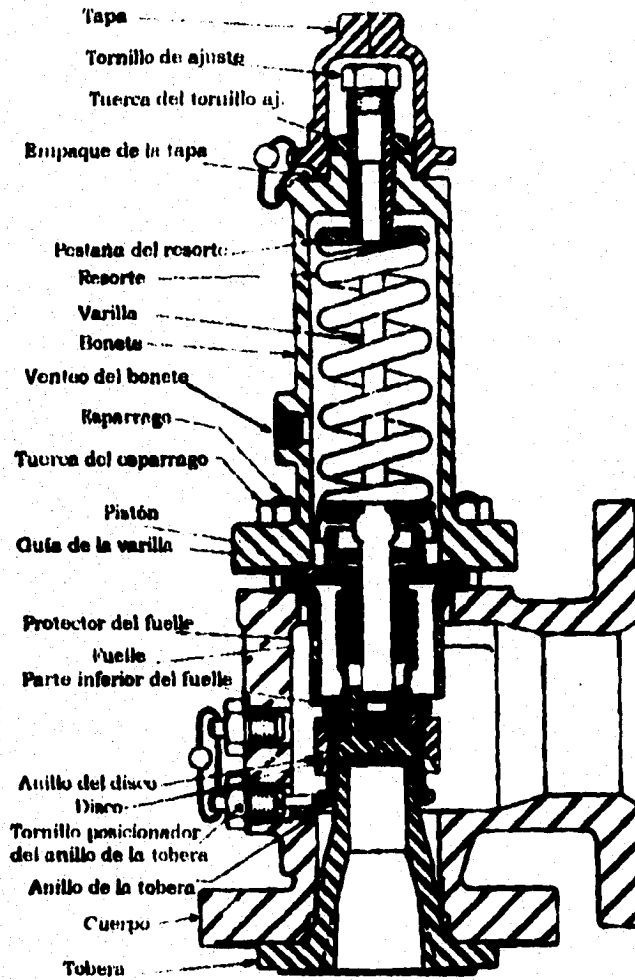


Figura 3-20. Válvula de desahogo tipo pistón.

- T, Temperatura absoluta en la entrada de la válvula en  $^{\circ}\text{R} = ^{\circ}\text{F} + 460$   
M, Peso Molecular del gas o vapor.

### Válvulas de estrangulación

- Z, Factor de compresibilidad ( $Pg^2/lb$ )
- C, Coeficiente determinado por la relación de calores específicos, para el gas y vapor @ C.S.
- $F_{13}$ , Coeficiente de descarga, para gas o vapor: 0.97 con boquillas normales para válvulas de seguridad y de alivio; y de 0.81 para boquillas cortas.
- $P_{us}$ , Presión corriente arriba ( $lb/pg^2$ )<sub>abs</sub>.
- $K_b$ , Factor de corrección por capacidad debido a la contrapresión (adim.)

Es necesario apuntar que la presión y temperatura manejadas, deberán estar en condiciones absolutas.

El porcentaje de contrapresión estará determinado por la constante de contrapresión e inversamente proporcional a la presión de calibración de la válvula más un factor de seguridad ( $F_{SEG} = 1.10$ ). Esto se podrá calcular con la ecuación 3.2.

$$\% \text{contrapresión} = \left( \frac{K_{BP} @ p_{sig}}{P_{SET} + F_{SEG} @ p_{sig}} \right) * 100 \quad \text{Ec.3.2}$$

Donde:

- $K_{BP}$ , Constante de contrapresión, en ( $lb/pg^2$ )<sub>abs</sub>
- $P_{SET}$ , Presión de calibración, en ( $lb/pg^2$ )<sub>abs</sub>
- $F_{SEG}$ , Factor de seguridad = 1.10

Con la figura 3-21, se muestra como podremos calcular factor de corrección por capacidad debido a la contrapresión  $K_b$ . En primer lugar, se deberá calcular el porcentaje de contrapresión y con este valor se podrá iniciar la lectura de la figura 3-21, hasta intersectar con la curva y obtener el valor de  $K_b$ .

### Válvulas de estrangulación

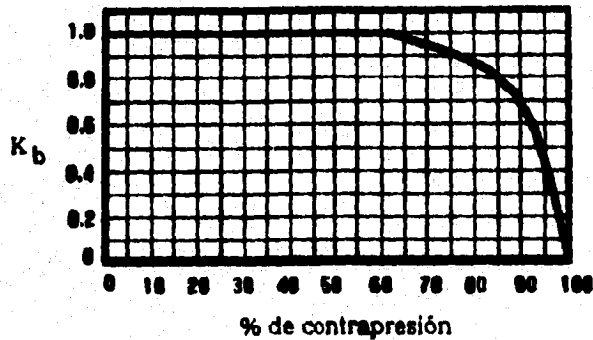


Figura 3-21. Gráfica para calcular el factor de contrapresión,  $K_b$  para válvulas de seguridad y alivio convencional para gas y vapor.

Con la ecuación 3.3, podremos calcular el valor del coeficiente C:

$$C = 520 \sqrt{ \left[ K \left( \frac{2}{K} + 1 \right) \right]^{K+1/K-1} } \quad \text{Ec. 3.3}$$

Para la relación de calores específicos, a presión y volumen constante, se calcula con la ecuación 3.4.

$$K = C_p / C_v \quad \text{Ec. 3.4}$$

Donde:

- C, Coeficiente determinado por la relación de calores específicos del gas o vapor, @ C. S.
- K, Relación de calores específicos.
- C<sub>p</sub>, Calor específico a presión constante.
- C<sub>v</sub>, Calor específico a volumen constante

*Válvulas de estrangulación*

En la tabla 3-1, tenemos representados diferentes valores de factores de compresibilidad (Z), para gases.

PRODUCTO	FORMULA	Z
Acetileno	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	0.9925
Acido sulfídrico	H <sub>2</sub> S	0.9903
Aire	N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.0006
Benzeno	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	0.9290
Dioxido de carbono	CO <sub>2</sub>	0.9943
Eteno	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0.9916
Isobuteno	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0.9696
Isopenteno	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0.9544
Metano	CH <sub>4</sub>	0.9981
Monoxido de carbono	CO	0.9995
N-buteno	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0.9667
N-penteno	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0.9549
Nitrogeno	N <sub>2</sub>	0.9997
Propeno	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	0.9820
Tolueno	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	0.9030

Tabla 3-1. Factores de compresibilidad @ C. S para diferentes productos.

En la tabla 3-2, se tienen valores de masa molecular (M), de factores de compresibilidad (Z), y del coeficiente (C), para productos frecuentemente transportados por ductos.

En la tabla 3-3, se encuentran correlacionados algunos valores de K para un rango de 0.41 a 2.20 y calculados los respectivos para valores de C, con la ecuación 3.3.

Para calcular el flujo teórico, para vapor saturado y gas natural se emplean las siguientes expresiones:

Válvulas de estrangulación

PRODUCTO	M	K	C
Acetileno	26	1.28	345.08
Acido hidroclorídrico	37	1.40	356.08
Aire	29	1.40	356.08
Alcohol Metílico	32	1.20	337.24
Amóniaco	17	1.33	349.77
Benzeno	78	1.10	326.75
Ciclohexano	84	1.08	324.55
Dioxido de Carbono	44	1.28	345.08
Etano	30	1.22	339.24
Etileno	28	1.20	337.24
Gas natural	19	1.27	344.13
Hexano	86	1.08	324.55
Hidrógeno	2	1.40	356.08
Iso-butano	58	1.11	327.63
Metano	16	1.30	346.98
Monoxido de Carbono	28	1.40	356.08
N-butano	58	1.11	327.63
Nitrogeno	28	1.40	356.08
Oxigeno	32	1.40	356.08
Pentano	72	1.09	325.65
Propano	44	1.14	331.04

Tabla 3-2. Valores de masa molecular, de la relación de calores específicos y del coeficiente C.

Vapor saturado;  $W_T = 51.5 * A \sqrt{g} * P_{SET}$  Ec. 3.5

Donde:

$W_T$ , Flujo teórico que libera la válvula, en ( lb/Hr )  
 $P_{SET}$ , Presión de disparo \* 1.10, en ( lb/pg<sup>2</sup> )abs



Válvulas de estrangulación

K	C	K	C	K	C	K	C	K	C	K	C
0.41	219.29	0.71	276.09	1.01	318.57	1.31	347.91	1.61	373.32	1.91	394.56
0.42	221.59	0.72	277.64	1.02	317.74	1.32	348.84	1.62	374.09	1.92	395.21
0.43	223.86	0.73	279.18	1.03	318.90	1.33	349.77	1.63	374.85	1.93	395.86
0.44	226.10	0.74	280.70	1.04	320.05	1.34	350.69	1.64	375.61	1.94	396.50
0.45	228.30	0.75	282.20	1.05	321.19	1.35	351.60	1.65	376.37	1.95	397.14
0.46	230.47	0.76	283.69	1.06	322.32	1.36	352.50	1.66	377.12	1.96	397.78
0.47	232.61	0.77	285.16	1.07	323.44	1.37	353.40	1.67	377.89	1.97	398.41
0.48	234.71	0.78	286.62	1.08	324.55	1.38	354.29	1.68	378.61	1.98	399.05
0.49	236.79	0.79	288.07	1.09	325.65	1.39	355.18	1.69	379.34	1.99	399.67
0.50	238.83	0.80	289.49	1.10	326.76	1.40	356.08	1.70	380.09	2.00	400.30
0.51	240.84	0.81	290.91	1.11	327.85	1.41	356.96	1.71	380.80	2.01	400.92
0.52	242.82	0.82	292.31	1.12	328.91	1.42	357.81	1.72	381.53	2.02	401.53
0.53	244.78	0.83	293.70	1.13	329.98	1.43	358.67	1.73	382.25	2.03	402.15
0.54	246.72	0.84	295.07	1.14	331.04	1.44	359.53	1.74	382.97	2.04	402.76
0.55	248.63	0.85	296.43	1.15	332.09	1.45	360.38	1.75	383.69	2.05	403.37
0.56	250.50	0.86	297.78	1.16	333.14	1.46	361.23	1.76	384.39	2.06	403.97
0.57	252.36	0.87	299.11	1.17	334.17	1.47	362.07	1.77	385.09	2.07	404.58
0.58	254.19	0.88	300.43	1.18	335.20	1.48	362.91	1.78	385.79	2.08	405.18
0.59	256.00	0.89	301.74	1.19	336.22	1.49	363.74	1.79	386.49	2.09	405.77
0.60	257.79	0.90	303.04	1.20	337.24	1.50	364.58	1.80	387.19	2.10	406.37
0.61	259.56	0.91	304.32	1.21	338.24	1.51	365.39	1.81	387.87	2.11	406.96
0.62	261.29	0.92	305.60	1.22	339.24	1.52	366.20	1.82	388.56	2.12	407.55
0.63	263.01	0.93	306.88	1.23	340.23	1.53	367.01	1.83	389.24	2.13	408.15
0.64	264.72	0.94	308.11	1.24	341.22	1.54	367.82	1.84	389.92	2.14	408.71
0.65	266.40	0.95	309.35	1.25	342.19	1.55	368.62	1.85	390.59	2.15	409.29
0.66	268.06	0.96	310.58	1.26	343.16	1.56	369.41	1.86	391.26	2.16	409.87
0.67	269.70	0.97	311.80	1.27	344.13	1.57	370.21	1.87	391.93	2.17	410.44
0.68	271.33	0.98	313.01	1.28	345.09	1.58	370.99	1.88	392.59	2.18	411.01
0.69	272.93	0.99	314.21	1.29	346.03	1.59	371.77	1.89	393.25	2.19	411.58
0.70	274.52	1.00	315.00	1.30	346.96	1.60	372.55	1.90	393.91	2.20	412.15

Valor del coeficiente C;  $C = 520 \sqrt{\frac{2}{K \left( \frac{K}{K+1} \right)^{K+1} / (K-1)}}$

Relación de calores específicos K;  $K = C_p / C_v$

TABLA 3-3. VALORES DE CALORES ESPECÍFICOS (K) Y DEL COEFICIENTE C.

Gas natural  $W_T = C \cdot A_p \cdot P_{SET} \cdot \sqrt{(M/T)}$  ..... Ec. 3.6

### Válvulas de estrangulación

El área del orificio en (  $Pg^2$  ) para líquidos, a través de la cual se podrá depurar el sistema o excedente de presión, esta dado por la siguiente expresión :

$$A_l = \frac{Q \cdot \sqrt{G}}{23.56 \cdot (K_p \cdot K_w \cdot K_v) (1.25 P_{SET} - P_{BP})^{1/2}} \quad \text{Ec. 3.7}$$

Donde:

- $A_l$  , Area efectiva de descarga para liquido, en (  $Pg^2$  ).
- $G$  , Gravedad específica del líquido.
- $K_p$  , Factor de corrección por capacidad debido a la sobrepresión.
- $K_w$  , Factor de corrección por capacidad debido a la contrapresión.
- $K_v$  , Factor de corrección por capacidad debido a la viscosidad, en ( centipoises ), que en la mayoría de los casos prácticos no es significativa tomando el valor de  $K_v = 1.0$
- $P_{BP}$  , Contrapresión, en (  $lb/pg^2$  )<sub>abs</sub>.

Para calcular el factor de corrección de capacidad, debido a la sobrepresión  $K_p$ , será necesario emplear la figura 3-22.

Válvulas de estrangulación.

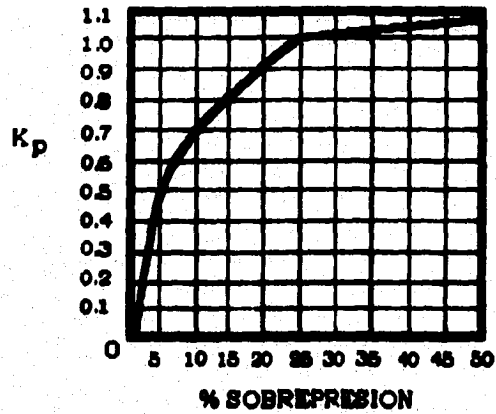
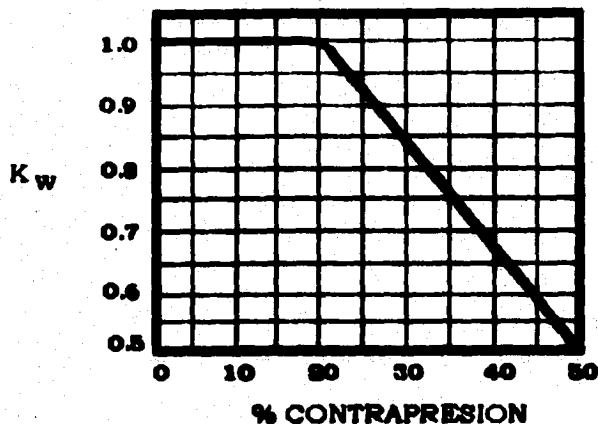


Figura 3-22. Gráfica por factor de corrección por capacidad, debido a la sobrepresión, para válvulas de seguridad y alivio que manejen líquidos.

Para el cálculo del factor de corrección por capacidad debido a la contrapresión  $K_w$ , y es requerido sólo si se usan válvulas balanceadas de fuelle se Emplea la figura 3-23.

### Válvulas de estrangulación



**Figura 3-23.** Gráfica para calcular el factor de corrección por capacidad, debido a la contrapresión, y es solo si se emplean válvulas de fule.

Para cálculo del factor de corrección por capacidad debido a la viscosidad  $K_v$ , su valor se considerará igual a 1, debido a que en casos prácticos la viscosidad no es significativa.

Si la viscosidad es significativa deberá ser calculado el número de Reynolds; a partir de la ecuación 3.8.

Asimismo, con éste valor entraremos a la figura logarítmica 3-24, hasta intersectar la curva y de este modo obtendremos en el eje ordenado, el valor de  $K_v$

$$R = \frac{2800 Q_1 \cdot G}{m \cdot (A_L)^{1/2}} \quad \text{Ec. 3.8}$$

Donde:

- R, Número de Reynolds.
- $Q_1$ , Gasto del líquido, en ( gpm ).

### Válvulas de estrangulación

$m$ , Viscosidad absoluta del líquido, en ( centipoises ).

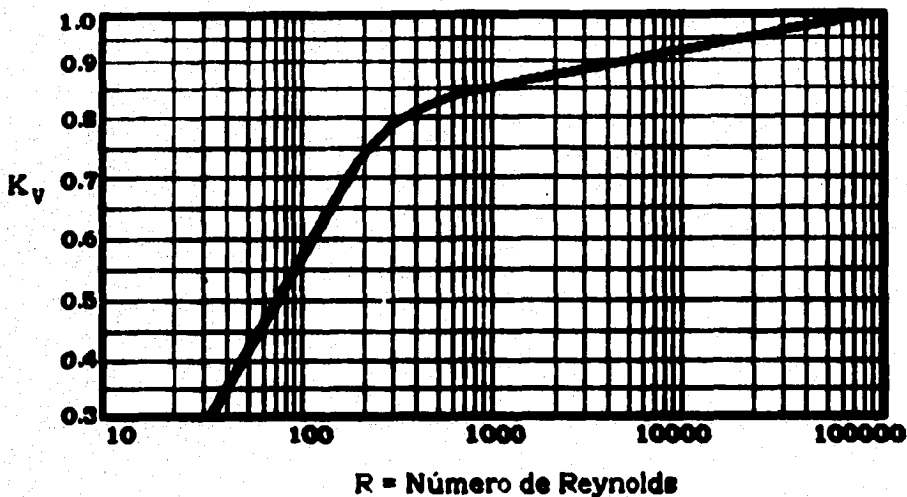


Figura 3-24. Gráfica para calcular el factor de corrección por capacidad debido a la viscosidad,  $K_v$ .

#### Ejemplo de aplicación:

Se requiere saber que flujo teórico de propano y a través de que área de válvula, puede ser aliviado por una válvula de seguridad, cuando está calibrada a 100 (lb/pg<sup>2</sup>) y con un gasto de 170 (ft<sup>3</sup>/min), a una temperatura en la entrada de 125 °F, con una contrapresión de 75 (lb/pg<sup>2</sup>) y con presión corriente arriba de 103 (lb/pg<sup>2</sup>), donde el coeficiente de descarga de la válvula de seguridad es del 0.97.

#### solución:

De la ecuación 3.2 tenemos que:

*Válvulas de estrangulación*

$$\% \text{contrapresión} = \left( \frac{75 + 14.7}{100 + 14.7} \right) * 100 = 78$$

**%contrapresión = 78 %.**

**Empleando la figura 3-21, para obtener el valor de Kb:**

**Tenemos que : Kb = 0.86**

**De la tabla 3-2, podremos obtener los diferentes valores de masa molecular (M), relación de calores específicos (K) y del coeficiente (C), para el propano, por lo que tenemos:**

	M	K	C
<b>PROPANO</b>	<b>44</b>	<b>1.14</b>	<b>331</b>

**Y para el factor de compresibilidad (Z) del propano, lo obtenemos de la tabla 3-1;**

	Z
<b>PROPANO</b>	<b>0.9820</b>

**Con la ec. 3.1, podremos calcular el área de la válvula a través del cual depuraremos el sistema, por lo que :**

$$A \text{ v/g} = \frac{170 * \sqrt{[(125 + 460) (44) (0.9821)]}}{6.32 (331) (0.97) (103 + 14.7) (0.86)} = \frac{27029.06}{205395.87} = 0.1316$$

**A v/g = 0.1316 (pg2).**

**Empleando la ec. 3.5 para el cálculo del flujo másico, finalmente tenemos:**

$$W_T = 51.5 (0.1316) ((100 * 1.10) + 14.7) = 845$$

**W<sub>T</sub> = 845 lbs. de propano por hora.**

### III. 8 VALVULAS DE CONTROL

Las válvulas de control, tienen una función principal que es la de proporcionar un control automático al flujo. El sistema de control de la válvula consiste de 2 elementos principales, como los que se indican en la figura 3-25.

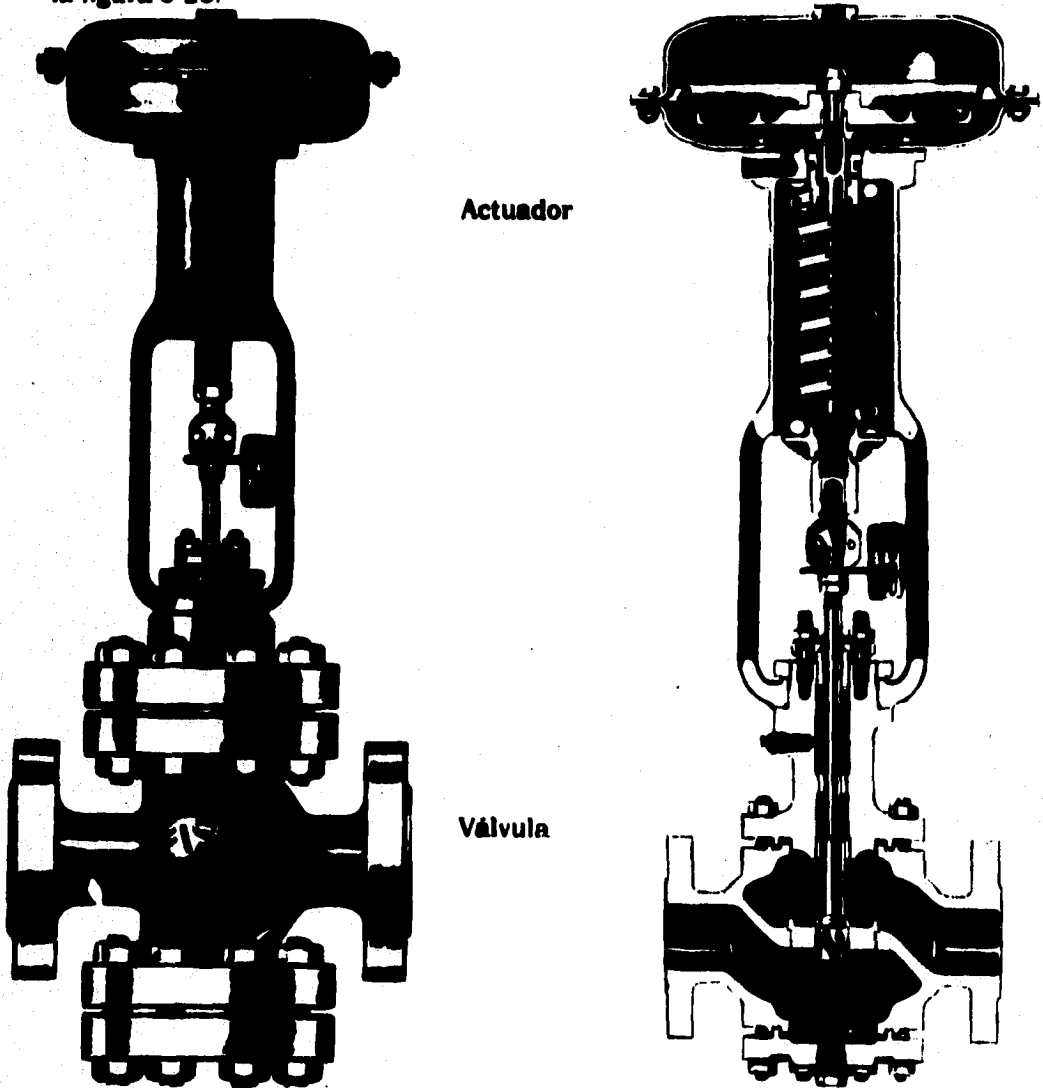


Figura 3-25. Elementos básicos de la válvula de control

## *Válvulas de estrangulación*

A la combinación de la válvula y el actuador, empleados en servicios de estrangulación se les conoce como válvulas de control. El elemento de control dentro de la válvula es automáticamente ajustado por el actuador automáticamente, al régimen de flujo deseado.

El actuador es controlado a través de señales enviadas desde el sensor o controlador. La característica de flujo de una válvula de control, es una relación directa entre el grado de cierre y apertura ejecutado por el tapón y el gasto de flujo, ambos a su vez dependen de la presión corriente abajo.

Cuando el líquido fluye a través de la válvula, genera un empuje sobre el tapón o sobre el elemento de control de la misma y que esta en función de la caída de presión a través de la válvula.

El empuje que ejerce el hidrocarburo transportado, tiende a ser balanceado debido a que la fuerza aplicada sobre el tapón, está en contra de la fuerza que ejerce el actuador. La fuerza del actuador es producto de la presión del aire comprimido de control, y del área, o del diafragma o pistón; según sea el actuador instalado. En la figura 3-26, se observan los componentes de un actuador de resorte y diafragma, considerado como uno de los más empleados en válvulas de control.

El movimiento ascendente y descendente del elemento de cierre, es conocido como viaje del tapón, permitiendo con ello el paso de mayor o menor volumen de fluido que es proporcional al área de la sección transversal del orificio y a la raíz cuadrada de la caída de presión:

$$Q = f(A_{\text{ORIFICIO}} \cdot \sqrt{\Delta P}) \quad \text{Ec. 3.9}$$

Con lo anterior se indica que el flujo característico en la válvula, mantiene una caída de presión constante, es función de una sola variable: el área del orificio. Esta es determinada por la forma del tapón y del asiento.

Las válvulas de control, se clasifican de manera general manejan 3 grupos básicos de flujo: lineal, de igual porcentaje y de apertura rápida.

1.- **FLUJO LINEAL:** Aquí se maneja que el gasto es proporcional al grado de elevación del elemento de control con respecto al asiento.



## Válvulas de estrangulación

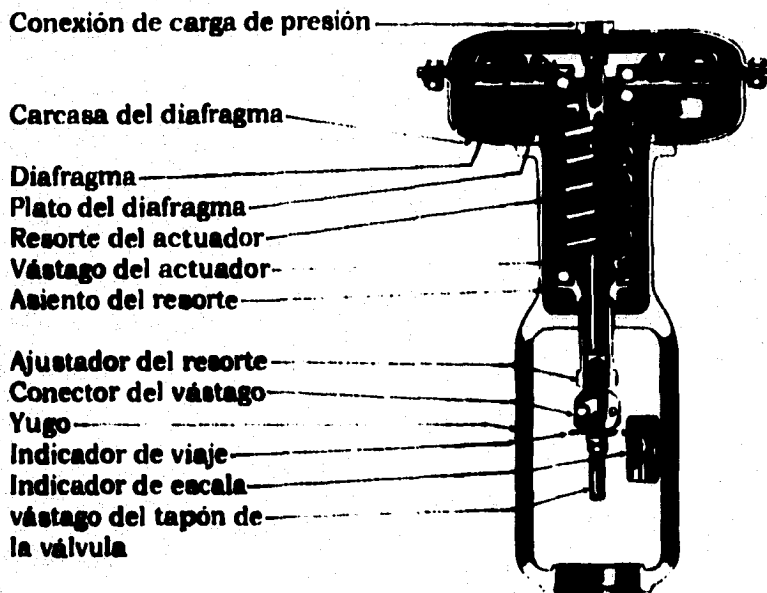


Figura 3-26. Actuador de resorte y diafragma empleados en válvulas de control.

**2.- FLUJO DE IGUAL PORCENTAJE:** El porcentaje de cambio en el régimen de flujo está relacionado linealmente al porcentaje de cambio en el levantamiento del tapón; por ejemplo, considérese una válvula con un levantamiento de 20 % del máximo y un régimen de flujo de 100 GPM. Auméntese la abertura con un incremento de 10 % al levantamiento del tapón, hasta el 30 % del máximo, para dar un aumento de 25 % en el régimen de flujo, hasta 125 GPM. auméntese nuevamente la abertura del levantamiento del tapón hasta en el 40 %, del máximo. En una válvula de igual porcentaje , este cambio incrementará el régimen de flujo en un 25 % adicional hasta  $125 \text{ GPM} \times 1.25 = 156.25 \text{ GPM}$

En una válvula lineal, un aumento del 10 % en el levantamiento del tapón, desde 20 hasta 30 % del máximo, incrementará el régimen de flujo en 10 %, desde 100 hasta 110 GPM. Un aumento adicional del 10 % en el levantamiento del tapón, desde 30 a 40 % del máximo,

## Válvulas de estrangulación

incrementará el régimen de flujo en un 10 % adicional, desde 110 hasta  $110 * 1.10 = 121$  GPM.

**3. FLUJO CON APERTURA RAPIDA:** Un cambio mínimo en el levantamiento el tapón, tiene como resultado, un gran incremento de flujo. De esta manera, cuando el levantamiento del tapón es aproximadamente al 50 % del máximo, se tiene como resultado prácticamente el 100 % de flujo a través de la válvula.

Otra forma de clasificar a las válvulas de control, es por el movimiento que esta realiza para permitir o restringir el paso del fluido transportado, y son las siguientes:

1. Válvulas de vástago deslizante o de movimiento lineal.
2. Válvulas rotatorias.

En las válvulas del primer caso generalmente se emplean válvulas de globo, de ángulo o de aguja. Para las del segundo tipo generalmente son válvulas macho, de bola o mariposa.

### 1. VALVULAS DE VASTAGO DESLIZANTE O MOVIMIENTO LINEAL

En este tipo de válvulas, el fluido pasa a través del cuerpo, encontrando como restricción una apertura variable entre la parte móvil tapón y otra fija, el asiento. El vástago es la parte mecánica de la válvula que transmite el movimiento del actuador al tapón, el vástago se desliza a través de un bonete sometido a las mismas condiciones de presión y temperatura que las partes internas de la válvula.

Para este tipo de vástago el macho abre o cierra el paso del fluido con un movimiento lineal, que va del bonete al cuerpo y viceversa según se requiera, como la mostrada en la figura 3-27.

Cabe señalar que para esta clasificación de válvulas, de movimiento lineal, se emplean válvulas de puerto sencillo, de doble puerto, así como el tipo Saunders entre otros.

### VALVULAS DE PUERTO SENCILLO.

En la figura 3-28, se muestra una válvula donde se aprecian las características del puerto único o sencillo.

### Válvulas de estrangulación

Debido a su construcción simple, fácil accesibilidad y economía en su diseño, estas válvulas son de gran uso y hasta se podría decir que intervienen en la inmensa mayoría de las aplicaciones donde es requerida una válvula de control.

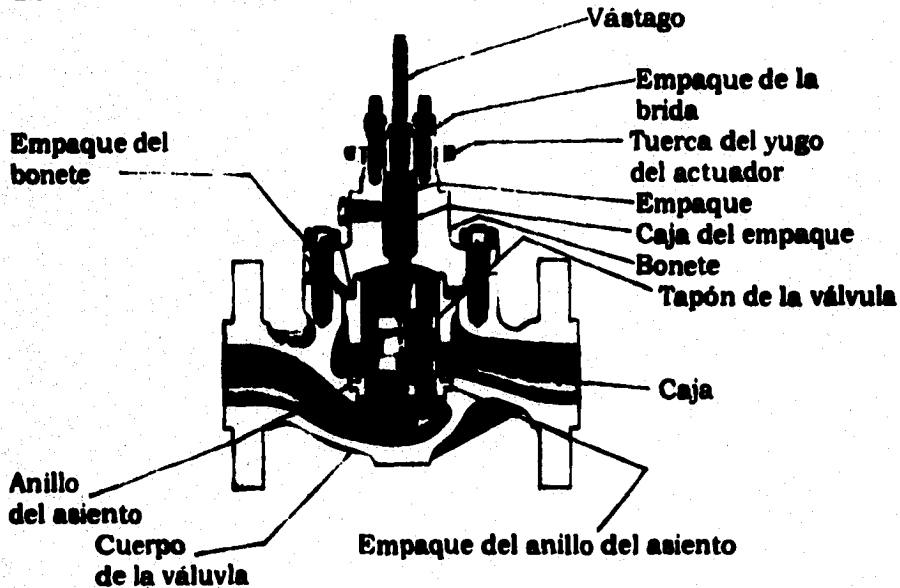


Figura 3-27. Válvulas de vástago deslizante.

Las válvulas de puerto sencillo ofrecen un cierre hermético impidiendo fugas. Una desventaja que presentan es el requerimiento de actuadores de gran potencia y en consecuencia más caros., esto es debido a que el tapón es sometido a fuerzas hidráulicas de desbalance, ocasionadas por diferencias de presión entre el área inferior y el área superior del mismo, estas fuerzas hacen que el tapón cambie de posición pues la fuerza actúa en una sola dirección y por ello se requiere contrarrestarlas con un actuador de gran tamaño.

Las válvulas de puerto sencillo pueden manejar fluidos limpios, sucios y moderadamente erosivos y viscosos.

### Válvulas de estrangulación

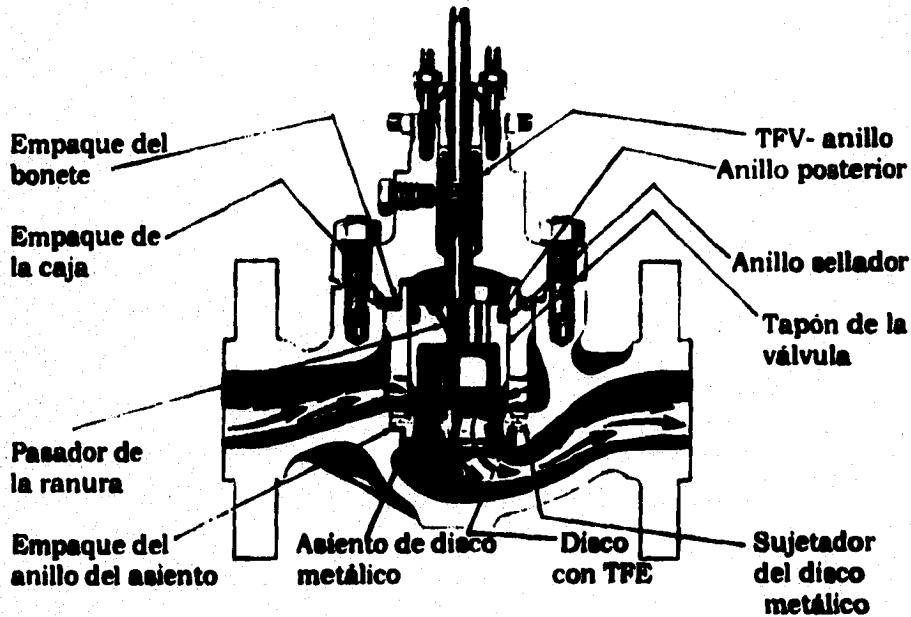


Figura 3-28. Válvula de puerto sencillo o único.

### VALVULAS DE DOBLE PUERTO.

Es un tipo de válvula semibalancada, es decir, existe una diferencia de fuerzas hidrostáticas entre el tapón superior y el inferior, que tienden a compensarse entre sí, la magnitud de las fuerzas de desbalance se reducen hasta en un 70 %, por lo tanto requieren de un actuador de menor potencia y en consecuencia más barato.

Las fuerzas de semidesbalance se deben a una pequeña diferencia de área entre el tapón superior y el tapón inferior, ( el tapón inferior es de  $1/16$  a  $1/8$  de pulgada más pequeño, por razones de montaje. ), por lo tanto presenta la desventaja de no proporcionar un cierre hermético, pues el flujo tiende a cerrar un puerto y a abrir el otro.

Actualmente debido a su alto costo, gran tamaño, alto goteo y baja recuperación de presión han sido cada vez más desplazadas por las de puerto sencillo.

### *Válvulas de estrangulación*

Un ejemplo de una válvula de doble puerto se encuentra representada en la figura 3-29.

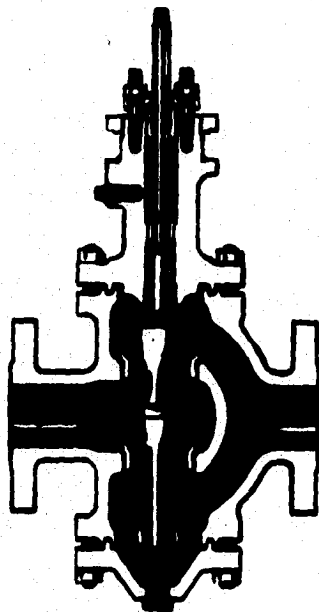


Figura 3-29. Válvula de doble puerto.

#### **VALVULA TIPO SAUNDERS.**

Estas válvulas tienen su principal aplicación en el manejo de fluidos corrosivos, así como de fluidos con sólidos en suspensión. En este tipo de válvulas, el diafragma es forzado hacia una obstrucción interna conocida como vertedero para restringir el paso del fluido, la cual se ilustra en la figura 3-30. Debido a su diseño no se recomienda para aplicaciones de alta presión, así como la temperatura se encuentra limitada por la resistencia de los materiales, elastómeros del cuerpo y del diafragma, presentan la ventaja de tener cierre hermético y un bajo costo.

#### **VALVULAS ROTATORIAS.**

Estas tienen un tipo de construcción mucho más sencilla que las válvulas globo; están formadas básicamente por el cuerpo y una flecha que produce el movimiento de un disco o semiesfera, que es la única

### Válvulas de estrangulación

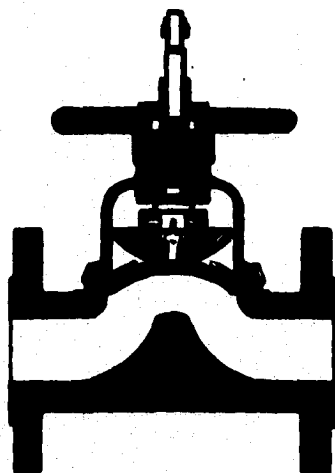


Figura 3-30. Válvula tipo Saunders

restricción que presenta la válvula, manteniendo una mucha mayor capacidad que las válvulas globo.

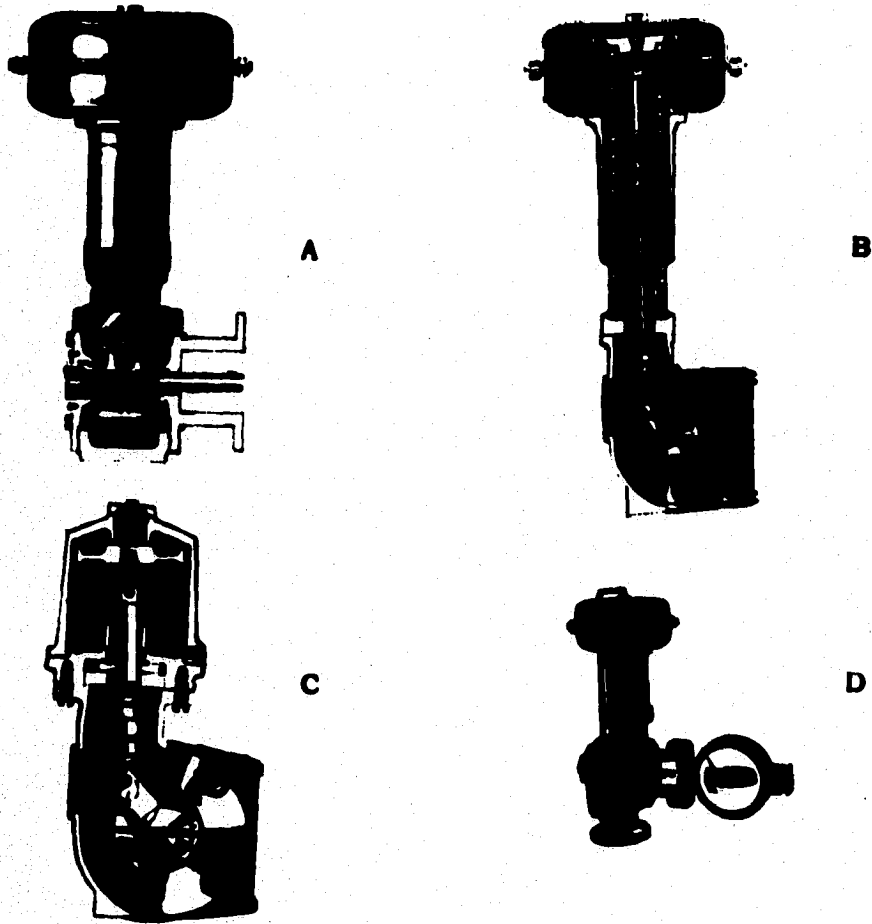
Las válvulas rotatorias giran para abrir o cerrar, su apertura esta dada en grados con un máximo de 90° y no en porcentaje como las válvulas de vástago deslizante.

También son conocidas como válvulas de alta recuperación, debido a que la presión de salida se recupera en un alto porcentaje con respecto a la presión de entrada, lo que es ocasionado por el mínimo de restricciones que presenta la válvula en su interior.

Las grandes ventajas que ofrecen, es que debido a que su diseño es compacto y simple, pueden ser fabricadas en diámetros mucho más grandes que las válvulas globo, y con cuerpos de mariposa. En la figura 3-31, se muestra una válvula rotatoria, con cuerpo de mariposa y actuador para vástago rotatorio.

Las características generales de válvulas de control, se ilustran en la figura 3-32, donde se comparan válvulas de control de vástago deslizante y del tipo rotatorio, y asimismo se lleva a cabo un comparativo de costos entre algunos tipos de válvulas.

*Válvulas de estrangulación*



**Figura 3-31. A y B, ilustran actuadores del tipo resorte y diafragma para válvulas rotatorias. C muestra un tipo de actuador tipo pistón para el mismo tipo de válvulas. En la figura D, está representada una válvula tipo mariposa con actua.lor para vástago rotatorio**

### Válvulas de estrangulación

TIPO	CAPACIDAD DE FLUJO	CAPACIDAD DE CIERRE	CARACTERÍSTICA DE FLUJO	PRESION	COSTO
GLOBO	Bajo a moderado	De buena a excelente	Igual % lineal y apertura rápida	ANSI 125 A 2500	Cara
BOLA	Alta	Excelente	Igual % y lineal	ANSI 150 A 900	Regular
MARIPOSA	Alta	Regular	Igual % y lineal	ANSI 125 A 2500	Barata

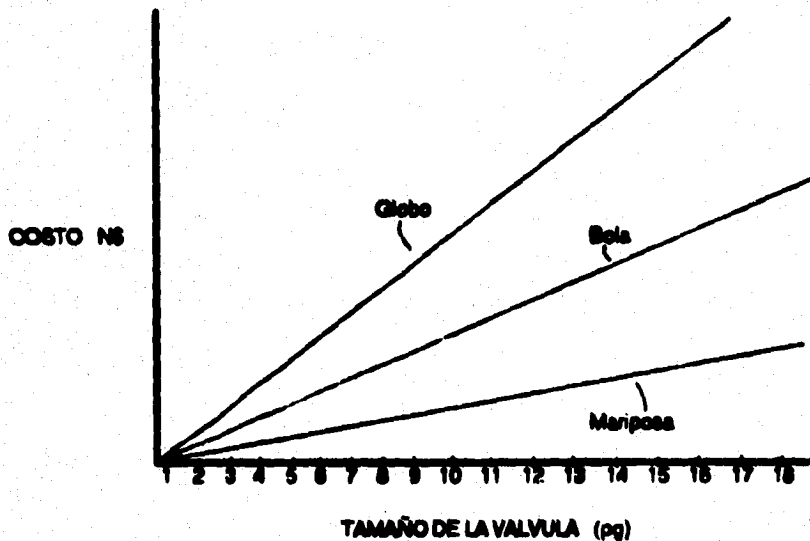


Figura 3-32. Características generales y comparación de precio entre 3 válvulas, que se pueden emplear como válvulas de control.

#### ESTACIONES Y LINEAS CON VALVULAS DE CONTROL.

Elas son diseñadas para una función de restricción parcial a la corriente de fluido transportado. Generalmente no tienen un cierre hermético al 100 %, pues gotean cuando están cerradas.

Son muy comunes en la práctica y se instalan por lo general en líneas de descarga en una estación, o para proteger la línea en contra de un excesivo incremento de presión y/o del incremento de la presión de



### ***Válvulas de estrangulación***

**succión de una bomba centrífuga, cuando es necesario restringir la descarga de presión a una requerida por el cliente, o cuando operativamente es necesario. A estas válvulas se les conoce con el nombre de **válvulas reguladoras de presión.****

**CAPITULO IV**  
**FABRICACION DE VALVULAS**

## *Fabricación de válvulas*

### **IV. 1 FABRICACION DE VALVULAS**

En la fabricación de válvulas, se emplea una gran diversidad de materiales con los que se deberá satisfacer, el transporte de fluidos bajo su propio régimen de operación. En este capítulo mencionaremos los materiales y aleaciones más usuales, sus características y las normas internacionales de fabricación, a los que se deben someter.

El factor temperatura de operación, es de vital importancia tenerlo siempre presente para la adecuada selección del material con el cual será fabricada la válvula, ya que la resistencia a la tensión de todos los metales y aleaciones disminuye al aumentar la temperatura, teniendo en cuenta que éstos presentan una temperatura máxima y una mínima que son críticas y que al ser rebasadas, la resistencia a la tensión y primordialmente la resistencia al impacto, disminuyen en gran medida.

Asimismo, la corrosión del fluido desempeña un papel muy importante en la adecuada selección del material, tanto para el cuerpo como para las guarniciones (asientos, anillos, vástago, bonete, etc.), sin embargo, se deberá analizar y balancear el alto costo de los materiales que resisten bien la corrosión (como el acero inoxidable), y el grado permisible de corrosión en un periodo de tiempo.

### **IV. 2 MATERIALES PARA CUERPOS Y BONETES**

• **LATON** (aleación cobre y zinc).

ASTM B62 Resistencia a la tensión 2100 Kg/cm<sup>2</sup> (30000 psi).  
Punto de cedencia 900 Kg/cm<sup>2</sup> (12500 psi).  
Temperatura máxima 206 °C (403 °F).

• **BRONCE** (Aleación cobre y zinc, y otro material que gobierne sobre el zinc como el estaño)

ASTM B61 Resistencia a la tensión 2400 Kg/cm<sup>2</sup> (34000 psi).

Punto de cedencia 1120 Kg/cm<sup>2</sup> (16000 psi).  
Temperatura máxima 260 °C (500 °F).

## *Fabricación de válvulas*

- **PIERRO FUNDIDO**

ASTM 126

Clase A fundición gris.

Resistencia a la tensión 1480 Kg/cm<sup>2</sup> (21000 psi).  
Temperatura máxima 232 °C (450 °F).

- **HIERRO ACERADO O SEMI ACERO**

ASTM A126

Clase B fundición gris de alta resistencia.

Resistencia a la tensión 2200 Kg/cm<sup>2</sup> (31000 psi).  
Temperatura máxima 232 °C (450 °F).

- **HIERRO DUCTIL O HIERRO MODULAR**

ASTM A395

Clase B fundición gris de alta resistencia.

Resistencia a la tensión 4250 Kg/cm<sup>2</sup> (60000 psi).  
Temperatura máxima 232 °C (450 °F).  
Temperatura mínima -29 °C (-20°F)

- **ACERO FORJADO**

ASTM A105

Grado II

Resistencia a la tensión 4900 Kg/cm<sup>2</sup> (70000 psi).  
Punto de cedencia 2540 Kg/cm<sup>2</sup> (36000 psi).  
Temperatura máxima 455 °C (850 °F).  
Temp. máx. aceite y vapores de aceite 455 °C (850 °F)  
Temperatura mínima -29 °C (-20°F).

- **ACERO FUNDIDO**

ASTM A216

Grado WCB

Resistencia a la tensión 4900 Kg/cm<sup>2</sup> (70000 psi).  
Punto de cedencia 2540 Kg/cm<sup>2</sup> (36000 psi).  
Temperatura máxima 455 °C (850 °F).  
Temp. máx. aceite y vapores de aceite 455 °C (850 °F)  
Temperatura mínima -29 °C (-20°F).

ASTM A487 ( API 6A tipo 2).

Grado 4N

Resistencia a la tensión 6300 Kg/cm<sup>2</sup> (90000 psi).

## *Fabricación de válvulas*

Punto de cedencia 4525 Kg/cm<sup>2</sup> (60000 psi).

Temperatura máxima 121 °C (250 °F)

Temperatura mínima -29 °C (-20°F).

Tanto el fierro fundido como el acero al carbón, no presentan una gran resistencia a fluidos corrosivos, sin embargo, la oxidación inicial forma una capa protectora que mejora su resistencia a la corrosión subsiguiente, resultando apto para medios relativamente corrosivos, siempre y cuando esta capa no se destruya.

Esta capa generalmente se forma en partes estacionarias de la válvula como son el cuerpo, bonete, etc., pero en las partes móviles de la válvula como puede ser la compuerta contra los asientos, o el vástago contra los empaques, cada vez que opera la válvula la película protectora se destruye y acelera el proceso de corrosión.

Por esta razón, las guarniciones son generalmente de material distinto al del cuerpo o con un recubrimiento que resista el efecto corrosivo del fluido tal como el monel, cromo, disulfuro de molibdeno, estelita, etc..

Cabe mencionar que los espesores de pared para cuerpos de válvulas de acero que especifica la norma API 600, son mayores a los especificados por la ANSI B16.5, Esto se debe a que la norma API 600 concede un margen de seguridad por efecto de corrosión.

Por ejemplo:

Para 102 mm., 10.6 Kg/cm<sup>2</sup>, 4", específica :

API 600, un espesor mínimo de 12 mm (0.438"), en tanto que la ANSI B16.5, un espesor mínimo de 6 mm (0.250").

### **IV. 3 MATERIALES PARA GUARNICIONES Y RECUBRIMIENTOS**

Se deberá entender por guarniciones al vástago, superficie de asiento, superficie del elemento de cierre o disco, y buje del vástago. Estos componentes se fabrican en diversos materiales, con diferentes recubrimientos, incluyendo materiales plásticos.

## **Fabricación de válvulas**

Como se mencionó anteriormente, se deberá considerar la limitación del material debido a la temperatura, ya que en muchos casos no depende del material del cuerpo, sino del material usado en las guarniciones.

### **\* BRONCE**

Temperatura máxima 288 °C (550 °F).

Usado regularmente en guarniciones de válvulas de fierro de alta presión (clase 250) y en algunos aceros de baja presión (ANSI 150).

### **\* DISULFURO DE MOLIBDENO**

Temperatura máxima 316 °C (600 °F).

Se emplea regularmente en válvulas de producción y de línea, posee buenas condiciones antifricción y soporta bien la acción de fluidos moderadamente corrosivos.

### **\* ACERO AL CROMO**

Temperatura máxima al vapor 454 °C (850 °F).

Temperatura máxima al aceite 538 °C (1000 °F).

Se recomienda para aceite, vapores de aceite o cualquier otro fluido lubricante, tiene buenas propiedades anti-corrosivas; pero en servicios de fluidos no lubricantes como el agua, vapor de agua o gas, existe tendencia a la adherencia en las superficies pulidas, causándole desgarramiento a la superficie.

### **\* MONEL (aleación cobre-níquel)**

Temperatura máxima 454 °C (850 °F).

Se recomienda para fluidos no lubricantes como el agua, vapor de agua, aire o gas, la resistencia a la corrosión que presenta es buena, en muchas ocasiones se emplean compuertas y discos de

monel o de recubrimientos de esta aleación, contra asientos de acero al cromo o con recubrimientos de acero al cromo.

### **\* ESTELITA (aleación cobalto-cromo-tungsteno).**

Temperatura máxima en vapor 454 °C (850 °F).

## *Fabricación de válvulas*

Temperatura máxima en aceite 538 °C (1000 °F).

Recomendable para servicios donde la erosión es considerable y tiene muy buenas propiedades contra la corrosión.

### **\* PLÁSTICOS**

Algunos plásticos presentan muy buenas propiedades antifricción, y una gran resistencia a casi cualquier tipo de fluido, entre los termodeformables se encuentran el nylon y el teflón (TFE, tetrafluoro etileno), donde su temperatura máxima es de 66 a 150 °C, (150 a 300 °F).

Entre los plásticos termofijos, se encuentran la bakelita y el plaskon y su temperatura máxima varía entre 150 a 200 °C (300 a 400 °F).

### **ELASTÓMEROS**

Un elastómero es un material elástico, y se emplean con bastante frecuencia como insertos, discos, empaques, siendo de los más conocidos el viton, buna-n, silicón, etc.. En el capítulo V, se hace mención de las propiedades y características de los principales elastómeros empleados en la industria manufacturera. En la tabla 4-1, se muestran la capacidad de algunos elastómeros que pueden ser aplicados para diferentes tipos de fluidos.

Cabe señalar que la única forma de obtener un cierre totalmente hermético en una válvula, es utilizando elementos de cierre plásticos, elastómeros, con lubricante o con una combinación de éstos con metal.

## Fabricación de válvulas

PRODUCTO	BUNA	NITRIL	SILICON	FLUORURO
Acete crudo	2	1	4	4
Acete hidráulico	1	1	2	2
Acetone	4	4	4	4
Acido acético 5%	2	1	1	1
Acido sulfúrico concentrado	4	1	4	4
Alcohol isopropílico	2	1	1	2
Alcohol metílico	1	4	1	1
Amoníaco líquido	2	4	2	1
Asfalto	2	1	4	4
Benzeno	1	1	4	4
Butano	1	1	4	1
Diesel	1	1	4	3
Dióxido de carbono húmedo	1	2	2	2
Dióxido de carbono seco	1	2	2	2
Etano	1	1	4	2
Eter	4	3	4	4
Feon 12	1	1	4	1
Gas de amoníaco caliente	4	4	1	2
Gas de amoníaco frío	1	4	1	1
Gas natural	1	1	1	1
Gasolina	1	1	4	4
Keroseno	1	1	4	2
Metano	1	1	4	2
Metanol	1	4	1	1
Monóxido de carbono	1	1	1	2
Petróleo crudo	1	1	4	2
Propano	1	1	4	2
Tolueno	4	1	4	4
Xileno	4	1	4	4

TABLA 4-1. Guía de algunos elastómeros aplicables para diferentes fluidos.

**Nomenclatura:**

- 1 - Satisfactorio
- 2 - Regular
- 3 - Bajo
- 4 - Malo

Tabla 4-1. Guía de algunos elastómeros aplicables en el transporte de algunos fluidos.

Con superficies metal-metal, es muy difícil mantener un sello totalmente hermético, ya que rayaduras de las superficies o deformaciones del cuerpo originan fugas, que en la mayoría de los casos son permisibles.



## *Fabricación de válvulas*

Los sellos metal-metal, siguen siendo los más ampliamente usados, ya que los plásticos, elastómeros y lubricantes, por lo general tienen más limitaciones de temperatura y presión que un metal y que en caso de incendio la válvula quedaría inutilizada.

Los componentes interiores de las válvulas como ya se observó pueden ser fabricados con diferentes materiales y aleaciones como es el caso del bronce, monel, estelita, etc., y pueden además ser forjados o fundidos, siempre pensando en las condiciones de presión, temperatura y tipo de fluido a transportar

### **ASIENTOS**

Los siguientes tipos de asientos de los denominados estacionarios, nos proporcionan algunas ventajas tales como:

- \*\* No es necesario una gran fuerza para obtener un cierre hermético.
- \*\* Con la combinación de asientos metal-metal e insertos elásticos, se obtienen ventajas extras.
- \*\* Las partículas arrastradas por el flujo, tienen poco efecto sobre la superficie de asentamiento, ya que los bordes del metal tienen insertos de material elástico.
- \*\* Si por motivos de fuego el inserto elástico llega a fallar, se cuenta con el sello metal-metal que es una protección adicional.

Estas ventajas están representados en la figura 4-1, donde se muestran algunos tipos de asientos disponibles.

### Fabricación de válvulas




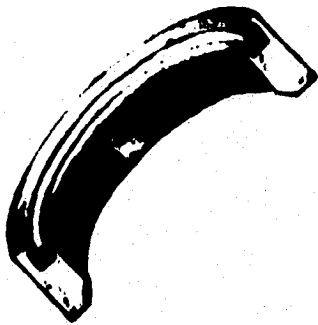
		
	ESTANDAR	ESTANDAR
Rango de temperatura	50° + 400° F 49° + 200° F	50° + 250° F 49° + 121° C
Material del anillo del asiento	ACERO INOXIDABLE	ACERO AL CARBON O ACERO INOXIDABLE
Material del inserto	TEFLON MOLDEADO	NYLON
		
	RANGO DE TEMPERATURA MEDIA	ALTA TEMPERATURA
Rango de temperatura	50° + 500° F 49° + 260° C	100° + 800° F 73° + 427° C
Material del anillo del asiento	ACERO INOXIDABLE	ACERO INOXIDABLE
Material del inserto	TEFLON	TUBO DE ACERO INOXIDABLE

Figura 4-1. Construcción de asientos.

#### **IV. 4 NORMAS Y CODIGOS DE FABRICACION**

Cualquiera de los materiales descritos para cuerpos, dentro de las limitaciones impuestas de temperatura, podrian ser utilizados para cualquier condición de presión simplemente variando el espesor de pared. Por lo que en esas condiciones las válvulas se fabricarian para una variedad casi infinita de condiciones de presión.

Lo mismo sucederia en relación a las dimensiones y formas de las conexiones. La producción en serie resultaria casi imposible, el costo sumamente alto y la intercambiabilidad representaria innumerables problemas. De allí surgió la necesidad de establecer ciertas normas de las principales asociaciones que regulan la fabricación de las válvulas, entre las que encontramos las siguientes sociedades

**ANSI** (American National Standards Institute)

**API** (American Petroleum Institute), Equipo usado en la industria de los hidrocarburos.

**ASME** (American Society of Mechanical Engineers), calderas y recipientes a presión.

**ASTM** (American Society of Testing Materials), materiales.

**AWWA** (American Water Works Association).

**MSS** (Manufacturing Standards Society of the valve and fitting industry).

Algunos de los aspectos más importantes respecto a la normalización aplicable a válvulas, pueden encontrarse en las siguientes normas:

**ANSI B16.1** Bridas y conexiones de fierro colado clase 125.

**ANSI B16.2** Bridas y conexiones de fierro colado clase 250.

**ANSI B16.5** Bridas y conexiones de acero series 150 a 2500.

**ANSI B16.24** Bridas y conexiones de latón y bronce.

**ANSI B31.1** Código de entubamiento industrial.

**ANSI B31.3** Código de entubamiento en refinarias.

**ANSI B31.4** Código de entubamiento para conducir aceite.

**ANSI B31.6** Código de entubamiento en industria de procesos químicos.

**ANSI B31.8** Código de entubamiento para conducir y distribuir gas

**API 6A** Especificación para equipo de pozos.

## *Fabricación de válvulas*

- API 6D** Especificación para válvulas de acero tipo compuerta, macho, bola y de retención para líneas de conducción.
- API 600** Válvulas de compuerta de acero, bridas o para soldar, para uso en refinerías.
- API 602** Válvulas de acero forjado.
- API 599** Válvulas macho de acero para uso en refinerías.
- API 598** Inspección y prueba de válvulas para uso en refinerías.

**MSS SP25** Normas para marcar válvulas, conexiones, bridas y uniones.

**MSS SP52** Válvulas de hierro colado para líneas de conducción.

**MSS SP61** Normas para pruebas hidrostáticas.

Las normas ANSI B16.1 y B16.2, establecen las siguientes presiones que se aplican para válvulas de hierro colado.

### **VALVULAS DE FIERRO COLADO**

#### **Clase 125**

**Para servicio de vapor.**

En medidas nominales de 25 a 305 mm (1" a 12").

8.8 Kg/cm<sup>2</sup> (125 psig).

Temperatura máxima 177 °C (350 °F).

En medidas nominales de 356 a 610 mm. (14" a 24").

7 Kg/cm<sup>2</sup> (100 psig).

Temperatura máxima 171 °C (340 °F).

En medidas nominales de 762 a 1219 mm. (30" a 48").

3.5 Kg/cm<sup>2</sup> (50 psig).

Temperatura máxima 149 °C (300 °F).

**Para servicios de líquidos y gas.**

En medidas nominales de 25 a 305 mm. (1" a 12").

12.3 Kg/cm<sup>2</sup> (175 psig).

Temperatura máxima 150 °F, (WOG).

## *Fabricación de válvulas*

En medidas nominales de 356 a 1219 mm. (14" a 48").  
10.6 Kg/cm<sup>2</sup> (150 psig).  
Temperatura máxima 66 °C (150 °F).

### **CLASE 250**

Para servicio de vapor.

En medidas nominales de 25 a 305 mm. (1" a 12").  
17.6 Kg/cm<sup>2</sup> (250 psig).  
Temperatura máxima 204 °C (400 °F).

En medidas nominales de 356 a 610 mm. (14" a 24").  
14.1 Kg/cm<sup>2</sup> (200 psig).  
Temperatura máxima 199 °C (390 °F).

En medidas nominales de 762 a 1219 mm. (30 a 48").  
7 Kg/cm<sup>2</sup> (100 psig).  
Temperatura máxima 171 °C (340 °F).

Para líquidos o gas.

En medidas nominales de 25 a 305 mm. (1" a 12").  
28.2 Kg/cm<sup>2</sup> (400 psig).  
Temperatura máxima 166 °C (330 °F).

En medidas nominales de 356 a 1219 mm. (14" a 48").  
21.1 Kg/cm<sup>2</sup> (300 psig).  
Temperatura máxima 66 °C (150 °F).

Para normas donde se manejan vapor, la presión que maneje la válvula estará más limitada que en válvulas donde se maneje agua, aceite, gas, (WOG).

### **IV. 4. 1 VALVULAS DE ACERO.**

Las normas ANSI B16.5, también son aceptadas por el API 600, y muestran las presiones máximas de trabajo, para cada temperatura de

### Fabricación de válvulas

servicio aplicables a válvulas en líneas de conducción y plantas de proceso.

La tabla 4-2, nos muestra los rangos de presión ANSI 16.34 para diferentes temperaturas de operación.

TEMPERATURA		SERVICIO DE PRESION PRIMARIO						
		Rangos de presión ANSI 16.34						
°F	°C	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 a 100	-29 a 39	290	750	1000	1500	2250	3750	6250
150	66	275	750	1000	1500	2250	3750	6250
200	93	260	750	1000	1500	2250	3750	6250
250	121	245	740	985	1478	2218	3685	6180
300	149	230	730	970	1465	2185	3640	6070
350	177	215	718	955	1433	2150	3585	5975
400	204	200	705	940	1410	2115	3530	5880
450	232	185	685	918	1370	2055	3428	5710
500	260	170	665	885	1330	1995	3325	5540
550	288	155	635	845	1270	1905	3175	5290
600	316	140	605	805	1210	1815	3025	5040
650	343	125	590	785	1175	1765	2940	4905
700	371	110	570	765	1135	1705	2840	4730
750	399	95	505	670	1010	1510	2520	4200
800	427	80	410	580	825	1235	2060	3430

TABLA 4-2. Presiones de la serie ANSI 16.34

La norma API 6A, especifica las limitaciones de presión de trabajo para las válvulas instaladas en cabezales, líneas de recolección y baterías de separación.

70 Kg/cm<sup>2</sup> \_\_ API \_\_ 1000 psi.  
140 Kg/cm<sup>2</sup> \_\_ API \_\_ 2000 psi.

## *Fabricación de válvulas*

210 Kg/cm <sup>2</sup>	— API —	3000 psi.
350 Kg/cm <sup>2</sup>	— API —	5000 psi.
700 Kg/cm <sup>2</sup>	— API —	10000 psi.
1000 Kg/cm <sup>2</sup>	— API —	15000 psi.

**Rangos de temperatura de -29 a 121 °C (-20 a 250 °F).**

**Cabe señalar que las presiones de prueba para válvulas bajo normas API, son del doble de la presión de trabajo, excepto las de 700 y 1060 Kg/cm<sup>2</sup> (10000 y 15000 psi), en las que son solamente 50% más altas que las correspondientes presiones de trabajo.**

**Se debe hacer mención que si se habla de una válvula de acero ANSI Serie 600, ésta no es la presión de trabajo de la válvula sino su clasificación, orden de presión cuando se este manejando vapor.**

**Si por ejemplo una válvula va a trabajar en la línea a 64 Kg/cm<sup>2</sup> (900 psi) a una temperatura máxima de 30 °C (86 °F), no es necesario emplear una válvula ANSI serie 900, ya que una de la ANSI serie 600, puede trabajar a una presión de hasta 100 Kg/cm<sup>2</sup> (1440 psi), si la temperatura no es mayor de 37.8 °C (100 °F), por lo que esta válvula si es adecuada para operar bajo estas condiciones.**

**Por otra parte si la temperatura fuera de 470 °C (875 °F), una válvula ANSI serie 900 no nos serviría, ya que la presión máxima de trabajo a esa temperatura sería de 55 Kg/cm<sup>2</sup> (785 psi), por lo que tendríamos que elegir una ANSI serie 1500 que satisface estas condiciones de servicio, o bien, utilizar otro tipo de acero que presente mejores propiedades de resistencia para ese rango de temperatura.**

**Si el servicio es para líquidos, deberá considerarse la posibilidad del golpe de ariete, y tomar las medidas necesarias en el diseño de la línea y de la propia válvula, considerando un margen de seguridad debido a la velocidad de cierre de la misma, y de la presión máxima que se vaya a presentar para contrarrestarlo.**

**Si en un sistema se tiene una presión de trabajo de 14 Kg/cm<sup>2</sup> (200 psi), y una velocidad de flujo de 1.25 m/seg. 4 (ft/seg), estará sujeta a una presión equivalente de 70 Kg/cm<sup>2</sup> (1000 psig), por golpe de ariete si la válvula tuviera un cierre instantáneo; De ahí la importancia de la buena selección de los materiales de fabricación.**

## Fabricación de válvulas

### ¿ POR QUE SE EMPLEAN VALVULAS DE ACERO ?

Este cuestionamiento puede surgir en base a la diferencia de precio que existe entre el hierro y el acero, ya que se podría pensar en el uso más económico fabricando válvulas de hierro, pero cuando tenemos condiciones de cambios de temperatura (choques térmicos), altas o muy bajas temperaturas (criogénicas), así como altas presiones de trabajo, sería muy peligroso emplearlas y por otro lado resultaría muy caro, debido a que se tendrían que usar espesores de pared muy grandes, para que se lograra aguantar las presiones a las que son sometidas.

El esfuerzo de trabajo para válvulas de hierro se considera de 3000 psi, de el acero fundido de 11000 psi y para el acero forjado de 13000 psi.

Con la fórmula de Lamé's ecuación 4.1, podremos calcular el espesor de pared para materiales con los que vayamos a fabricar la válvula.

$$E_p = \frac{d}{2} \times (\sqrt{(f + P / f - P)} - 1) \quad \text{Ec. 4.1}$$

Donde:

- $E_p$ , Espesor de pared de la válvula (pg).
- $d$ , Diámetro interior de la válvula (pg).
- $P$ , Presión de trabajo (lb/pg<sup>2</sup>).
- $f$ , Esfuerzo máximo de trabajo permisible (lb/pg<sup>2</sup>).

Ejemplo de aplicación:

Se requiere de una válvula de 4" de diámetro interior y con una presión de trabajo de 1000 psi, ¿ que espesor de pared tendremos si la fabricamos de hierro o de acero forjado ?

Solución:

De la ec. 4.1, tenemos que:



## Fabricación de válvulas

$$E_p \text{ HIERRO} = \frac{4}{2} \times (\sqrt{(3000+1000/3000-1000)} - 1) = 0.8284 \text{ (pg).}$$

$$E_p \text{ ACERO FORJADO} = \frac{4}{2} \times (\sqrt{(13000+1000/13000-1000)} - 1) = \\ = 0.1540 \text{ (pg).}$$

De los dos resultados anteriores podemos deducir que las válvulas de acero forjado, nos ofrecen mayores ventajas sobre válvulas fabricadas de hierro. Debido a que el espesor de pared para válvulas de acero forjado es menor, nos da la pauta para fabricar una gran variedad de capacidades operativas y con menor espacio requerido para su instalación; asimismo con el manejo de fluidos corrosivos provocaría que las válvulas de hierro duraran poco tiempo, fallando operativamente y provocando peligro de accidentes.

### IV. 5 MAQUERADO DE LA VALVULA

#### CUERPO

Esta pieza es básica debido a que forma la parte inferior de lo que podríamos llamar recipiente o carcasa de la válvula, y en el se alojan los anillos del asiento. En general tiene dos salidas llamados puertos y un tercero que generalmente es bridado, al cual se ensambla el bonete o casquete. La terminal de los puertos puede ser bridada, o extremos para soldar o para roscar, según sea el tipo de conexión que se use en la tubería donde va a ser unida. En tabla 4-3 se hace una descripción de rangos de presión para agua, aceite y gas fríos, de acero al carbón y acero inoxidable.

**Fabricación de válvulas**

MATERIAL DEL CUERPO DE LA VALVULA	CLASE				
	150 PSI	300 PSI	600 PSI	900 PSI	1500 PSI
Acero al carbon en lb/pg2.	480	1125	2225	3360	4475
316 Acero inoxidable en lb/pg2.	425	1100	2175	3250	4400

**TABLA 4-3. Comparación entre 2 materiales de fabricación para cuerpos de válvulas.**

**Esta pieza se obtiene de fundición y es vital en ella, por razones de seguridad y duración, el que se conserven los espesores mínimos recomendados por el API, la norma también exige que la brida que une al bonete sea circular, y generalmente con capacidad hasta de 600 lb/pg2, se usa unión macho-hembra, a excepción de 150 Lb/pg2, que permite que la brida sea de cualquier forma, ya que las presiones manejadas no son muy grandes. Ver tabla 4-4**

## Fabricación de válvulas

**TABLA 4-4.**

**PRESIONES DE TRABAJO A DIFERENTES TEMPERATURAS PARA VALVULAS DE ACERO FORJADO SERIE 800 Lb/psg. (66 Kg/cm<sup>2</sup>), ANSI 600 PARA EXTREMOS BRIDADOS**

TEMPERATURA		PRESION DE TRABAJO EXTREMOS PARA SOLDAR O ROSCADOS. SERIE 800		EXTREMOS BRIDADOS SERIE ANSI 600	
°C	°F	Kg/cm <sup>2</sup>	Lb/psg <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Lb/psg <sup>2</sup>
-30 a 30	-30 a 100	141	2000	101	1440
66	150	138	1970	100	1420
99	200	135	1940	98	1400
121	250	134	1916	97	1380
149	300	133	1895	96	1365
204	400	130	1860	94	1330
260	500	122	1735	88	1260
316	600	109	1540	78	1100
371	700	82	1205	65	940
427	800	71	1016	51	730
484	900	65	930	48	680
482	900	42	600	31	445
630	1000	17	255	12	170

Prueba hidrostática del cuerpo	152	2175	152	2175
Prueba hidrostática de los asientos	146	2100	109	1560
Prueba de prueba con aire	6	80	6	80

\*\* Las presiones que se indican son sin considerar golpe de ariete

**Tabla 4-4. Comparación de presiones de trabajo para extremos soldados, roscados o bridados.**

En los extremos de los puertos los tipos de unión más empleados son:

- Brida cara plana.
- Brida de cara realzada 1/16".
- Brida de cara realzada 1/4".
- Brida de junta de anillo.

En la figura 4-2, se muestra las caras de contacto de las principales bridas.

También pueden ser extremos para soldar, o extremos para ser roscados.

## Fabricación de válvulas

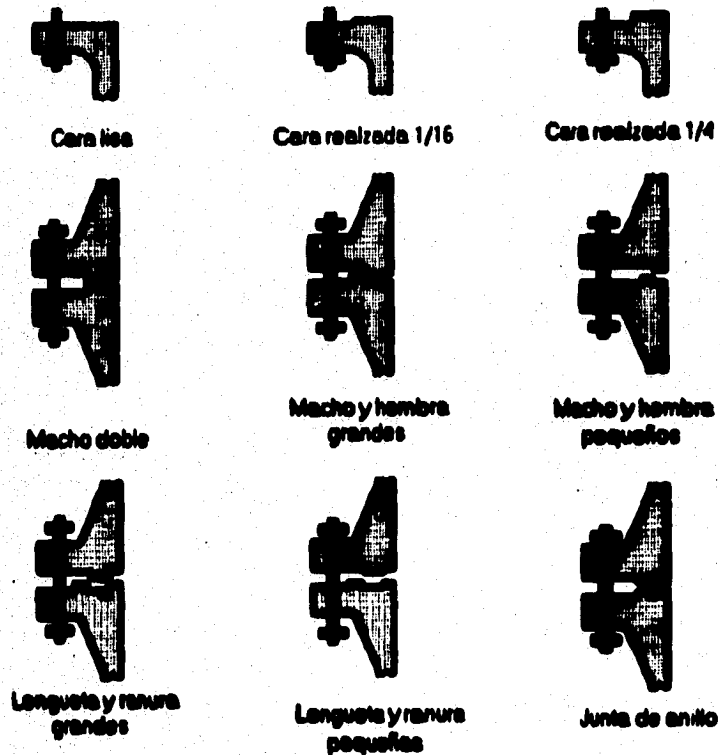


Figura 4-2. Caras de contacto de bridas estándar.

Es importante un buen maquinado de la válvula para un buen funcionamiento, ya que los planos de los extremos de los puertos deben ser paralelos entre sí, y el plano de la brida-bonete perpendicular a los anteriores.

El diseño de las cajas para los asientos de los anillos, según el API, pueden ser para unirse por medio de roscas o de soldadura; el objeto de que no sean integrales al cuerpo, es que se puedan reemplazar por otros en caso de desgaste o falla.

El roscado es el más conocido de los dos sistemas, esto debido a que en antaño el proceso de soldadura no estaba tan avanzado. El sistema de

## *Fabricación de válvulas*

roscado, es que se tienen que maquinar las cajas con un ángulo de 5° aproximadamente, con respecto al plano bisector del cuerpo, y fabricar la rosca dejando atrás una pared perfectamente maquinada, sobre la que hace sello el anillo al ser apretado, este sello debe ser metal-metal y el API prohíbe el uso de selladores. Generalmente al ser apretados los anillos sufren pequeñas deformaciones en el área del sello, lo cual obliga a "lapear" el asiento con el fin de garantizar un plano libre de deformaciones.

Para el anillo soldado se pueden maquinar cajas en ángulo de 5° aproximadamente, como en el caso anterior, o bien, con cajas rectas, una vez realizado esto, se coloca el anillo y se suelda por la parte posterior, lo cual también provoca ciertas deformaciones, las que también se corrigen con un "lapeado".

### **BONETE**

Esta pieza también es conocida como casquete, y forma la parte superior del recipiente o carcasa de la válvula, la brida del bonete tiene la misma forma que la del cuerpo y con estas dos se unen; en la parte superior del bonete se aloja el asiento del vástago, que por norma deberá ser un casquillo postizo del mismo material que el vástago, al sellar éste casquillo con el vástago hace posible que la válvula sea reempacable en servicio, esto es que se puedan cambiar los empaques de la válvula, cuando ésta se encuentra en posición totalmente abierta.

El API norma el espesor de esta pieza que deberá ser el mismo que el del cuerpo, asimismo norma el cálculo de los tornillos que unen el cuerpo con el bonete.

### **YUGO O PUENTE**

Esta pieza puede ser o no integral al bonete dependiendo del diseño del fabricante, y lo conveniente es que sea de una sola pieza, ya que de esta forma se aligera el peso de la válvula y por lo tanto será más fácil su manejo. El yugo o puente une al vástago por medio de una conexión en tee, para buscar que las válvulas como la compuerta tipo cuña encuentren la posición correcta de cierre.

### **VASTAGO**

## *Fabricación de válvulas*

El vástago debe ser por norma de una sola pieza, con una conexión en tee, en uno de sus extremos para conectar el elemento de cierre, esta forma se obtiene por forja, maquinado o de una combinación de ambos. Su forma es cilíndrica y el diámetro está dado en normas API, superficie cilíndrica debe estar muy bien pulida, el fabricante deberá satisfacer esta condición, para que de esta manera no se rompan los empaques.

En el extremo superior va provisto de una roca ACME, que con la tuerca del vástago y el volante, forman el mecanismo de apertura que podríamos decir que es estándar; ahí mismo va provisto de una superficie cónica o esférica que es la que hace el sello al casquillo del bonete, y así se logra reempacar cuando esta en servicio.

La tuerca del vástago generalmente está fabricada en bronce, el volante puede ser de acero o hierro maleable o nodular, el prensa estopa que consiste en un buje y una brida, ambos de acero fundido o forjado, la junta entre el cuerpo y el bonete debe ser de un material que por lo menos tenga la misma resistencia a la corrosión que el cuerpo, los empaques se eligen debido a las condiciones de operación, y que pueden ser de asbesto trenzado, con gráfita, con teflón, metálico, o con algún lubricante.

### **PRESIONES A LAS QUE SE FABRICAN**

Las válvulas de acero fundido se fabrican en las siguientes presiones nominales ANSI:

ANSI 150 psi.  
ANSI 300 psi.  
ANSI 400 psi.  
ANSI 600 psi.  
ANSI 900 psi.  
ANSI 1500 psi.  
ANSI 2500 psi.

Estas presiones nominales no son las máximas a las que pueden ser sometidas las válvulas, ya que dependiendo de la temperatura, podrá resistir mayores o menores presiones.

## Fabricación de válvulas

La calidad y características de algunas válvulas de acero tales como del tipo compuerta, macho, bola y de retención; en extremos bridados y para soldar, se norman hasta ahora en México por publicaciones tales como el API std. 6D, y de otras normas previamente citadas.

Dicha publicación liga sus propias normas con normas ANSI, en forma de compendio que guían al fabricante y consumidor a un mutuo entendimiento, así como la intercambiabilidad de las válvulas.

Para las normas ANSI B31.4 Sistemas de conducción de petróleo líquido mediante tuberías, y la ANSI B31.8, Sistemas de conducción y distribución de gas mediante tuberías, se pueden entrelazar con el API 6D Y ANSI 16.5, para los rangos máximos de presión de trabajo para cada clase tal como se especifica en la tabla 4-5.

Rangos máximos de presión de trabajo aplicables, para cada CLASE.

API 6D	CLASES	150	300	400	600	900	1500	2500
ANSI 16.5	ANSI	150	300	400	600	900	1500	2500
ANSI B31.4 y B31.8		275	720	920	1440	2160	2880	6000

TABLA 4-5. Presiones de trabajo para clases API - ANSI.

El API 6D, igualmente se entrelaza con la norma de la ASTM A216, para la fabricación de válvulas, reparación de las mismas en planta mediante soldadura.

### FORJA

Las ventajas de la forja sobre la fundición son muy importantes, pues presentan un material más denso, libre de microporosidades, estructura fibrosa orientada, mayor resistencia al impacto, a la fatiga y una mejor soldabilidad. En la tabla 4-6, se presenta una comparación de propiedades para forja y fundición para normas ANSI Y API.

**Fabricación de válvulas**

PROPIEDAD	ANSI		API	
	FORJA ASTMA105H	FUNDICIÓN ASTMA216-WCB	T-2	T-3
Presión mínima a la tensión en lb/in <sup>2</sup>	60.000	7000	9000	7000
Arto de cedencia mínimo en lb/in <sup>2</sup>	30.000	3600	6000	4500

**TABLA 4-6. Comparación para forja y fundición, para ANSI Y API.**

En la tabla 4-7, se muestran las presiones de trabajo para válvulas de acero forjado y acero fundido, para normas ANSI Y API.



## Fabricación de válvulas

**TABLA 4-7.**

**PRESIONES DE TRABAJO A DIFERENTES TEMPERATURAS PARA VALVULAS DE ACERO FORJADO SERIE 800 Lb/pg<sup>2</sup>. (56 Kg/cm<sup>2</sup>), ANSI 600 PARA EXTREMOS BRIDADOS.**

TEMPERATURA		PRESION DE TRABAJO EXTREMOS PARA SOLDAR O ROSCADOS. SERIE 800		EXTREMOS UNIDADES SERIE ANSI 600	
°C	°F	Kg/cm <sup>2</sup>	Lb/pg <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Lb/pg <sup>2</sup>
-20 a 39	-20 a 100	141	2000	101	1440
65	150	139	1970	100	1420
93	200	136	1940	98	1400
121	250	134	1915	97	1380
149	300	133	1895	96	1365
203	400	130	1860	94	1330
260	500	122	1735	88	1250
316	600	109	1560	78	1100
371	700	92	1325	66	940
427	800	71	1015	51	730
483	900	55	800	42	600
542	1000	42	600	31	445
599	1100	17	235	12	170
Prueba hidrostática del cuerpo.		152	2175	152	2175
Prueba hidrostática de los asientos.		148	2100	109	1560
Presión de prueba con aire		6	80	6	80

— Las presiones que se indican son sin considerar golpe de ariete

**Tabla 4-7. Presiones de trabajo para válvulas de acero forjado.**

Asimismo la forja ofrece un excelente sello metal-metal, a presiones y temperaturas relativamente elevadas, aunque su hermeticidad no es perfecta en servicios de vacío.

### **IV. 6 EFECTO DE ALTA TEMPERATURA Y PRESION SOBRE LOS MATERIALES DE FABRICACION**

## *Fabricación de válvulas*

**ALTA TEMPERATURA.** Las válvulas que deben trabajar bajo acentuados extremos de temperaturas, los materiales pueden sufrir cambios de resistencia de hasta el 100%, a partir de la nominal a temperatura ambiental. Tales cambios como el de la resistencia a la fatiga por ejemplo pueden resultar favorables o desfavorables. En muchos metales la resistencia a la fatiga aumenta notablemente cuando se prueba al vacío. Esto ocurre por que en el vacío no existe atmósfera oxidante, y porque la superficie del metal pierde las películas iniciales de óxido.

Para servicios de alta temperatura deben escogerse los materiales más indicados, a fin de hacer frente a los problemas de reducida resistencia y de alto grado de corrosión.

Para temperaturas del orden de hasta 815° C, se pueden emplear válvulas fabricadas de acero inoxidable. Para las de 955° a 1095° C, se puede emplear la aleación de 99% de columbio y 1% de zirconio.

En servicios de alta temperatura se ha comprobado que, cuando se aplica una gran fuerza de cierre, los tapones se sueldan a los asientos y los vástagos a las guías, y para resolver en ocasiones éste problema, se usan dos grados de calidades diferentes de estelita, cada uno de diverso índice de dureza.

**ALTA PRESION.** Si se trabaja en alta presión o sostenida, en casos de variaciones de la temperatura, los resortes y otras piezas de las válvulas se pueden destemprar, retorcer o asentar en forma permanente. En los asientos, el choque térmico puede causar dobladuras y grietas. Al soltar el gas de alta presión, la expansión

repentina suele causar enfriamiento, con el consiguiente gradiente disparado de temperaturas a través de la válvula.

Aun así, bajo ciertas combinaciones especiales de temperatura y presión, un gas sometido a estrangulamiento puede causar aumento de temperatura. Si en la superficie de los asientos existen grietas, por diminutas que éstas sean sufrirán calentamiento localizado y el material del asiento se ablandará y erosionará rápidamente.

En la figura 4-3, se muestran algunos efectos de la temperatura sobre la expansión, contracción y dureza de algunos materiales de válvulas.

## Fabricación de válvulas

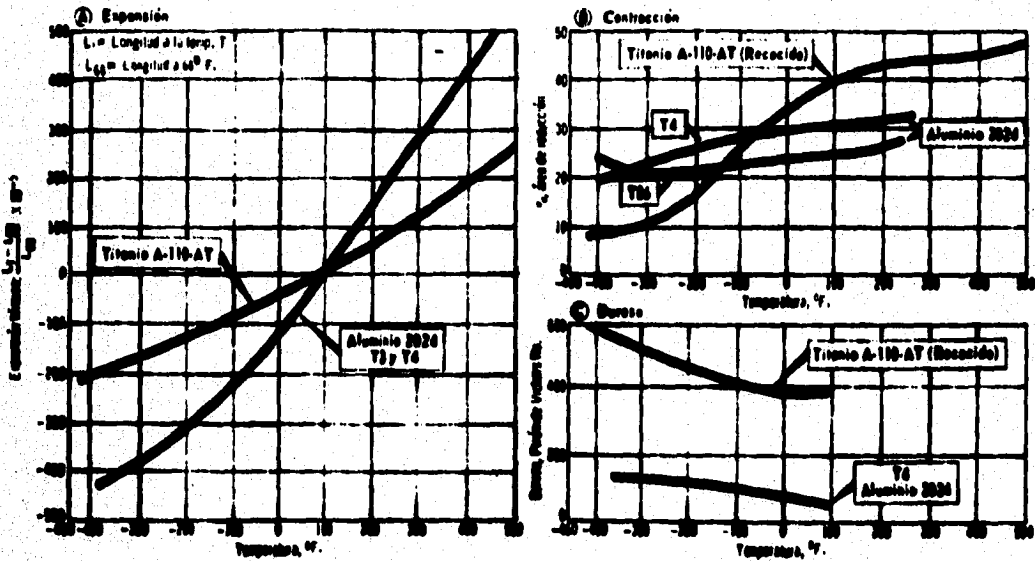


Figura 4-3. Efectos de la temperatura.

### IV. 7 SELECCION DE MATERIALES

La tabla 4-8, nos proporciona una guía para nuestra selección de materiales con los que podremos transportar diferentes fluidos. La simbología empleada es la siguiente:

**SI**, Puede ser utilizado satisfactoriamente.

**NO**, No debe usarse.

**PR**, Se usa bajo condiciones limitadas, donde se permite una ligera corrosión, instalaciones temporales, y donde el costo de materiales es muy alto.

Fabricación de válvulas

FLUIDO A TRANSPORTAR	ACERO AL CARBON	ASIS - 304	316 ACERO INOX.	FA - 20	MONEL	HASTELOY	BRONCE
Aceto combustible	SI	PR	SI		SI		SI
Aceto diesel ligero					SI		
Acetos de petróleo			SI		SI		
Acetos parafínicos			SI		SI		
Aceto hidráulico			SI		SI		PR
Aceto lubricante caliente	SI	PR	SI		SI		SI
Acido clorhídrico @ 175°F	NO	NO	SI	SI	PR	PR	
Acido fluorhídrico @ 60°F	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO
Acido sulfúrico seco @ 70°F	SI	PR	SI		PR		PR
Acido sulfúrico húmedo @ 70°F	NO	SI	PR		PR		PR
Agua destilada			SI		SI		
Agua de mar @ 70°F	NO	SI	SI		SI		SI
Amoníaco líquido			SI		SI		NO
Amoníaco gas	SI		SI		SI		NO
Butano					SI		SI
Butileno					SI		
Cloro gas seco @ 70°F	SI	PR					
Cloro gas húmedo @ 70°F	NO	NO	NO	NO		SI	
Eter isopropílico					SI		
Freón @ 70°F	SI	PR			SI		SI
Gas natural	SI	SI	SI		SI		PR
Gasolina @ 70°F	SI	PR	SI		SI		SI
Gasolina antioxidante					SI		
Heptano líquido			SI		SI		
Hidrocarburos aromáticos					SI		
Isobutano			SI		SI		
Kerosene @ 70°F	SI	PR			SI		SI
Lodos arcillosos @ 70°F	SI	PR					
Mercurio			SI		PR		NO
NaCl @ 70°F	SI	PR	SI		SI		
Oxígeno			SI		SI		SI
Propano gas	SI	SI	SI		SI		SI
Propano líquido					SI		SI
Tolueno en ebulición	SI	PR	SI		SI		SI
Xileno	SI	PR			SI		

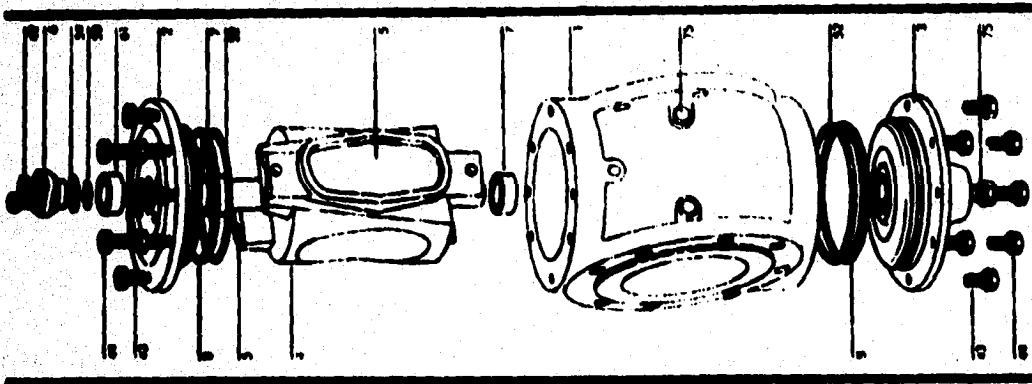
## *Fabricación de válvulas*

### **IV. 8 ESPECIFICACIONES**

Como ya se observó anteriormente, las válvulas deberán ser fabricados bajo normas internacionales; los materiales de construcción de las partes componentes de una válvula, sus medidas, espesores, y características para cada tipo de válvula, en servicios de bloqueo, paro e inicio de flujo, y de estrangulación, deberán estar especificados en las normas mencionadas.

Un ejemplo de la especificación de los materiales de fabricación, de una válvula es como el mostrado en la figura 4-4.

### Fabricación de válvulas



NUMERO	DESCRIPCION	ESPECIFICACION DEL MATERIAL
1	Cuerpo	ASTM A-216 WERNIC ACERO
2	Bonete	Incol o A-105 acero forjado
3	Punta del pino	Incol o A-105 acero forjado
4	Tapón	Acero dúctil
5	Distintivo	ASTM A-488 Ni-resistente con sellos de vidón
6	Empacador del prensa estopa	ASTM A-488 Ni-Resistente
7	Caja	ASTM A-488 Ni-Resistente
8	Empacaciones	Acero inoxidable
42	Cuerpo o Empacador del cuerpo de la prensa estopa	ASTM A-198 GR B7 Acero
43	Espesado	ASTM A-198 GR B7 Acero
44	Tuerca	ASTM A-198 GR 2H Acero
52	O-ring interior del prensa estopa	Nitrilo
53	O-ring exterior del prensa estopa	Vidón
54	O-ring exterior del prensa estopa	Nitrilo
61	Empacador del empacador	Celulo
75	Tapón de chorro	Acero

Figura 4-4. Especificaciones de las partes componentes de una válvula macho.

## *Fabricación de válvulas*

### **IV. 9 COMO ORDENAR UNA VÁLVULA**

Para hacer una solicitud de una válvula con el fabricante, como se ha citado a lo largo del capítulo IV, debemos considerar las condiciones de presión y temperatura de operación, las características fisicoquímicas del fluido a transportar, costo, etc., para que de esta manera podamos elegir la válvula que más satisfaga nuestras condiciones operativas.

Un ejemplo de como requisitarla puede ser directamente con el fabricante, o con la ayuda y asesoría de un agente de ventas de la compañía fabricante. Dicha requisición puede ser con la figura 4-5, que nos muestra los materiales disponibles.

## Fabricación de válvulas

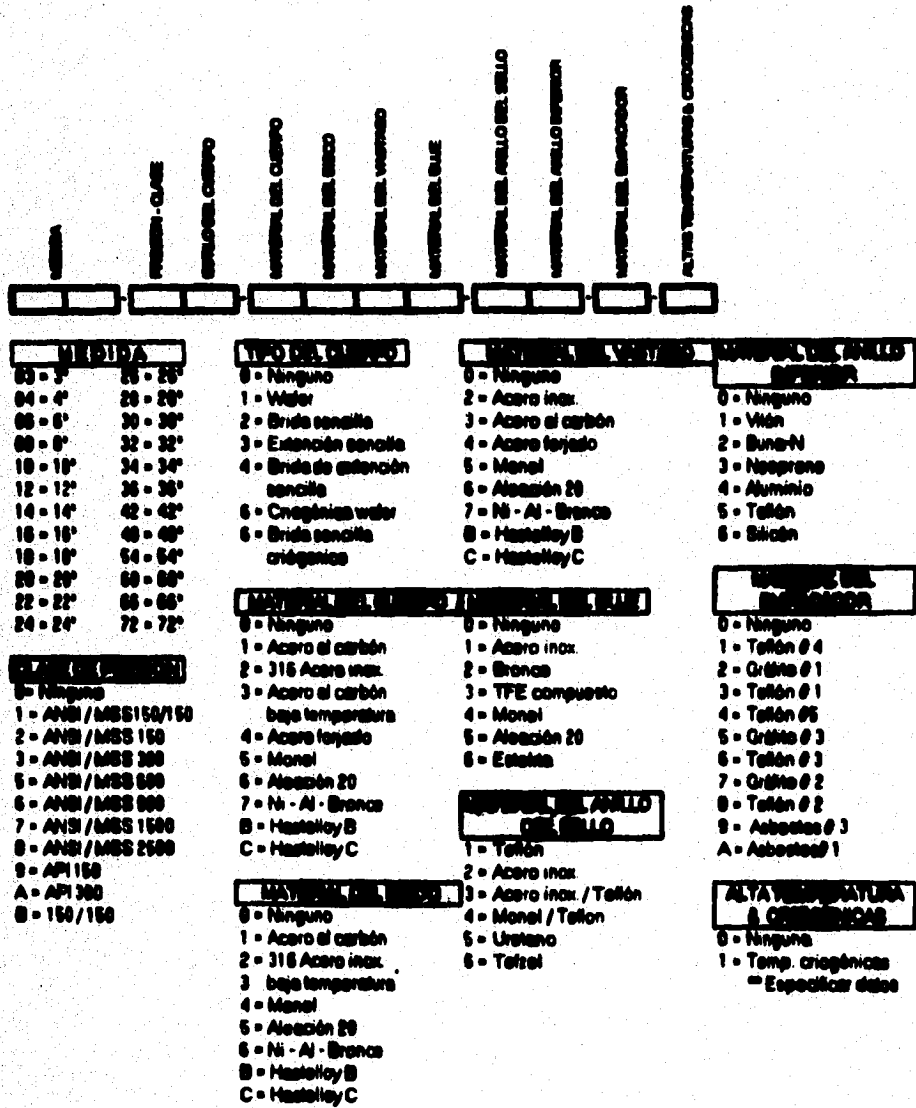


Figura 4-5. Código de productos para válvulas.



## *Fabricación de válvulas*

Si nosotros con la figura 4-5, codificamos el producto de la figura 4-6:

1 2 . 3 2 . 2 2 2 3 . 1 2 . 9 . 0

Figura 4-6. Codificación de una válvula

Habremos seleccionado una válvula de 12", de la clase ANSI 300, brido sencillo, con cuerpo de acero inoxidable, disco de acero inoxidable, vástago de acero inoxidable, buje de teflón compuesto, anillo del sello de teflón, anillo inferior de buna-N, empacador de asbesto. Por lo que la válvula seleccionada nos sirve para transportar fluidos lubricantes.

Con el motivo de una mayor captación de clientes, los fabricantes de válvulas en muchas ocasiones superan las normas internacionales que rigen su fabricación, ofreciendo con ello una mayor calidad y seguridad en su producto terminado.

**CAPITULO V**  
**OPERACION Y MANTENIMIENTO**

## **Operación y Mantenimiento**

### **V. 1 OPERACION**

La operación de las diferentes válvulas instaladas en la tubería, estaciones de bombeo, o de compresión, deberá satisfacer las especificaciones bajo las cuales fueron diseñadas, y así intervenir oportunamente cuando éstas sean requeridas, en funciones tales como inicio y bloqueo de flujo, total o parcialmente cerrada o abierta, estrangulamiento, seguridad, alivio, control, etc.

Frecuentemente, válvulas de gran diámetro que son sometidas a condiciones de trabajo de alta presión y temperatura, presentan un límite en el que la operación manual se dificulta o llega a ser prácticamente imposible.

Para tales casos generalmente se provee a la válvula de diferentes mecanismos con los cuales la operación oportuna y adecuada sea llevada a cabo. Con estos equipos la fuerza se multiplica y es aplicada sobre el volante. Dicho equipo puede ser un mecanismo de engranes, de cadena sin fin o un actuador.

En la tabla 5-1, se muestran las presiones diferenciales máximas a las que un hombre normal, puede operar válvulas de compuerta tipo cuña de diferentes tamaños, sin necesidad de auxiliarse de un dispositivo anexo.

Para operar una válvula dentro del sistema de transporte de hidrocarburos, se deberá considerar la facilidad que existe para llegar a ella; si está instalada sobre la línea, si se encuentra enterrada, o en condiciones de poco acceso a ella, como podría ser una pendiente muy pronunciada, así como la necesidad que se tiene de operación, también conocer el diámetro y las características que posee la válvula, y las condiciones de presión y temperatura que rigen al flujo; para que la omisión de éstos factores no demore el adecuado y oportuno funcionamiento de la válvula.

## Operación y Mantenimiento

**PREISION DIFERENCIAL MAXIMA A LA QUE PUEDEN SER OPERADAS  
LAS VALVULAS DE ACERO TIPO COMPUERTA TIPO CUÑA.**

CLASE		VASTAGO BALANTE. YUGO EXTERIOR			VASTAGO FIJO		
		25	125	250	25	125	250
MEDIDA	MEDIDA	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
mm.	Pulg.						
102.40	4	..	..	..	..	..	..
127.00	5	..	..	30.40	..	..	..
152.00	6	..	..	18.00	..	..	24.00
177.80	7	..	9.00	15.40	..	..	18.00
203.00	8	..	7.10	..	..	..	..
228.60	9	..	4.90	..	7.10	..	..
254.00	10	..	4.90	..	6.90	..	..
279.40	11	..	3.90	..	4.90	..	..
304.80	12	2.10	2.10	..	3.90	2.90	..
330.20	13	1.40	1.40	..	2.10	2.10	..
355.60	14	..	..	..	1.40	..	..
381.00	15	..	..	..	..	..	..
406.40	16	..	..	..	..	..	..

- Válvulas que pueden ser operadas manualmente.
- Válvulas que deben llevar operador de engranes.

Tabla 5.1. Presiones a las cuales una válvula de compuerta tipo cuña puede ser operada manualmente.

### V. 2 ACTUADORES

Un actuador es el elemento que recibe la señal del controlador y la convierte en movimiento que se transmite al vástago, o a la flecha de la válvula; y con ésto modifica el flujo que pasa a través de la misma, realizandose en forma automática.

#### DIFERENTES FUNCIONES DE LOS ACTUADORES.

- 1.- Transmitir movimiento de cierre o apertura a la válvula, o a una posición intermedia deseada para gobernar el flujo a voluntad.
- 2.- Asentar el elemento de cierre contra el asiento con la suficiente fuerza para el tipo de cierre requerido.

## *Operación y Mantenimiento*

3.- Dar el movimiento exacto al elemento de cierre.

4.- Proporcionar un tiempo adecuado al diseño para llevar a cabo la acción de apertura o cierre.

Existen diferentes tipos de actuadores empleados para válvulas de vástago deslizante y de tipo rotatorio. La diferencia entre estos dos es que para válvulas de desplazamiento rotatorio, requieren de un mecanismo especial el cual convierta el movimiento lineal del vástago a movimiento giratorio.

En la industria se dispone de una gran variedad de actuadores dentro de los que más se destacan, son los siguientes: los del tipo neumático de resorte y diafragma, neumáticos de pistón, eléctricos, y electrohidráulicos.

### **V. 2. 1 ACTUADOR NEUMÁTICO DE RESORTE Y DIAFRAGMA**

Este tipo de actuador es el más comúnmente usado debido a su diseño relativamente sencillo, alta confiabilidad, poco mantenimiento y bajo costo.

Para su funcionamiento requiere de una señal neumática, o aire comprimido en la entrada con un rango de 3 a 15 (lbs/pg<sup>2</sup>), o bien, de 6 a 30 (lbs/pg<sup>2</sup>)

El aire que entra al actuador, actúa sobre el área del diafragma, el cual traduce la señal de aire en una fuerza que empuja al propio diafragma, al vástago de la válvula, y finalmente al tapón si la válvula es de vástago deslizante, se podrá apreciar en la figura 5-1 o bien, si el vástago es de movimiento rotatorio, como ya se mencionó deberá tener un mecanismo especial para el cambio de movimiento, como el mostrado en la figura 5-2.

La principal desventaja de este tipo de actuadores es la limitada capacidad que posee, pues gran parte de la fuerza generada por el diafragma es contrarrestada por el resorte.

## Operación y Mantenimiento

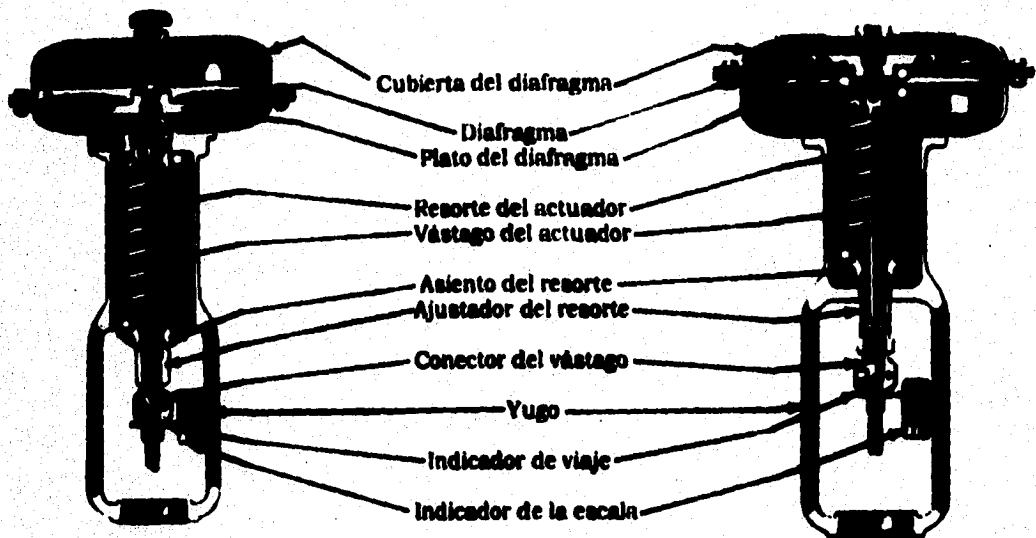


Figura 5-1. Actuador para válvulas de movimiento deslizante.

### V. 2. 2 ACTUADOR NEUMÁTICO TIPO PISTÓN

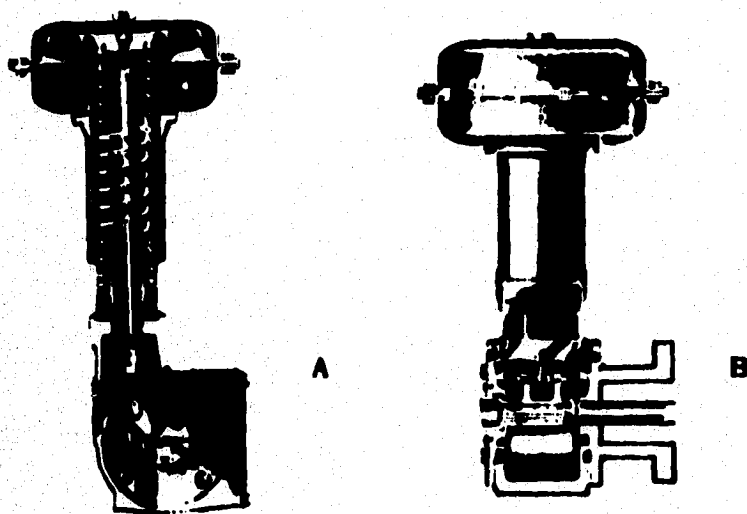
Este tipo de actuadores son generalmente más compactos y proporcionan una mayor fuerza o torque, con respecto a un actuador del tipo resorte y diafragma.

El actuador tipo pistón está compuesto por una cámara de aire, un pistón de simple efecto con resorte de retorno, y un vástago para transmitir el movimiento hacia la válvula. De igual forma existen para válvulas de movimiento deslizante o giratorio, las cuales se muestran en la figura 5-3.

La principal desventaja de este tipo de actuadores es la de requerir altas presiones de suministro de entre 50 a 150 (lba/pg<sup>2</sup>), que no siempre están disponibles en el sistema.

### V. 2. 3 ACTUADOR ELÉCTRICO

## Operación y Mantenimiento



**Figura 5-2. (A) y (B), Muestra un actuador de diafragma y resorte para válvulas convástago rotatorio.**

El actuador de motor eléctrico generalmente está compuesto por un motor, una caja de engranes, y está disponible para una gran variedad de salidas de fuerza o torques según sean requeridas, ofrece una gran ventaja en instalaciones en las que no se cuenta con suministro de aire, pues se requiere de una señal eléctrica de tipo analógico en el orden de 4 a 20 mA ó 10 a 50 mA, para ser activado. Este tipo de actuador es mostrado en la figura 5-4.

Es económico para pequeños diámetros, pero en mayores diámetros resulta lenta su operación, así como también presentan un mayor peso que los actuadores neumáticos, no manejan una alta precisión para controles donde se requiera de muchos cambios de volumen de flujo.

### **V. 2. 4 ACTUADOR ELECTROHIDRAULICO**

## Operación y Mantenimiento

Un actuador electrohidráulico como el que se muestra en la figura 5-5, básicamente tiene la misma construcción que un actuador neumático, excepto que el actuador electrohidráulico utiliza un sistema hidráulico en

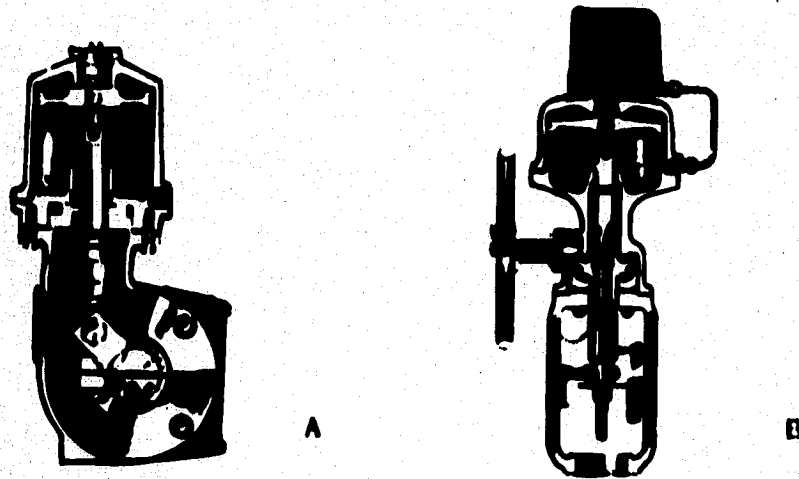


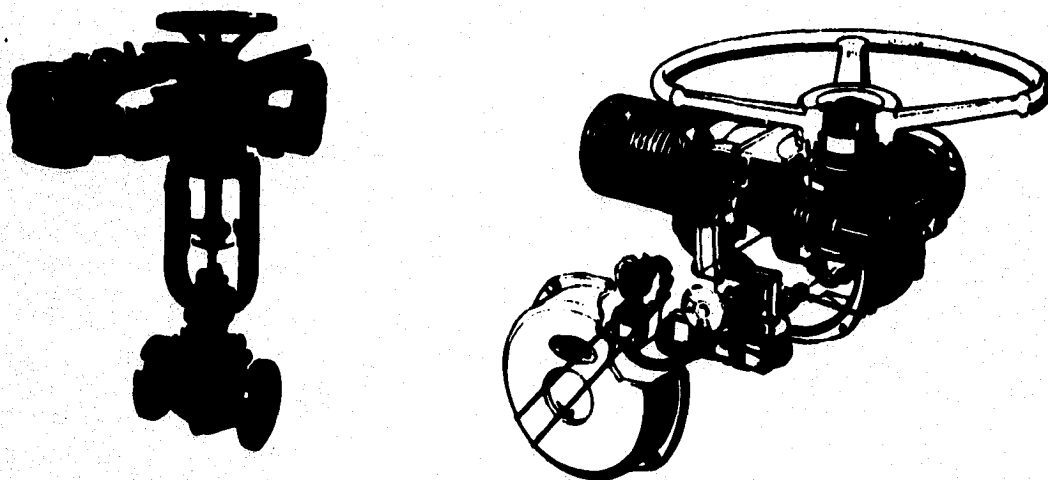
Figura 5-2. (A) Muestra un actuador tipo pistón para válvulas con vástago deslizante. (B) En esta figura se ilustra el mismo tipo de actuador sólo que para válvulas con vástago rotatorio.

lugar de aire comprimido, para suministrarle fuerza al pistón, con capacidades de hasta 10,000 (lbs).

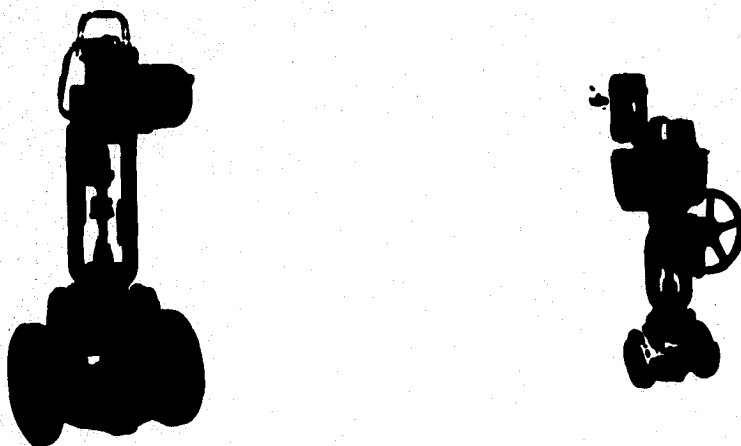
Entre las desventajas de estos actuadores es su alto costo, y la dificultad de su mantenimiento. En la tabla 5-2, se podrá observar las ventajas y desventajas entre los diferentes tipos de actuadores descritos anteriormente.



*Operación y Mantenimiento*



**Figura 5-4. Actuador eléctrico.**



**Figura 5-5. Actuador electrohidráulico montado en la válvula.**

## Operación y Mantenimiento

TIPO DE ACTUADOR	VENTAJAS	LIMITACIONES
<b>Resorte / Diafragma.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Más utilizado.</li> <li>• Bajo costo.</li> <li>• Suministro de aire mínimo.</li> <li>• Seguridad en caso de falla.</li> <li>• Mantenimiento sencillo.</li> <li>• Para altos torques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para altos torques requeridos no logra vencer las fuerzas de desbalance.</li> <li>• Poco flexible a cambios en condiciones de operación.</li> <li>• Requiere de equipo adicional</li> </ul>
<b>Pistón.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forma compacta.</li> <li>• Adaptable para altas temperaturas y cambios en condiciones de operación.</li> <li>• Rapidez de cierre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>para tener seguridad en caso de falla.</li> <li>• Mayor costo.</li> <li>• Requiere de altos suministros de aire.</li> </ul>
<b>Electrohidráulico.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para altos torques.</li> <li>• Rapidez de cierre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto costo.</li> <li>• Construcción compleja.</li> <li>• Gran tamaño y peso.</li> <li>• Requiere de mantenimiento.</li> <li>• Requiere de equipo adicional para tener seguridad en caso de falla.</li> </ul>
<b>Eléctrico.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción compacta.</li> <li>• Suministro eléctrico.</li> <li>• Económicos en tamaños pequeños.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto costo si se requiere de tamaños grandes.</li> <li>• Lentitud de cierre.</li> <li>• Poco flexible a cambios de operación.</li> <li>• No tiene seguridad en casos de falla.</li> </ul>

**TABLA 5-2 Ventajas y desventajas entre los principales actuadores.**

### V. 8 CAIDAS DE PRESION EN VALVULAS

Normalmente las válvulas y conexiones tales como codos, tees, uniones, coples, etc., provocan una caída de presión adicional al sistema, debido a que el flujo, al encontrarse con la válvula o conexión le genera cierta restricción a fluir, incrementándose con ello la pérdida de energía por fricción; la caída de presión será directamente proporcional a una longitud equivalente del mismo diámetro de la tubería por el cual el hidrocarburo es transportado.

Para el cálculo de la longitud equivalente de tubería del mismo diámetro que nos genera la caída de presión, debido a la restricción

## Operación y Mantenimiento

provocada por la válvula o conexiones, será necesario mencionar las siguientes definiciones de flujo:

\* **FLUJO PERMANENTE:** En un punto cualquiera, la velocidad de las sucesivas partículas que ocupan ese punto en los sucesivos instantes es la misma, por lo tanto la velocidad es constante con respecto al tiempo;  
 $\delta V / \delta t = 0$

\* **FLUJO UNIFORME:** Tiene lugar cuando el módulo, la dirección y el sentido de la velocidad, no varían de un punto a otro del fluido;  
 $\delta V / \delta s = 0$ .

\* **FLUJO LAMINAR:** Las partículas fluidas se mueven siguiendo trayectorias paralelas, formando el conjunto de ellas capas o láminas.

\* **VELOCIDAD CRÍTICA:** Es aquella velocidad por debajo de la cual toda turbulencia es amortiguada por la acción de la viscosidad del fluido.

\* **FLUJO TURBULENTO:** Las partículas del fluido se mueven en forma desordenada en todas direcciones, por lo tanto es imposible conocer la trayectoria de una partícula individualmente.

\* **NÚMERO DE REYNOLDS:** Esta dado por el cociente de las fuerzas de inercia por las fuerzas debido a la viscosidad.

$$NRE = \frac{V \cdot r \cdot \rho}{\mu} ; \frac{V \cdot r}{\nu} \quad \text{Ec. 5.1}$$

Donde:

- V, Velocidad en (m/seg)
- r, Radio de la tubería en (m)
- $\rho$ , Densidad del fluido en (kg/m<sup>3</sup>)
- $\mu$ , Viscosidad absoluta en (Kg/m<sup>2</sup>)
- $\nu$ , Viscosidad cinemática en (m<sup>2</sup>/s)
- NRE, Número de Reynolds (ADIM.)

## Operación y Mantenimiento

Si  $NRE < 2300$ , se tiene flujo laminar.

Si  $NRE > 3100$ , se tiene flujo turbulento.

Si  $2300 < NRE < 3100$  se tiene flujo crítico o transitorio.

El factor de fricción  $f$ , está en función de la rugosidad  $\epsilon$ , del tubo o del material a través del cual está pasando el fluido, y del número de Reynolds  $NRE$ ; por lo que para calcular el factor de fricción para los diferentes flujos, se tendrá que determinar el tipo de flujo bajo el cual haremos los cálculos pertinentes, como a continuación se muestra:

a.- Para flujo laminar:

$$f = \frac{64}{NRE} \quad \text{Ec. 5.2}$$

b.- Para flujo crítico:

$$f = 0.5675 NRE^{-0.3192} \quad \text{Ec. 5.3}$$

c.- Para flujo turbulento, empleando la ecuación de Colebrook y White:

$$f = \left( -2 \log \left( \frac{\epsilon}{3.715 \cdot d} \right) \right)^{-2} \quad \text{Ec. 5.4}$$

El coeficiente de la rugosidad relativa  $\epsilon$  en (cm), tomará el siguiente rango de valores:

Tubería vieja :  $\epsilon$  de 0.12 cm a 0.60

Tubería usada :  $\epsilon$  de 0.05 cm a 0.09

Tubería nueva :  $\epsilon$  de 0.01512 cm a 0.03

## Operación y Mantenimiento

Con la ecuación de Darcy-Weisbach, que es la fórmula básica para el cálculo de pérdidas de carga en tuberías lisas y rugosas, podremos conocer el valor en pérdidas de carga en (m):

$$HL = f \cdot \frac{L \cdot v^2}{d \cdot 2g} \quad \text{Ec. 5.5}$$

Donde:

- HL, Pérdida de carga en (m).
- f, Coeficiente de fricción (ADIM).
- L, Longitud de la tubería (m).
- v<sup>2</sup>, Velocidad del fluido en (m/s).
- d, Diámetro de la tubería (m).
- g, Aceleración de la gravedad, 9.81 (m/s<sup>2</sup>).

Si definimos al coeficiente de resistencia K, como:

$$K = f \cdot \left(\frac{L}{d}\right) \quad \text{Ec. 5.6}$$

Donde:

- $\left(\frac{L}{d}\right)$ , Es la longitud equivalente de diámetro de tubo recto, que causará la misma caída de presión que la obstrucción, ya sea válvula, accesorio o ambos.

Por lo que la ec. 5.5, quedará como :

$$HL = K \cdot \frac{v^2}{2g} \quad \text{Ec. 5.7}$$

En la tabla 5-3, se muestran las principales caídas de presión generadas por las válvulas y accesorios.

El cálculo de la longitud equivalente de tubería que representa la misma caída de presión que generan las válvulas y accesorios, se realiza con la Ecuación 5.8:

<b>DIAMETRO (Pulg.)</b>	<b>1/2</b>	<b>3/4</b>	<b>1</b>	<b>1 1/4</b>	<b>1 1/2</b>	<b>2</b>	<b>2 1/2</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>16</b>
<b>VALVULAS</b>															
Compuerta	0.50	0.70	0.85	1.10	1.20	1.50	1.70	2.30	2.70	3.40	4.80	5.90	7.80	8.90	10.10
Globo disco de composición.	11.30	16.10	22.20	31.90	38.40	54.00	65.00	119.00	198.00	194.00	272.00	387.00	443.00	483.00	578.00
Globo disco tapón	14.40	20.80	28.90	40.20	48.00	66.00	83.10	152.00	.	.	.	.	.	.	.
Angulo	4.30	6.10	8.40	11.90	14.90	19.80	24.00	45.00	59.40	73.00	103.00	128.00	168.00	183.00	219.00
Check tipo chepaleta, y tipo Y	2.40	3.40	4.70	6.70	8.10	11.10	13.80	25.20	33.20	41.10	57.50	71.30	93.90	102.00	123.00
Check tipo globo	16.40	23.50	32.50	46.00	56.00	76.30	94.80	173.00	228.00	283.00	396.00	482.00	647.00	706.00	843.00
Válvula de pie	24.70	35.30	48.70	68.90	83.90	114.00	142.00	280.00	340.00	425.00	594.00	738.00	970.00	1080	1270
<b>CONEXIONES</b>															
Codo de 90	3.80	4.40	5.20	6.80	7.80	9.90	9.10	13.80	17.90	21.50	29.70	36.80	48.50	53.00	63.30
Codo de 90, radio largo	0.88	0.94	1.30	1.80	2.20	3.10	3.80	6.90	9.10	11.30	15.90	19.70	25.90	28.20	33.70
Codo 45, estandar	0.90	0.85	1.20	1.70	2.00	2.80	3.40	6.20	8.20	10.20	14.20	17.70	23.30	25.40	30.40
Tee en línea de flujo	0.88	0.94	1.30	1.80	2.20	3.10	3.80	6.90	9.10	11.30	15.90	19.70	25.90	28.20	33.70
Bifurcación a la línea de flujo	2.50	3.80	5.00	7.10	8.80	11.70	14.80	28.00	35.10	43.90	60.90	75.50	99.50	108.00	130.00
De línea de flujo a la bifurcación	1.80	2.90	3.90	5.00	6.00	8.20	10.20	18.70	24.00	30.00	42.70	52.80	68.70	76.10	91.00
Uniones y coples	0.21	0.24	0.31	0.38	0.42	0.50	0.55	0.88	.	.	.	.	.	.	.

Tabla 5-3. Longitud equivalente de algunas válvulas y conexiones. (R).

## Operación y Mantenimiento

$$LEQ = LTB + LCX$$

Ec. 5.8

Donde:

LEQ , Longitud equivalente total, (ft)

LTB , Longitud equivalente de tubería, (ft)

LCX , Longitud equivalente de conexiones; (ft)

### EJEMPLO:

Se tiene una tubería con una longitud de 100 (ft), y un diámetro de 4 pg., en ella se encuentra instalada una válvula de globo de disco de composición, una válvula check, y una válvula en "Y", calcular la longitud equivalente de tubería que nos genera esa caída de presión:

Solución:

Con la ecuación 5.8, podremos calcular la longitud equivalente:

$$LEQ = L TUB + L GLOBO + L CHECK + L Y$$

Y de la tabla 5-3 tenemos que:

$$LEQ = 100 + 119 + 25.2 + 45$$

$$LEQ = 289.2 \text{ (ft).}$$

Si tenemos una longitud equivalente resultante de 289.2 (ft), nos indica que en esta longitud tendremos la misma caída de presión, que lo por la suma de la tubería con 100 (ft) y 4 (pg) de diámetro y las válvulas

## V.4 COEFICIENTE DE FLUJO

El coeficiente de flujo Cv, es un indicador de la capacidad de flujo que puede manejar una válvula, y es obtenido experimentalmente de acuerdo a la norma ANSI/ISA, S75.02, 1981.

Para la aplicación de la ecuación 5.9, se suponen las siguientes condiciones:

1.-) El fluido es incompresible.

## Operación y Mantenimiento

- 2.-) El fluido se encuentra en estado estable.
- 3.-) El flujo es unidimensional, es decir no existe cambios por elevación.
- 4.-) El flujo puede ser tratado como turbulento.
- 5.-) No ocurre cambio de fase.

Por lo que el coeficiente de flujo de la válvula será:

$$C_v = Q \sqrt{G / P_1 - P_2} \quad \text{Ec. 5.9}$$

Donde:

- $C_v$ , Coeficiente de flujo (GPM/lb/pg<sup>2</sup>).
- $Q$ , Flujo volumétrico (GPM).
- $G$ , Gravedad específica del fluido.
- $P_1$ , Presión en la entrada de la válvula (lb/pg<sup>2</sup>).
- $P_2$ , Presión en la salida de la válvula (lb/pg<sup>2</sup>).
- $P_1 - P_2 = \Delta P$ , Representa la caída de presión a través de la válvula

El coeficiente de flujo de la válvula  $C_v$ , está definido como el número de galones de agua por minuto que pasan a través de la válvula, produciendo una caída de presión de 1 lb/pg<sup>2</sup>.

Por lo que si queremos calcular la caída de presión generada por la válvula, a partir de la ecuación 5.9, tendremos:

Para líquidos:

$$\Delta P = Q (G / C_v)^2 \quad \text{Ec. 5.10}$$

Para gas:

$$\Delta P = 5.41 \times 10^{-7} [Q/C_v]^2 [G \cdot T / P] \quad \text{Ec. 5.11}$$

Donde:

$T$ , Temperatura absoluta (°F + 460).



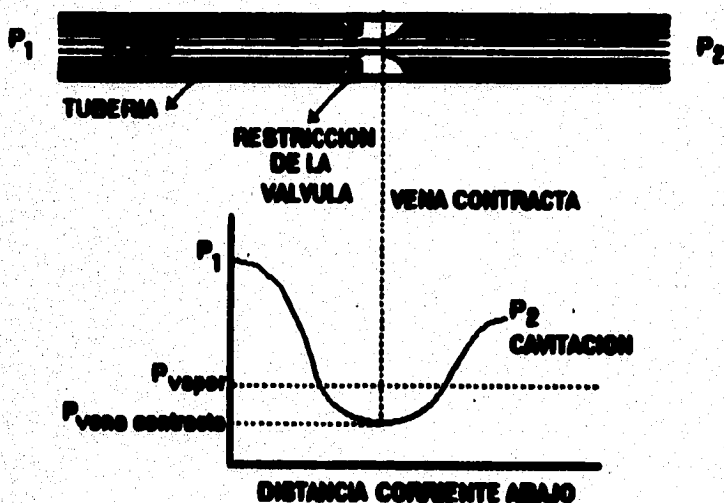
## **V. 5 CAVITACION**

Es un fenómeno que se presenta en las válvulas, cuando el flujo se encuentra en fase líquida. La cavitación se presenta en un cambio de fase líquida a vapor, y es debido a una disminución de la presión, al presentarse un aumento de la velocidad.

Al pasar el fluido por la restricción de la válvula, la velocidad del mismo empieza a aumentar y la presión a disminuir hasta llegar a la vena contracta, en donde se tiene la velocidad máxima y la presión mínima. Si la presión disminuye por debajo de la presión de vapor del fluido, se empezarán a formar burbujas de vapor y por lo tanto en ese punto existirá la presencia de dos fases. Ver figura 5-6.

Después de la vena contracta, la velocidad y la presión tienden a recuperar sus valores iniciales, puesto que se tiene una caída de presión causada por la restricción de la válvula, la presión de salida no logra alcanzar su valor inicial, siendo la presión de salida menor a la presión de entrada a la válvula. Si la presión de salida es mayor que la presión de vapor del fluido, se tendrá fase líquida, así como el arrastre de las burbujas de vapor ; presentándose de esta forma la cavitación.

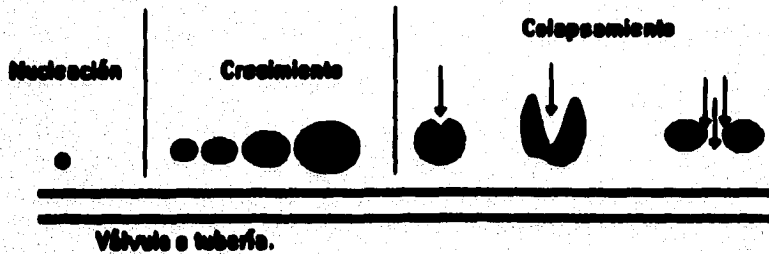
## Operación y Mantenimiento



**FIGURA 5-6.** Presencia de cavitación debido a la restricción provocada por la válvula de estrangulación.

De otro modo, la cavitación se presenta cuando se transporta un fluido en fase líquida en la entrada de la válvula, dos fases en algún punto de ella y líquido en la salida de la válvula. En la figura 5-7, se muestran las etapas de la cavitación.

## Operación y Mantenimiento



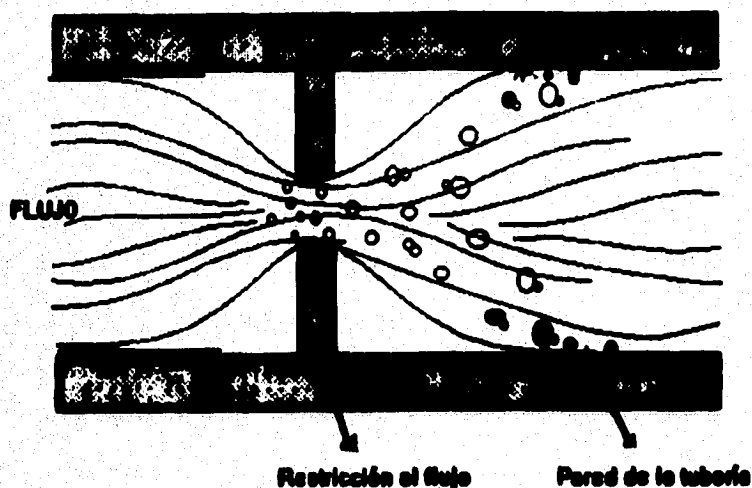
**FIGURA 5-7.** Etapas de desarrollo de la cavitación, dentro de una pared de una válvula o tubería.

La cavitación puede producir daños estructurales a la válvula, o a la tubería, cuando las burbujas de vapor chocan o se colapsan contra las partes internas de la misma. En la figura 5-8, está representado como la cavitación empieza a destruir la pared de la válvula.

El daño total ocasionado por cavitación a la válvula, dependerá de la intensidad, de los materiales de construcción de la válvula y del tiempo de exposición.

La cavitación produce un daño rápido e intenso, por lo cual deberá ser un factor importante para la adecuada selección de la válvula en manejo de líquidos. Tal como lo muestra la figura 5-9.

## Operación y Mantenimiento



**FIGURA 5-8. Afectación de la cavitación sobre las paredes del tubo.**

Por lo general, si el sistema es afectado por la cavitación, el proceso de reparo de daños presenta un mayor costo que la utilización de equipos diseñados para su control.

Existen dos formas de control de la cavitación:

1.-  **AISLAMIENTO:** Este equipo no elimina la cavitación, solo la controla tratando de localizar las áreas donde se recupera la presión, ya sea en el centro de la válvula o en otra zona de la misma, de tal manera, que el líquido que esté cavitando se encuentre separado de las partes críticas de la válvula.

2.-  **ELIMINACION:** Aquí se trata de eliminar o disminuir la cavitación lo más posible dentro de la válvula. La forma más común de eliminar la cavitación, es que la caída de presión necesaria del sistema sea realizado por etapas, y no de un solo golpe.

## Operación y Mantenimiento

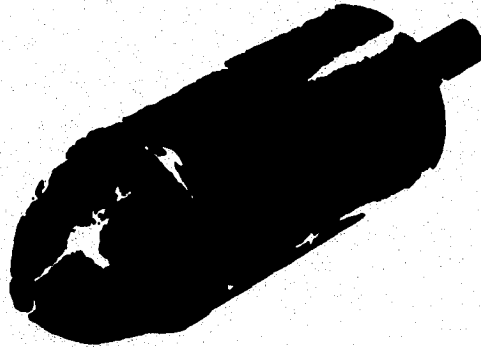


Figura 5-9. Daño provocado por la cavitación.

### CALCULO DE LA CAVITACION:

Existe un procedimiento para determinar si tenemos problema de daño a la válvula debido a la cavitación, siguiendo los subsecuentes pasos:

1.- Verificar si  $\Delta P_{max} < \Delta P$ , se procederá a comprobar la existencia de cavitación:

$$Ar = \frac{\Delta P}{P1 - Pv} \quad \text{Ec. 5.12}$$

Donde:

$$\Delta P = P1 - P2.$$

$\Delta P$ , Caída de presión en la válvula.

$P1$ , Presión en la entrada ( PSIG ).

$P2$ , Presión en la salida ( PSIG ).

$Pv$ , Presión de vapor del fluido ( PSIG )

$Ar$ , Factor de relación por aplicación ( ADIM. )

## Operación y Mantenimiento

Si  $Ar < 1$ ; entonces existe daño por cavitación

2.- Para calcular la caída de presión debido a la presencia de cavitación, se podrá calcular mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta P_{cav.} = K_c (P_1 - R_c \cdot P_v) \quad \text{Ec. 5.13}$$

Donde:

- $\Delta P_{cav.}$  , Caída de presión debido a la cavitación ( PSIG )
- $K_c$  , Coeficiente de cavitación.
- $R_c$  , Factor de relación de presión crítica.

Cabe señalar que el valor del coeficiente de cavitación  $K_c$ , es determinado experimentalmente, dependiendo del tipo de válvula y tipo de interiores, y nos sirve para predecir el comienzo de la cavitación que ocasiona problemas de desgaste y vibración de la válvula, para ello en la tabla 5-4, se muestran algunos valores de  $K_c$ .

<b>COEFICIENTE DE CAVITACION <math>K_c</math></b>				
<b>TIPO DE VALVULA</b>	<b>INTERIORES</b>	<b>TAMAÑO</b>	<b>LIMITE DE CAIDA DE PRESION</b>	<b><math>K_c</math></b>
<b>MARIPOSA</b>	Todos	Todos	Límite de la válvula	0.90
<b>BOLA</b>	Estándar	1" a 2"	150 psi	1.00
		3" a 4"	100 psi	1.00
		5" a 6"	50 psi	0.92
<b>GLOBO EN CAJA</b>	Metal duro	1" a 2"	300 psi	1.00
		3" a 4"	200 psi	1.00
		5" a 6"	100 psi	1.00
<b>GLOBO DE UN PUERTO</b>	caja de 1 etapa	1" a 2"	600 y 1440 psi	0.97 y 0.98
		3" a 6"	500 y 1440 psi	0.95 y 0.96
	caja de 2 etapas	1" a 2"	2160 psi	1.00
		3" a 6"	1800 y 2800 psi	1.00
<b>GLOBO TAPON</b>	Todos	Todos	100, 3000 y 4000 psi	1.00

**TABLA 5-4. Valores de  $K_c$ , para diferentes tipos de válvulas.**

## Operación y Mantenimiento

Para calcular el valor del factor de relación de presión crítica  $R_c$ , podrá ser con las figuras 5-10a y 5-10B, con las que podremos relacionarlo tanto para agua y otros líquidos.

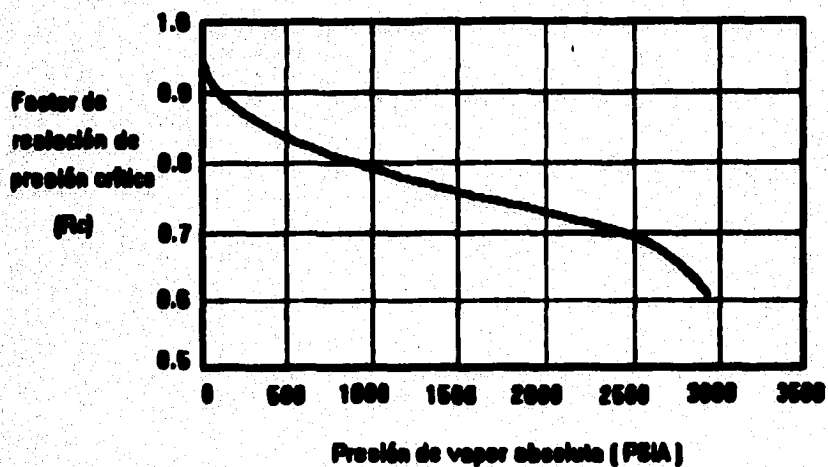


FIGURA 5-10 A. Obtención del factor de relación de presión crítica ( $R_c$ ), para el agua.

## Operación y Mantenimiento

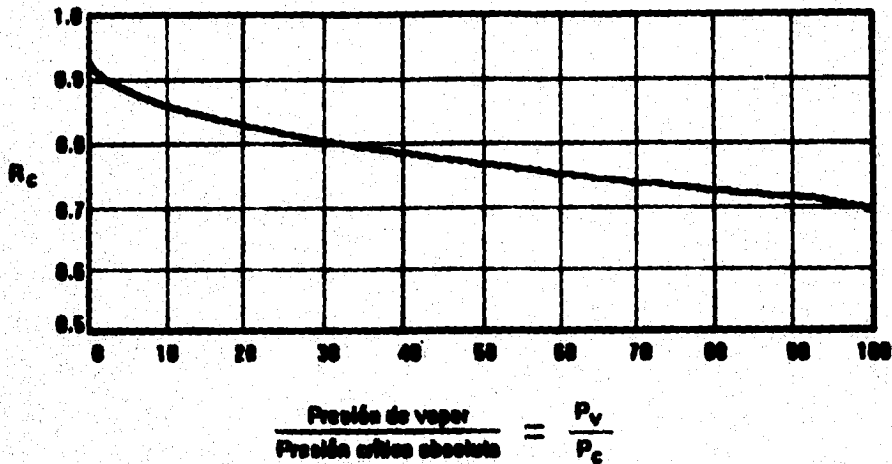


FIGURA 5-10 B. Obtención del factor de relación de presión crítica del fluido ( $R_c$ ), para otros líquidos.

Una vez calculada la caída de presión por cavitación, se compara con la caída de presión del proceso, y si es menor a la del proceso, habrá problemas por cavitación.

$\Delta P_{cav} < \Delta P$ ; Problemas por cavitación.

### V. 6 MANTENIMIENTO

El mantenimiento de las válvulas cuando se encuentran instaladas sobre la tubería, está limitado a apretar los tornillos de la unión entre el bonete y el cuerpo y los del estopero, así como aplicarle pintura anticorrosiva a la superficie exterior de la válvula; aunque en casos de emergencia se pueden instalar nuevos anillos en la empaquetadura.

El mantenimiento extenso de las válvulas que se encuentran instaladas en líneas fuera de servicio es poco usual, pues casi se limitan a la aplicación de pintura anticorrosiva, y a engrasar las partes móviles externas de la válvula como el vástago, tornillos, y perno del volante.



## ***Operación y Mantenimiento***

**El grado de reparaciones con válvulas instaladas esta limitado por su diseño. Es mucho más conveniente desmontar una válvula con bridas e instalar una de repuesto, que intentar repararla cuando esta instalada sobre la tubería, aunque el diseño de la válvula permita hacer ciertas reparaciones sin desmontarla. A veces, para válvulas de gran diámetro y tamaño, puede resultar más sencillo darles servicio cuando están instaladas, que desmontarlas y transportarlas al taller.**

**Las válvulas que presentan ventaja por su diseño, sin que éstas sean desconectadas de la tubería para corregir problemas en la superficie de asentamiento, así como para instalar nuevos discos o sellos de asientos, son las del tipo compuerta, globo, bola, retención y macho.**

**Para reacondicionar válvulas que contienen sellos de TPE, se instalan sellos nuevos, así como la reposición de machos o bolas nuevos, si es que ya se encuentran en cierta etapa de desgaste y corrosión. También se deberá inspeccionar el cuerpo de la válvula, pues si éste se encuentra corroído, no servirá de nada haber cambiado los sellos y los anillos.**

### **VENTAJAS DE LA REPARACION EN EL TALLER**

**El desmontaje de las válvulas y trasladarlas al taller de mantenimiento para su reparación, presenta ciertas ventajas. Muchas veces la pérdida de tiempo, en un reacondicionamiento, será menor si se cuenta con la válvula adecuada para su sustitución, y el envío de la válvula programada al taller.**

**La calidad de la reparación y de la inspección de la válvula, será más precisa porque se tendrá acceso a todas sus partes mecánicas. Los asientos y discos, podrán ser rectificadas, los vástagos si están gastados o presentan rayaduras podrán ser cambiados por otros nuevos.**

**Los discos metálicos pueden ser recuperados revistiendolos con una hoja de acero sobrepuesta. Así mismo se podrá cambiar la tuerca del vástago si presenta desgaste, e instalar juntas y empaquetaduras nuevas, también se podrían instalar anillos de asiento, tuercas y tornillos nuevos; solo que para una reparación de esta magnitud resultaría muy caro.**

## **Operación y Mantenimiento**

La reparación de las válvulas de acero inoxidable, es muy similar a las de acero al carbón o de baja aleación, algo que se debe evitar es soldar el acero inoxidable, porque el metal quedará susceptible del ataque de productos corrosivos. Si es indispensable soldar, las piezas soldadas deberán ser recocidas y templadas por inmersión, para mantener la resistencia a la corrosión.

Las válvulas de bola generalmente requieren de muy poca rectificación en sus partes. Las válvulas macho lubricadas pueden ser reparadas con relleno de soldadura, y rectificación del macho o del cuerpo, sin embargo, no es fácil encontrar el equipo de precisión para rectificar estas piezas, y por lo general, la reparación resulta no ser económica, sobre todo en válvulas pequeñas.

En las válvulas macho no lubricadas se requiere reemplazar la camisa de TPE, la empaquetadura, juntas y quizá el macho. Para reparar las válvulas de mariposa se reemplazan el vástago, el disco, si se encuentran gastados, así como los sellos anulares o empaquetaduras.

También la válvula en el taller de mantenimiento, podrá ser sometida a diferentes pruebas, dependiendo de la función que ésta desempeñe. Se pueden someter a pruebas de sello del asiento, calibración de disparo, estrangulamiento parcial, pruebas hidrostáticas entre otras, y que difícilmente estas pruebas se podrían llevar a cabo estando instalada sobre la línea de conducción.

El mantenimiento al cuerpo de la válvula cuando se encuentra desgastado, será importante reforzarlo, aunque en muchos casos no es necesario, pues al ser alcanzado el cuerpo de la válvula por desgaste o corrosión, casi siempre significa que los demás componentes mecánicos presentan la misma condición, o una peor, y por lo tanto, el costo de mantenimiento se elevaría resultando más económico comprar una válvula nueva.

En caso de que la válvula cuente con anillo roscado, se tendrá que desmontar con llave especial, o con un torno, debido a que los anillos roscados frecuentemente se atascan como consecuencia de las altas temperaturas de trabajo, a la corrosión, y a la misma fuerza de apriete que se empleo al ser montado; y si este es el caso también se deberá rectificar la rosca y la pared donde se hace el sello el anillo.

## **Operación y Mantenimiento**

Si el anillo es soldado, se deberá emplear una herramienta de corte en el sitio donde fue soldado, y una vez logrado, se procederá a reemplazar con un anillo estándar y soldar. La ventaja de trabajar con anillos soldados, recae en que si existen variaciones de temperatura no hay peligro de que por ésta, los anillos lleguen a fallar.

Generalmente el criterio de mantenimiento de una válvula, oscila en el hecho de que tanto va a ser rentable reinvertir en ella, y si operativamente es conveniente para que de esta manera, se recupere su doble inversión.

Reparaciones menores y mayores de válvulas, programas de mantenimiento, así como la rectificación de sus partes, requiere tanto del personal como del equipo especializado; en muchas plantas no justifican estas operaciones y es preferible encargar el trabajo a un taller especializado, o al mismo fabricante, para que en sus instalaciones se lleven a cabo dichos programas. Generalmente, si el cuerpo de una válvula se encuentra en condiciones de no ser aprovechable, éste se desecha pues el costo de reparación se elevaría considerablemente.

La reparación de una válvula se considera económica, si se puede reacondicionar a un costo no mayor al 65 % del precio de reposición; los costos de reacondicionamiento de una válvula por lo general, se mantienen en promedio del 50% del costo de reposición

### **V. 6. 1 ESTOPEROS**

El sellamiento del vástago de la válvula requiere de un estopero y empaquetadura de acuerdo con la construcción de la válvula. se utilizan dos tipos de estopero, uno convencional y otro de sellos anulares ("O" Rings).

Las válvulas en las que el vástago sube y baja, aunque no gire, necesita un estopero. Pueden ser sencillos o dobles con anillo de cierre hidráulico. Los estoperos sencillos se emplean para válvulas con capacidad de hasta 150 psi de presión, y en las de menos de 2 pg. de diámetro. Los estoperos dobles pueden tener la sonda del anillo machuelada y con tapones a una conexión para que salga el líquido.

## **Operación y Mantenimiento**

**El estopero no es tan profundo como en las válvulas de compuerta o globo. Son adecuadas para muchos servicios porque el sellamiento es mucho más fácil cuando sólo hay movimiento rotatorio.**

**Los estoperos convencionales se pueden usar para toda la gama de temperaturas de operación, y se logra un buen sellamiento aunque el estopero debe estar bien apretado para altas presiones. Las rayaduras del vástago no siempre permiten fugas, pero se deben tomar todas las medidas necesarias para evitarlas.**

**Los estoperos convencionales pueden recibir una serie de materiales de empaquetaduras que más adelante se describen.**

### **SELLAMIENTOS CON SELLOS ANULARES**

**Los sellos anulares ("O" Rings), de elastómero, producen un buen sellamiento pero no son adecuados cuando hay movimiento deslizante a lo largo del estopero. El TFE, no es satisfactorio como sello dinámico, los sellos anulares rara vez se utilizan para altas presiones y temperaturas debido a la limitante de su material.**

**Las válvulas con sello de fuelle tienen un fuelle metálico que produce una barrera, entre el disco y la unión entre el cuerpo y el bonete, el fuelle es más eficaz que el sello convencional u otro tipo similar de empaquetadura, el fuelle es el punto débil del sistema y su duración puede ser muy variable. Las presiones máximas están limitadas por la construcción del fuelle y por el tamaño de la válvula y suelen ser de hasta 500 psig.**

### **V. 6. 2 EMPAQUES**

**Generalmente las válvulas emplean una caja de empaques, y el empaque es conservado y ajustado dentro de ésta por un tornillo opresor. Existe una gran diversidad de materiales para empaques, y la selección de éstos dependerá de las condiciones de operación a las que serán sometidos. A continuación se presenta una breve descripción del servicio al cual se pueden someter algunos materiales de los empaques mostrados en la**

## *Operación y Mantenimiento*

figura 5-11.

### • **TFE V-ANILLO**

- Material plástico con capacidad inherente a minimizar la fricción.
- Los anillos están moldeados en forma de V, y reciben una carga por medio de un resorte que los vuelve autoajustables en la caja de empaques, por lo que la lubricación de la empaquetadura no es necesaria.
- Es resistente a todos los elementos químicos excepto para metales alcalinos fundidos.
- Requiere de superficies extremadamente lisas para proporcionar un buen sello al vástago. Si gotea el vástago o la empaquetadura, es por que la superficie del sello se ha dañado.
- Los rangos de temperatura recomendados son: -40 a 450 °F (-40 a 232 °C)
- Si se emplea en productos radioactivos, fácilmente destruirá el TFE.

### • **TFE IMPREGNADO DE ASBESTO**

- Compuesto de fibras de asbesto trenzado, e impregnado de TFE para minimizar la fricción.
- La capacidad del TFE, es la de minimizar la fricción, pero si está muy estrecho al vástago, éste le puede provocar fugas si presenta cualquier imperfección.
- Se recomienda para rangos de temperatura de -100 a 450 °F (-73° a 232°C).
- Se recomienda lubricar la empaquetadura.

### • **ASBESTOS DE GRAFITO**

## **Operación y Mantenimiento**

- Forma un empaque de anillo, compuesto de fibra de asbesto, fibra de plomo, laminas de grafito, partículas de metal, y una pequeña cantidad de neopreno para consolidarlo.

- Se usa en destilados de petróleo, vapor, aceite, y servicios de aire para temperaturas de 450 °F (232°C).

- Si existen fugas, éste se puede ajustar para evitarlas, sólo que genera mayor fricción que los empaques de TFE.

- Se recomienda la lubricación para reducir la fricción y mejorar el sello.

### • **LAMINADO Y FILAMENTOS DE GRAFITO**

- Se recomienda para servicios de energía nuclear con altas temperaturas.

- Proporciona un sello libre de goteo con gran conductividad térmica, y una vida larga de servicio, pero produce una gran

fricción al vástago e histéresis, como resultado.

- Es impenetrable para fluidos difíciles de manejar y de gran radiación

- Recomendables para temperaturas criogénicas de 1200°F (649°C).

- La lubricación no es requerida, pero una extensión del bonets, o un yugo de acero, pueden ser empleados si las temperaturas exceden los 800°F (427°C).

### • **SEMIMETÁLICOS**

- Estos anillos de empaque tienen un núcleo de asbesto, cubierto de fragmentos o laminillas de aluminio trenzado.

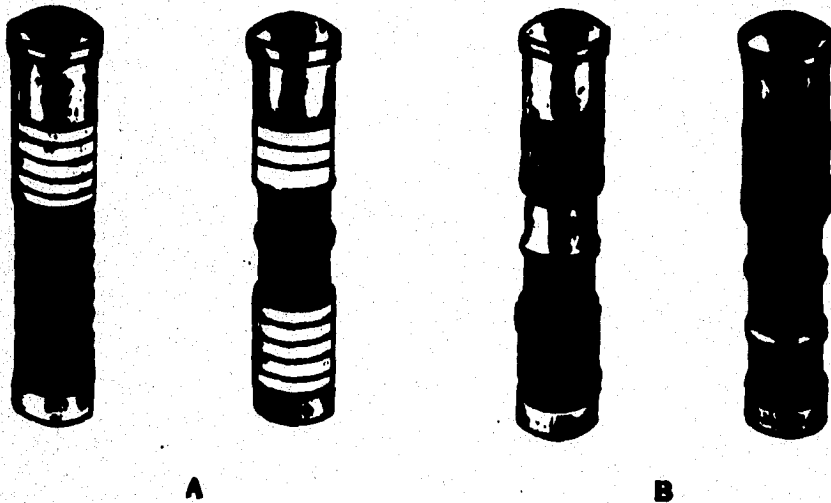
- Se recomienda su uso para altas presiones y temperaturas, y en aplicaciones donde el vástago presenta imperfecciones, el vástago puede ser de cromado para reducir el desgaste.

- Recomendable para temperaturas de 900°F (482°C).

## **Operación y Mantenimiento**

\* Se recomienda que la empaquetadura sea lubricada, así como la instalación de un yugo de acero si va a ser sometida la caja de empaques a temperaturas del orden de 800°F (427°C).

Existen códigos de mantenimiento correctivo para programas regulares, usualmente estos programas incluyen la inspección de daño de la mayoría de los componentes y el reemplazo de todas las empaquetaduras, anillos de sello y otras parte de elastómero.



**Figura 5-11. (A) TPE-Anillo, (B) Filamentos de grafito.**

**Operación y Mantenimiento**



**TPE-anillo**



**TPE- impregnado  
de asbesto**



**Semimetálico**



**Asbestos gráfidos**

**Figura 5-11. Empacadores.**



## **Operación y Mantenimiento**

### **V. 6. 3 REEMPLAZO DEL EMPAQUE DEL VÁSTAGO**

**El sello del emparador, que suministra la presión alrededor del vástago de una válvula con cuerpo de globo o ángulo, deberá ser cambiado si presenta fugas en el vástago, o si la válvula fué desmantelada para inspección o mantenimiento.**

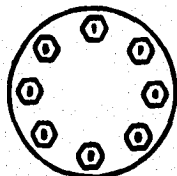
**Antes de empezar a girar la tuerca del empaque, se deberá estar seguros de que no existe presión en el cuerpo de la válvula. Si el empaque es del tipo de anillo partido, para lograr desmontarlo deberá ser movido el actuador si la válvula cuenta con uno, y se podrán desmontar los anillos de la caja de empaques con la ayuda de una herramienta estrecha, aunque ésto no es muy recomendable debido a que tanto la caja de empaques y el vástago pueden resultar rayados, y provocar fugas cuando sea instalado el nuevo empaque.**

**Un método adecuado es el siguiente:**

- 1.- Si la válvula cuenta con actuador, desmontarlo del cuerpo de la de la misma.**
- 2.- Separar el vástago de la válvula y la conexión del vástago con el actuador.**
- 3.- Quitar el bonete y jalar hacia afuera el vástago y el tapón de la válvula.**
- 4.- Insertar una varilla, (preferentemente delgada y más larga que el vástago), hasta el fondo de la caja de empaques y empujar el empaque viejo hacia afuera de la parte superior del bonete.**
- 5.- Limpiar la caja de empaques, inspeccionar que el vástago este libre de imperfecciones o rayaduras que pudieran dañar el nuevo empaque.**
- 6.- Revisar el anillo del asiento de la válvula, el tapón o elemento de cierre, y que el estado físico sea el adecuado.**
- 7.-Reensamblar el cuerpo de la válvula y el bonete colocarlo en su sitio.**

## **Operación y Mantenimiento**

**8.- Cerrar el cuerpo y el bonete, apretar los tornillos con las secuencias mostradas en la figura 5-12.**



**Figura 5-12. Secuencia de apriete de espárragos o tornillos.**

**9.- Deslizar las partes del nuevo empaque sobre el vástago, teniendo cuidado que la cuerda del mismo no lo dañe.**

**10.- Instalar la prensa estopa, la pestaña y la tuerca de la empaquetadura.**

**11.- Colocar el actuador sobre el cuerpo de la válvula, la posición y cierre del conector del vástago que proporcione el viaje deseado del tapón de la válvula.**

### **V. 6. 4 REEMPLAZO DE ANILLOS ROSCADOS**

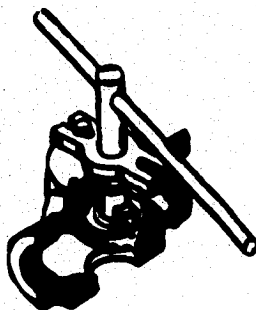
Las válvulas que emplean movimiento de vástago deslizante, como podrían ser del tipo compuerta, globo, ángulo, etc., emplean anillos roscados de asiento.

Algunas condiciones de servicio pueden causar daño a la superficie de asentamiento del anillo, y hará que el elemento de cierre no selle satisfactoriamente, como consecuencia de ello, será necesario el reemplazo del anillo del asiento.

Antes de que se intente mover el anillo del asiento, se deberá verificar éste presenta puntos de soldadura, de ser así, los puntos deberán ser cortados e inyectarles aceite a las cuerdas del anillo para que afloje del

## **Operación y Mantenimiento**

asiento. Posteriormente se coloca una herramienta llamada barra de orejas, que sea del mismo diámetro que del anillo, tal como se muestra en la figura 5-13, para la extracción de los anillos



**Figura 5-13. Extractor de anillos de asiento**

### **V. 6. 5 LUBRICACION DE LA EMPAQUETADURA DEL VASTAGO**

La lubricación es recomendada para los empaques más comunes, ya sean semimetálicos, para asbestos de gráfito y para TPE impregnados de asbesto, mencionados anteriormente. El lubricante preferente es una grasa-silicón, que proporciona un mejoramiento del vástago de la válvula y reduce la fricción para temperaturas arriba de 500°F (260°C), a temperaturas mayores éste lubricante puede oxidarse, y causar problemas para un sello hermético del empaque.

## ***Operación y Mantenimiento***

Para temperaturas de servicio dentro de los límites del lubricante, el rendimiento de los diferentes empaques, puede ser mejorado con una pequeña cantidad de grasa lubricante, inyectada periódicamente a la caja de empaques. Esta acción es llevada a cabo, tal y como lo muestra la figura 5-14, que es un ensamble lubricador. El tornillo lubricador, gira para que la grasa sea forzada a entrar a la caja de la empaquetadura de la válvula.

El lubricador cuenta con una válvula aisladora, de alta presión la cual, siempre permanecerá cerrada excepto cuando se va a lubricar el empaquetador. Los empaquetadores generalmente son lubricados con lubricantes derivados del petróleo y bajo un programa frecuente de lubricación

### **V. 6. 6 SELECCION DE ELASTOMEROS**

Un elastómero se define como una sustancia natural o sintética, que se caracteriza por su gran elasticidad y ductibilidad, están compuestos por altos polímeros formados en cadena lineal, los cuales presenta una flexibilidad intrínseca muy elevada, y una inexistencia de grandes fuerzas intercelulares.

La apropiada selección del elastómero, para ser aplicado en válvulas, requiere de conocer como en casi todos los criterios de selección, las condiciones de servicio, tanto de temperatura, presión, gasto de flujo, tipo de válvula, acción (bloqueo, inicio, paro o estrangulamiento, etc.), y la composición química del fluido, ya

que todas estas condiciones juegan un papel fundamental en la adecuada selección de propiedades y características que el elastómero debe reunir.

En la tabla 5-5, se muestran los principales elastómeros empleados en la industria de las válvulas.

### **V. 6. 7 FUGAS**

## ***Operación y Mantenimiento***

**Si una válvula presenta fuga al ser represionada, será necesario tan pronto como sea posible corregir la fuga, la falta de corrección de éste goteo, podría dañar o inhabilitar las partes operantes de la válvula, sobre todo en válvulas como las de seguridad-alivio y control, pues éstas presentan una mayor complejidad en su parte operante, que las válvulas convencionales, ocasionando un incremento considerable de mantenimiento.**

PROPIEDAD	GOMA NATURAL	BUNA-S	NITRIL	REC-FRINO	SILICON	VITON	POLI-URETANO	POLI-ACRILICO	ETILENO-PROPILENO
Resistencia a la tracción (N/mm <sup>2</sup> ) - Para goma - Reforzada	3000 4000	400 3000	600 4000	3000 3000	200 a 400 1100	---	---	100 1000	---
Resistencia al golpe	Excelente	Regular	Regular	Buena	Regular	Buena	Excelente	Regular	Baja
Resistencia a la abrasión	Excelente	Buena	Buena	Excelente	Baja	Muy buena	Excelente	Buena	Buena
Desgaste - Rayos del sol - Oxidación	Baja Buena	Baja Regular	Baja Regular	Excelente Buena	Buena Muy buena	Excelente Excelente	Excelente Excelente	Excelente Excelente	Excelente Buena
Cóler (máx. Temp.)	90°C	90°C	121°C	90°C	200°C	200°C	90°C	177°C	177°C
Resist. a la descomposición por calor	Excelente	Buena	Buena	Excelente	Regular	---	Excelente	Buena	---
Resistencia a la compresión	Buena	Buena	Muy buena	Excelente	Buena	Baja	Buena	Buena	Regular
Resist. a los solventes - Hidrocarburos aromáticos - Solventes orgánicos - Solventes halógenos	Muy baja Buena Muy baja	Muy baja Buena Muy baja	Regular Baja Muy baja	Baja Regular Muy baja	Muy baja Baja Muy baja	Muy buena Buena ---	Regular Baja ---	Baja Baja Baja	Regular --- Baja
Resistencia al aceite - Aceite mineral bajo en azufre - Aceite mineral alto en azufre - Lubricantes sintéticos - Fosfatos orgánicos	Muy baja Muy baja Muy baja Muy baja	Muy baja Muy baja Muy baja Muy baja	Excelente Excelente Regular Muy baja	Regular Buena Muy baja Muy baja	Baja Buena Regular Baja	Excelente Excelente --- Baja	--- --- --- Baja	Excelente Excelente Regular Baja	Baja Baja Baja Muy buena
Resistencia a la gasolina - Aromática - No aromática	Muy baja Muy baja	Muy baja Muy baja	Buena Excelente	Baja Buena	Baja Buena	Buena Muy buena	Regular Buena	Regular Baja	Regular Baja
Resistencia al ácido - Diluido al 10 % - Concentrado	Buena Regular	Buena Baja	Buena Baja	Regular Buena	Regular Baja	Excelente Muy buena	Regular Baja	Baja Baja	Muy buena Buena
Flexibilidad máx. @ baja temperatura	-50°C	-40°C	-40°C	-40°C	-70°C	-30°C	-40°C	-20°C	-40°C
Permeabilidad al gas	Regular	Regular	Regular	Muy buena	Regular	Buena	Buena	Buena	Buena
Resistencia al agua	Buena	Muy buena	Muy buena	Regular	Regular	Excelente	Regular	Regular	Muy buena
Resistencia a los álcalis - Diluido al 10 % - Concentrado	Buena Regular	Buena Regular	Buena Regular	Buena Buena	Regular Baja	Excelente Muy buena	Regular Baja	Baja Baja	Excelente Buena
Elasticidad	Muy buena	Regular	Regular	Muy buena	Buena	Buena	Regular	Muy baja	Muy buena
Elongación máxima	700%	500%	500%	500%	500%	500%	400%	600%	500%

TABLA 5-5. Características físicas de los principales elastómeros.

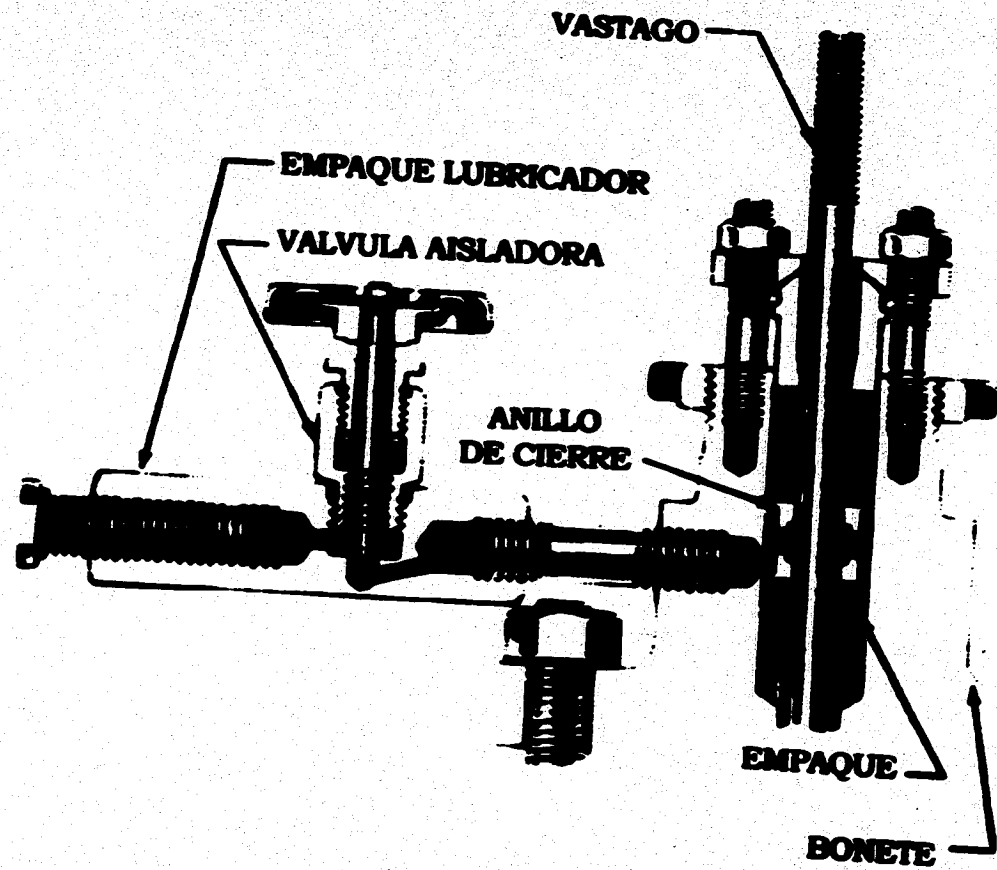


Figura 5-14. Lubricación de una válvula.  
198

## **Operación y Mantenimiento**

### **Principales motivos de fuga:**

1.- La superficie de asentamiento dañada por material extraño. Si se le realizó mantenimiento preventivo a la válvula, deberán tomarse en cuenta todas las precauciones al limpiar el sistema entero, si partículas sólidas fueron atrapadas en la superficie de asentamiento, causará que la válvula al operar fugue. Si se tratará de una válvula de seguridad-alivio, al liberar la presión del interior de la válvula quizá pudiera desalojar el material extraño, y si la fuga persiste, será muy probable que la superficie de asentamiento esté rayada o fisurada, debiendo ser rectificada.

2.- Si se tiene sobrepeso en las conexiones y en la válvula misma, provocará fugas, por lo que se deberán eliminar cargas excesivas mediante el anclaje adecuado, o cambiando las conexiones.

3.- Si se trata de válvulas de seguridad-alivio, la presión de operación es demasiado próxima a la presión de ajuste, una válvula permanecerá herméticamente cerrada a una presión aproximadamente del 5% menor que la presión de disparo, por lo que esta diferencial deberá ser mínima.

4.- Mantenimiento, montaje y prueba incorrectos. Al efectuarse una inspección a los elementos de la válvula, deberán ser limpiados totalmente, y la superficie de asentamiento rectificarse a fin de lograr el perfecto alineamiento y hermeticidad de la válvula, el montaje deberá efectuarse cuidadosamente en todas sus partes y etapas de instalación, pero sobre todo en el asiento.

5.- Deberá evitarse el apriete desigual de las tuercas y tornillos de la cubierta.



**CAPITULO VI**  
**SELECCION DE VALVULAS EN SISTEMAS DE TRANSPORTE**  
**DE HIDROCARBUROS Y DERIVADOS**

## **SELECCION DE VALVULAS EN SISTEMAS DE TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS Y DERIVADOS**

### **VI. 1 IMPORTANCIA DE UNA BUENA SELECCION**

Es difícil imaginarse una planta de productos químicos; refinerías, estaciones de bombeo, estaciones de compresión, líneas de transporte de hidrocarburos; planta de proceso, etc., sin válvulas.

Conforme avanza la tecnología y aumenta la capacidad de las plantas, han aumentado el tamaño y el costo de las válvulas, y cada vez tiene mayor importancia tener el máximo cuidado en la selección.

Por ejemplo, las válvulas y tuberías constituyen la inversión más importante entre los diversos componentes de una planta para procesamiento de hidrocarburos. Representan alrededor del 22% del desembolso total del capital en materiales y equipo. Muchos componentes que reciben considerable atención representan una inversión mucho menor; por ejemplo, las bombas, 4%; los compresores 4.5%; los impulsores 6.5%, y los hornos y calderas 4%. Después de las válvulas y tubería, la siguiente inversión en importancia es en recipientes, con alrededor de 15.4%

### **VI. 2 SELECCION DE VALVULAS PARA LINEAS DE CONDUCCION PARA HIDROCARBUROS Y DERIVADOS**

Las válvulas para oleoductos se emplean para un solo propósito, restringir el flujo; la restricción puede ser parcial o total, así las válvulas difieren no en función sino más bien en la manera de desempeño operativo.

Entonces, un enfoque inteligente para válvulas de oleoductos y derivados, es estar familiarizado con los tipos básicos de las mismas, sus características así como las del fluido transportado, conexiones, operadores o actuadores, diseño, especificaciones estándar, y su mantenimiento. Estos temas se desarrollaron en los capítulos II al V.

## *Selección de válvulas en sistemas*

### **SELECCION DE VALVULAS DE GRAN TAMAÑO**

Para la selección de válvulas de diámetro considerable, el ingeniero deberá preguntarse así mismo lo siguiente:

**A. ¿Cuál es el propósito de la válvula ?**

La respuesta puede ser un procedimiento de eliminación, cuestionándose:

1. *¿ Es la válvula para restringir el flujo totalmente, o para estrangularlo en una sola dirección ?*
2. *¿Cuál es la presión de trabajo ?*
3. *¿ Es crítica la pérdida por fricción a través de la válvula ?*
4. *¿ Es necesaria una abertura completa de la válvula para permitir el paso de limpia tubos u objetos similares ?*
5. *¿ Contiene el fluido sólidos que se deben extraer ?*
6. *¿ Es la rapidez de apertura y cierre de la válvula una acción crítica ?*

En el caso de válvulas para baja presión, se debe elegir hierro fundido, hierro nodular, o de acero.

**B. ¿Qué ocurrirá cuando la válvula falle parcial o completamente para cumplir con sus propósitos?**

Este factor concierne a la buena condición exterior, tipo de conexiones de extremos y consideraciones de mantenimiento. Las respuestas a las siguientes cuatro interrogantes ayudará para llegar a un conclusión lógica.

1. *¿ Dónde fallará la válvula primero ?*
2. *¿ Cuál será en tiempo normal antes que la válvula falle ?*
3. *¿ Cómo puede ser esté prolongado ?*
4. *¿ Cómo será reparada la válvula ?*

## **Selección de válvulas en sistemas**

### **C. ¿ Cuánto cuesta la válvula ?**

Esta es una base que puede utilizar, si después de responder a las preguntas anteriores se tiene más de una opción. Este factor requiere de un balance entre la buena condición exterior y el costo de mantenimiento.

## **VI. 3 APLICACION Y SELECCION DE VALVULAS**

### **VI. 3. 1 VALVULAS PARA LINEAS DE CONDUCCION DE BAJA PRESION CON ALTAS TEMPERATURAS**

Los requisitos básicos, son baja caída de presión diferencial a través de la válvula, capacidad para resistir roturas debido al intenso calor y bajas presiones. Una válvula de mariposa de acero de baja presión o de hierro nodular, con asientos totalmente metálicos sería probablemente la válvula más económica e ideal para estas condiciones de operación.

### **VALVULAS PARA BOMBAS ELEVADORAS DE POTENCIA (Booster).**

Existen varias posibilidades para conexión de este tipo de válvulas. Un tanque con una línea que es utilizada como succión y como línea de llenado y una bomba "booster" de succión en la línea del tanque, puede servir como ilustración.

La válvula sobre la succión de la bomba requiere de baja caída de presión diferencial, opera muy raras veces y a baja presión. Una válvula de compuerta o una de mariposa, de hierro fundido de baja presión, serían probablemente de las más económicas a utilizar .

La descarga de la bomba necesita de dos válvulas, una para cerrar mientras se trabaja sobre la bomba (mantenimiento) y una válvula de retención o "check", para prevenir el contra-flujo. La carga estática de succión de la bomba sin operar (fuera de servicio), determina la presión máxima de trabajo.

La válvula de puenteo alrededor de esta bomba, debe ser operada por motor para permitir el flujo hacia dentro del tanque. El tipo de válvula

### **Selección de válvulas en sistemas**

depende de la aplicación. Si fuera necesario retirar producto del tanque cuando la bomba es reparada, una válvula de baja presión diferencial es necesaria. Si la válvula es usada para llenar el tanque, el tamaño y tipo de esta es función del costo de las mismas contra la energía empleada para bombear a través de ella.

La selección de una válvula en cuanto a tipo y diseño puede ser simple, primeramente se deberá obtener precios para válvulas competitivas de macho y de compuerta, enseguida determinar la compra del tipo de válvula haciendo un balance entre la diferencia de precios, y los costos de energía utilizada debido al aumento en la caída de presión en las válvulas.

#### **VI. 3. 2 VALVULAS PARA SISTEMAS DE REGULACION Y MEDICION**

Los requisitos básicos son, estrangulación de la corriente, prueba de bloqueo total del flujo, facilidad de operación para manejo de altas y bajas presiones diferenciales, tanto de operación rápida y la disponibilidad existente de mano de obra para mantenimiento.

Las válvulas de macho y de compuerta son fabricadas ahora para doble cierre hermético. Las válvulas macho por su diseño son más rápidas y fáciles de operar que otros tipos. Ahora existen válvulas de compuerta de paso completo que compiten con las de macho en facilidad y rapidez de operación. La selección adecuada se debe llevar a cabo, analizando las características de diseño de diferentes fabricantes, tales como mantenimiento, adaptación a operación motorizada, e intercambiabilidad.

#### **VALVULAS PARA CABEZALES DE DISTRIBUCION**

Para propósitos de ilustración, se debe suponer que los requisitos básicos de las válvulas para estos cabezales, es que deberá contar con poca caída de presión diferencial, facilidad y rapidez de operación, y adaptabilidad a la instalación de un actuador. Una buena recomendación sería la aplicación de válvulas tipo bola, si se requiere de válvulas con extremos bridados. La desventaja de la válvula de bola, es que no se puede soldar a la línea, ni repararla sin que esta sea desmontada de la línea.

### **VALVULAS PARA BOMBAS**

La primer consideración para válvulas que participen en la línea principal donde están las bombas centrífugas, es que debe tener la habilidad para abrir rápidamente cuando existe una presión diferencial grande. Las bombas centrífugas generalmente inician la operación con la válvula de succión abierta y la válvula en la descarga cerrada.

Una válvula de macho tipo venturi, es particularmente adaptable a esta situación. Es pequeña, compacta, abre rápida y fácilmente contra amplios rangos de presión diferencial, y pueden ser operadas por medio de un motor.

### **VALVULAS DE RETENCION EN BOMBAS**

Es necesario que se instale una válvula de retención en la descarga de la bomba, pues con ello se evitará el contra-flujo que sería perjudicial para la bomba, este es genera cuando la estación siguiente deja de bombear.

El arreglo completo en la descarga de la bomba es instalar una válvula de macho, una check y posteriormente otra válvula macho.

### **VALVULAS DE CONTROL PARA ESTACIONES**

Están diseñadas para la estrangulación parcial de la corriente, generalmente no efectúan un cierre 100% hermético sino que fugan cuando están cerradas. Es práctica común instalar válvulas de control en la línea de descarga de la estación para proteger la línea de altas y excesivas presiones, y/o para levantar la presión de succión de las bombas centrífugas cuando es necesario, restringiendo la presión de descarga.

Frecuentemente se utilizan machos con asientos de acero inoxidable, o bien, recubiertos de estelita, para disminuir el proceso de erosión debido a la acción de restricción del flujo por parte de la válvula. El doble asiento es necesario en válvulas grandes, para balance de presiones y dar mayor control con un actuador pequeño.

### **VALVULAS DE BLOQUEO EN LINEAS DE CONDUCCION**

### ***Selección de válvulas en sistemas***

Estas son espaciadas a lo largo de los ductos, en márgenes de ríos, lagos y áreas densamente pobladas para aislar partes de la línea. Nunca se deben cerrar; pero si se cierran es por algún caso de emergencia. Por lo tanto, las consideraciones principales para la adecuada selección son las siguientes:

- a). Los limpiadores de tubería si se utilizan, se deben impulsar a través de ellas
- b). Las válvulas se deben diseñar para operarias después de largos periodos de inactividad.
- c). La válvula debe de ser operada por medio de un piloto y también manualmente.
- d). La válvula debe de estar diseñada para un mínimo de mantenimiento.

La válvula de compuerta de paso completo con extremos soldables es la que mejor cumple con los requisitos para esta aplicación. Las válvulas de seccionamiento (válvulas de cierre o bloqueo) de línea, son instaladas con pilotos para cerrar bajo ciertas condiciones de presión, causadas por la suspensión de operación o la ruptura de la línea.

#### **VI. 4 VALVULAS EN ESTACIONES DE BOMBEO**

En esta sección se hablará de las válvulas instaladas en una estación típica de bombeo así como de las principales válvulas utilizadas en el Oleoducto Nuevo Teapa-Venta de Carpio-Tula, de PEMEX.

##### **Antecedentes.**

El Oleoducto Nuevo Teapa-Venta de Carpio-Tula, inicia su operación en mayo de 1981, con capacidad máxima de transporte de 350 MBD.

El 29 de diciembre de 1990, entra en operación la estación 5A de Cd. Mendoza con cuatro turbobombas, incrementándose la capacidad de transporte a 400 MBD.

### ***Selección de válvulas en sistemas***

**El 18 de marzo de 1991, se suspende el envío del producto a la Refinería de Ascapotzalco, y el 20 de junio del mismo año, entra en operación el paralelo de 24 pg. de diámetro, de Zumpango a la Refinería de Tula, con una longitud de 37 kms.**

**En la actualidad el Oleoducto Nuevo Teapa-Venta de Carpio-Tula, cuenta con un ducto de 665 Kms. de longitud, y su diámetro nominal es de 30-24 pg. con espesores de 0.312-0.344 pg., de especificación API-Std-5LX-Grado-X65. La capacidad máxima de transporte en este sistema es de 400 MBD, y cuenta con siete estaciones de bombeo para distribuir a dos refinerías.**

**En la figura 6-1, se muestra un diagrama de flujo de una estación típica de bombeo del oleoducto. Las válvulas utilizadas en esta estación son las siguientes:**

**Válvulas de paso completo, que pueden ser macho, de compuerta o bola  
Válvulas de retención o check.  
Válvulas de control de presión.  
Válvulas de relevo que pueden ser, válvulas de alivio o válvulas de seguridad.**

#### **OPERACION DE LA ESTACION EN CONDICIONES NORMALES**

**En condiciones normales, el flujo entra por el ducto de succión. Si en este momento se presenta la llegada de la corrida de diablos, se operan las válvulas de paso completo que se encuentran en la trampa de recibo.**

**El aceite continúa y pasa a través de filtros para eliminar toda clase de residuos que son desechos, a través de una válvula de purga. En este punto existen dos filtros, esto con el fin de no parar el flujo cuando alguno de los dos se daña y necesita de mantenimiento. El flujo entra al cabezal de succión y al pasar por las bombas, estas incrementan su presión pasándolo al cabezal de descarga.**

**En esta estación existen 5 bombas; pero normalmente operan cuatro con una de relevo por si alguna de estas requiere de mantenimiento o reparación. El flujo continúa pasando por un cabezal de medición, en este se realizan mediciones de gasto, presión o temperatura etc. Finalmente llega a la descarga.**



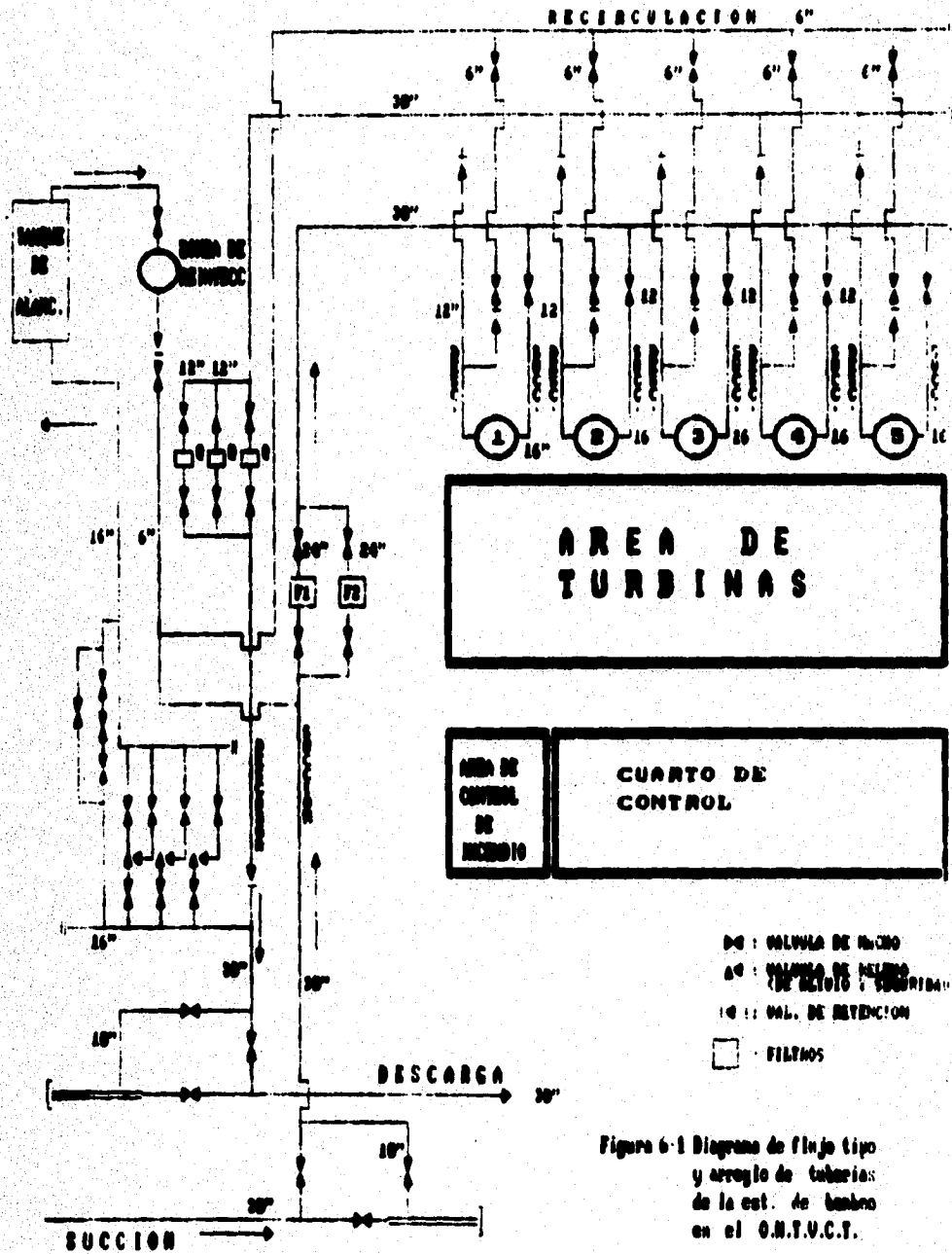


Figura 6-1 Diagrama de flujo tipo y arreglo de tuberías de la est. de turbo en el O.N.T.U.C.T.

## *Selección de válvulas en sistemas*

### **OPERACION DE LA ESTACION EN CONDICIONES ANORMALES**

Para estas condiciones, la estación cuenta además de las válvulas ya mencionadas con un cabezal de recirculación, un banco de válvulas de relevo, tanque de almacenamiento y bomba de reinyección (booster).

Por ejemplo si la estación de bombeo posterior sale de operación, esto ocasiona que la línea de descarga se represe, provocando que el cabezal de recirculación se ponga en servicio.

Debido al represionamiento las válvulas de retención cierran en la línea de descarga impidiendo que el flujo regrese. El fluido que no logra pasar antes del cierre de las válvulas checks hacia la descarga, fluye al cabezal de recirculación.

El flujo continúa hasta conectarse a la línea de reinyección y finalmente a la línea de succión, completando así un ciclo. La recirculación continúa hasta que la operación de la estación posterior se restablece.

Si se requiere del servicio de descarga de la línea debido a problemas en la misma, esta se realiza abriendo manualmente la válvula de paso sobre la línea de 16 pg., para que fluya hacia el tanque de almacenamiento.

El contraflujo generado en la línea de descarga, hace que la válvula reguladora de presión abra automáticamente, y si por alguna razón esta no abre, entonces abrirá alguna de las válvulas de seguridad-alivio o de relevo.

El flujo continúa hasta llegar al tanque de almacenamiento a través de la línea de 16 pg. Cuando las condiciones se restablecen el fluido se reincorpora a través de la bomba y línea de reinyección a la línea de succión.

### **VALVULAS INSTALADAS EN EL OLEODUCTO**

Las válvulas utilizadas en oleoducto son principalmente, válvulas de seccionamiento (compuerta o bola), y válvulas de retención o checks.

## **VI. 6 VALVULAS EN POLIDUCTOS**

## **Selección de válvulas en sistemas**

Aquí se va a hacer mención de las válvulas instaladas en una estación de bombeo típica, así como de las válvulas utilizadas en el gasolinoducto Minatitlán--Puebla-México de PEMEX.

### **ANTECEDENTES**

Este ducto fué construido en 1963, y puesto en operación ese mismo año, transportando en aquel entonces propano, butano, gas pemex, gasolmex y diesel.

Con el objeto de eliminar hasta donde fuera posible los altos costos que representan el transporte de hidrocarburos por ruedas, se desarrolló un estudio tendiente a reformar la infraestructura del transporte por ductos, aprovechando la disponibilidad de la línea para cubrir demandas estimadas del país.

### **CARACTERISTICAS DEL DUCTO**

Este sistema inicia sus operaciones como gasolinoducto en tres etapas.

#### **Primera etapa:**

En mayo de 1989 distribuyendo producto a las terminales de Tierra Blanca y Orizaba, Veracruz con bombeo de 22 MBD.

#### **Segunda etapa:**

En diciembre del mismo año se agrega a la distribución anterior la terminal Puebla, con bombeo de 45 MBD.

#### **Tercera etapa:**

En septiembre de 1991, se distribuye el producto hasta Ascapotzalco, con un bombeo de 60 MBD

En la actualidad el gasolinoducto Minatitlán-Puebla-México, cuenta con un ducto de 579.524 Km. de longitud, y su diámetro nominal es de 12", 20" y 16", con espesores de 0.250", 0.344" y 0.562", y especificaciones API-Std-5LX-Grado X42, API-Std-5LX Grado X52, API-Std 5LX Grado X52 respectivamente.

## **Selección de válvulas en sistemas**

La capacidad máxima de transporte de este sistema es de 75 MBD, y cuenta con nueve estaciones de bombeo para distribuir a cinco terminales. En la figura 6-2 se muestra un diagrama de flujo típico de una estación de bombeo del gasolinoducto. Las válvulas utilizadas en esta estación son las siguientes:

- Válvulas de paso, que pueden ser, compuerta, de macho o de bola
- Válvulas de retención o "chekca".
- Válvulas de relevo, que pueden ser válvulas de seguridad o alivio.

### **OPERACION EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION**

En esta condiciones el flujo entra por la línea de succión pasando por los filtros, estos limpian el fluido de residuos, sólido u otros fluidos indeseables. El flujo continúa hasta llegar a los cabezales de succión. Si las bombas están trabajando en paralelo la descarga se realiza a través del cabezal en paralelo.

Para que la operación anterior se lleve a cabo, se de deben cerrar las válvulas de paso que comunican al cabezal en serie. Si las bombas trabajan en serie se realiza la operación contraria, se cierran las válvulas de paso que comunican al cabezal en paralelo. Después el flujo continúa hasta pasar por un cabezal de medición. En este se llevan a cabo mediciones de presión, gasto, temperatura etc. Finalmente entra en la línea de descarga

En esta estación existen tres bombas pero generalmente nada más operan dos, y la otra cumple con las funciones de relevo, que se realiza cuando una de las dos primeras requiere reparación o mantenimiento.

### **OPERACION DE LA ESTACION EN CONDICIONES ANORMALES**

Si algún problema se presenta en la estación o en otra del sistema se requiere de la recirculación, esta se logra cerrando las válvulas que comunican a los cabezales de descarga en serie y en paralelo, abriendo antes las válvulas de paso que comunican a la línea de recirculación. Si la línea de descarga se reprisiona esto provoca la apertura de la válvula de relevo para que el flujo continúe a la línea de succión.

### **VALVULAS INSTALADAS EN EL GASOLINODUCTO**

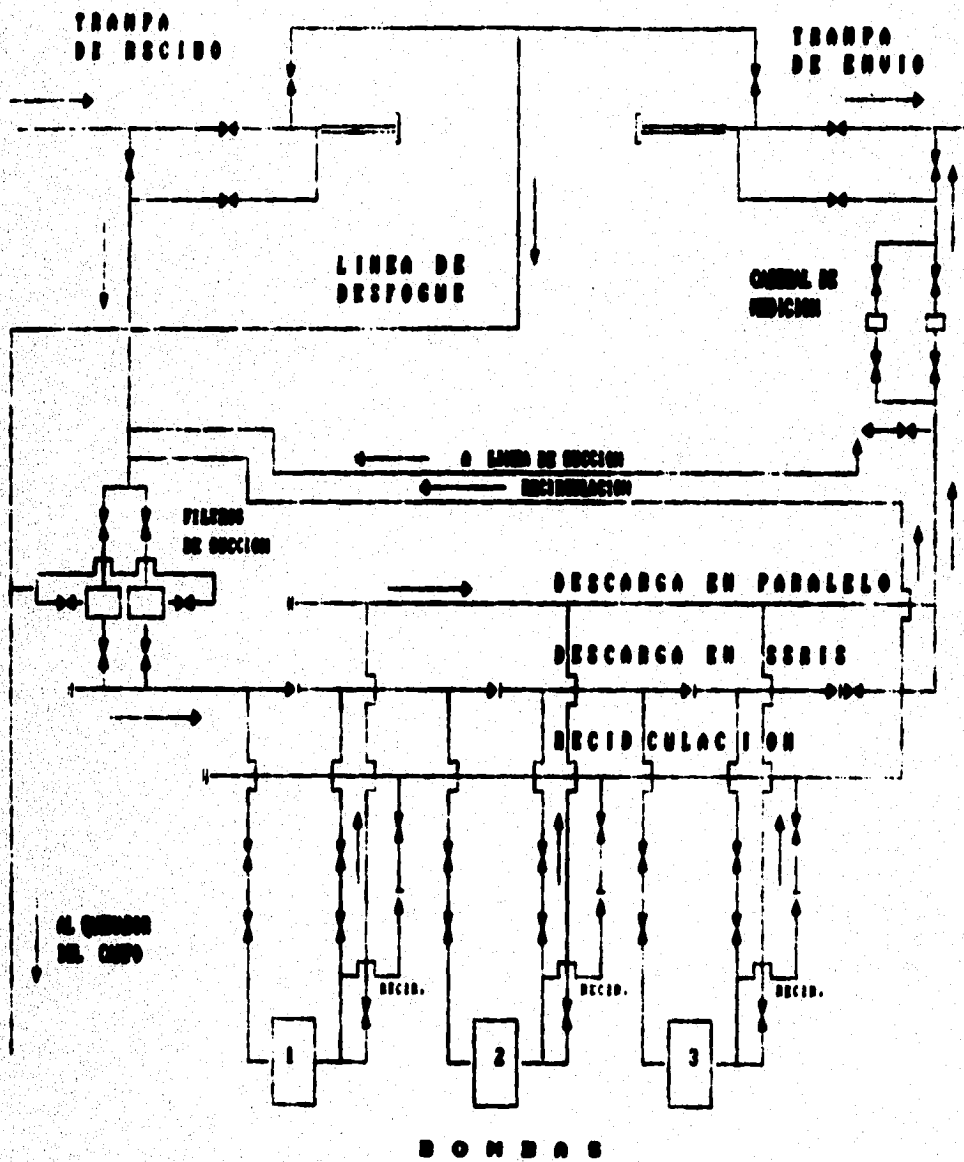


Figura 6-2 Diagrama de flujo de estación de bombas para gasolina

## **Selección de válvulas en sistemas**

Las principales válvulas utilizadas a lo largo del gasolinoducto son válvulas de seccionamiento (válvulas de compuerta o de bola).

### **VI. 6 LIQUIDOS PETROQUIMICOS**

#### **VI. 6. 1 GAS L. P.**

El gas licuado de petróleo conocido comunmente como gas L. P. (GLP). Es un liquido combustible de alto poder calorífico que arde con una flama excepcionalmente limpia, el cual si se le maneja en forma adecuada se quema totalmente sin dejar residuos o cenizas, ni producir humo u hollín; compuesto principalmente por cualquiera de los siguientes hidrocarburos o una mezcla de ambos:

**PROPANO**  
**BUTANO**

Se le conoce comercialmente y universalmente como gas L. P., porque en el interior de los recipientes en que se almacena, transporta, distribuye y aprovecha, se encuentra a presión en estado líquido, ya que es el único gas combustible que tiene la particularidad de que cuando es sometido a presiones mayores a la atmosférica, y a la temperatura ambiente promedio ordinaria, se condensa, transformándose al estado líquido.

Cuando se extrae o libera el GLP, de los recipientes que lo contienen, a partir del nivel libre del liquido y al hacer contacto con el medio ambiente, absorbe el calor de este convirtiéndose totalmente al estado gaseoso o de vapor ionizado que es como realmente se le aprovecha.

El GLP es por sí mismo incoloro (sin color), inodoro (sin olor), de baja viscosidad y en estado de vapor más pesado que el aire; para proveerlo de su olor característico a huevo podrido o materia orgánica en descomposición, y con ello hacer notar su presencia en el ambiente, se odora mezclándole Mercaptano ( hidrocarburo obtenido también del petróleo), el cual se le suministra en una proporción promedio de 1.0 litro por cada 10,000 litros de GLP.

## Selección de válvulas en sistemas

El GLP se obtiene directamente de los mantos petrolíferos mezclado con el petróleo crudo; también se obtiene una opción secundaria de la refinación de algunos derivados del petróleo.

### PROPIEDADES DEL GLP.

La mezcla decada del GLP., sería:

Propano -----	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> -----	39%
Butano -----	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> -----	61%

### Temperatura de ebullición del GLP, @ Presión Atmosférica.

Propano	a	42.1 °C	bajo cero.
Butano	a	0.5 °C	bajo cero.

### Peso específico del GLP.

Agua destilada a	4.0 °C	1000	(Kg/m <sup>3</sup> ).
Propano a	15.5 °C	507.9	(Kg/m <sup>3</sup> ).
Butano a	15.5 °C	584.4	(Kg/m <sup>3</sup> ).

### Densidad relativa de Gas L. P. en estado de vapor

Densidad del aire	1.000
Propano	1.522
Butano	2.006

Al ser el GLP en estado de vapor más pesado que el aire, cuando se produce una fuga, el gas se acumula en la parte más baja, formando una mezcla con el aire que en las más de las ocasiones se constituye en una mezcla inflamable y en el peor de los casos, altamente explosiva.

## VI. 6. 2 VALVULAS PARA EL MANEJO DE GLP

Cierta construcción y requerimientos de instalación caracterizan a la válvula para servicios de ductos de GLP. Como mínimo estándar concerniente a la válvula, son su construcción y lo referente a la instalación, estipulado en normas y códigos, vistos en el capítulo 4.

## **Selección de válvulas en sistemas**

Por ejemplo si una línea sufre una ruptura, una considerable área podría estar en riesgo, porque los vapores de GLP son más pesados que el aire. Por esta razón, la colocación de válvulas principales en ductos de GLP, es más crítica que sobre líneas de gas natural, o bien de productos convencionales. En realidad una válvula de bloqueo accesible puede minimizar considerablemente consecuencias serias.

Los productos del GLP tienen poca o ninguna calidad de lubricantes, por lo tanto tienen afinidad por aceites y grasas. Las válvulas lubricadas o las que emplean lubricante como sello, que estarán en contacto con el producto que se maneja, no han sido satisfactorias para servicios de GLP. En años recientes las válvulas de bola han incrementado su popularidad por que la mayor parte de ellas son no-lubricadas.

Desde el punto de vista de mantenimiento, algunas válvulas que utilizan anillos tipo "O"; formas de anillos chevrón y para el bonete sellos del vástago, son superiores a las válvulas que utilizan empaque convencional. Las válvulas no-lubricadas normalmente pueden utilizarse en servicios aplicables para válvulas de compuerta. Muchas de estas válvulas están diseñadas para mantenimiento en línea. Se pueden desarmar y retirar completamente todas las partes interiores sin retirar el cuerpo de la línea.

El uso de materiales sintéticos y elastómeros es una importante consideración. De los elastómeros, el Buna-N probablemente es el más satisfactorio para sellos anulares "O", juntas, y sello para asientos. Los elastómeros tienen tendencia a hincharse debido a la absorción del GLP, y tienen una afinidad natural con la superficie del metal.

Normalmente la alta presión del GLP desintegra los elastómeros. Esto es menos común con válvulas que utilizan áreas de sellado con elastómero aprisionado, más pequeñas que en las válvulas con amplias áreas de sello tales como machos revestidos etc. Comúnmente los no-elastómeros como el teflón, polietileno y varias formas nylon han sido satisfactorios; pero estos materiales no manifiestan la elasticidad de los elastómeros y no son apropiados para todas las aplicaciones en el sello de válvulas.

### **PRESION EN LA LINEA**

Las líneas de GLP de gran longitud normalmente están diseñadas para presiones en exceso de 1000 psi como permite la clasificación de presión



### ***Selección de válvulas en sistemas***

máxima de trabajo ANSI serie 600 para válvulas, bridas y otros componente del ducto.

Debido a altas presiones de vapor de productos de GLP a temperatura ambiente, ha sido práctica común utilizar en ductos y terminales, instalación de válvulas y bridas de clasificación no menor que ANSI serie 300. Las válvulas instaladas sobre la línea principal, normalmente son de compuerta y de paso completo, que permiten el tránsito de limpiadores de ductos.

El uso de válvulas fabricadas en acero fundido en líneas principales ha llegado a ser casi una práctica normal, debido a sus características de soldabilidad y resistencia mecánica. Como en otras operaciones en ductos, el costo añadido de estas válvulas comparado con otras de menor costo como válvulas de hierro o aleación de hierro, se compensa muchas veces por la prevención de falla o fractura de la válvula.

Las válvulas de compuerta con acabados normales tales como compuertas cromadas, partes internas de acero inoxidable o acero niquelado, son usadas para servicio de GLP. La válvula más popular en ductos utiliza el principio de asentamiento en ambos lados, corriente arriba y corriente abajo, suministrando un cierre hermético.

Las válvulas con bonetes emperrados son consideradas preferentemente en lugar de las válvulas con bonetes roscados, o sellados a presión. Las válvulas con extremos bridados son usadas principalmente en líneas de servicio para GLP en tamaños hasta de 14 pg. Las válvulas con extremos soldables son convenientemente atractivas en los tamaños más grandes.

Las válvulas de extremos bridados proporcionan un punto conveniente de aislamiento entre las secciones de la línea y pueden ser reemplazadas más fácilmente. Donde quiera que sea posible en el manejo de GLP, se debe equipar el sistema con componentes que puedan ser removidos o inspeccionados sin requerimientos de corte o soldadura.

Por otra parte se cuenta con empaques metálicos con caras sintéticas sellantes que proporcionan un excelente sello y eliminan virtualmente el reventón o ruptura del empaque.

### **VALVULAS DE DIAMETRO PEQUEÑO**

## **Selección de válvulas en sistemas**

Las válvulas más pequeñas de macho y de bola están en uso con asientos a prueba de incendio. En caso de incendio, el material plástico o sintético del sello se descompone dejando un sello secundario metal a metal de bola o macho. Esta característica lleva a efecto una razonable interrupción de flujo para evitar el esparcimiento del fuego.

Por último, los manuales de operación y mantenimiento proporcionados por los fabricantes, deben estar disponibles en todas la zonas posibles en la estación.

### **VI. 7 GASODUCTOS**

#### **VI. 7. 1 GAS NATURAL**

El gas natural es un energético primario, mezcla natural de hidrocarburos gaseosos cuyo principal componente es el metano, el cual, puede representar hasta el 99% en algunos tipos de gas natural, mientras que en otros puede ser de 80% o menos. Contiene además otros componente de hidrocarburos como etano, propano y butano, presentes en concentraciones decrecientes.

Pueden encontrarse también otros gases no hidrocarburos como dióxido de carbono, helio, sulfuro de hidrógeno y nitrógeno. A un gas natural que contiene compuestos de azufre y óxido de carbono (CO), se le denomina gas amargo, en contraposición gas dulce sino no posee tales compuestos.

Cuando el gas natural contiene cantidades apreciables de hidrocarburos fácilmente condensables, (tales como etano, propano, y butano), se le llama gas húmedo, mientras que si estos están presentes en cantidades pequeñas se le llama gas seco.

La producción y uso del gas natural surge básicamente como explotación del crudo, amén de otras razones adicionales específicas para cada una de las dos actividades mencionadas. En su origen el gas natural fue un producto no deseado de la explotación petrolera, en la medida que en la mayoría de los yacimientos se encontraba asociado al crudo extraído, lo que algunas veces generaba peligrosas condiciones para las actividades perforatorias y de producción.

## **Selección de válvulas en sistemas**

De hecho tuvieron que pasar algunas décadas para que la industria petrolera, tomase conciencia de que la existencia del gas natural y la presión que este ejercía en los yacimientos, posibilitaba la recuperación del petróleo, lo que más tarde permitiría acelerar el desarrollo de la industria petrolera, coadyuvando a que se formaran los patrones en el uso de la energía, que hoy en día se conocen a nivel mundial.

Pese a que el gas natural posee una larga historia como fuente de energía, hasta hace relativamente pocos años una parte del gas natural asociado era quemado o enviado a la atmósfera, y la mayor parte era reinyectado al yacimiento, y/o utilizado para extracción del petróleo en la llamada operación de bombeo neumático.

Debido a la baja densidad del gas natural, los gasoductos resultan más caros que los oleoductos, y más caro aun en su transporte marítimo, ya que se requieren instalaciones portuarias y sofisticados medios para su licuefacción y regasificación.

### **DENSIDAD RELATIVA DEL GAS NATURAL**

Metano _____	0.554
Etano _____	1.038
Mezcla común _____	0.610 a 0.650

### **COMPONENTES DEL GAS NATURAL**

Metano	92.0%
Etano	3.9%
propano	1.8%
Butano	0.1%
Isobutano	0.2%

Con menos del 2%

Nitrógeno, Dióxido de carbono, Acido sulfúrico, Argón.

De todos los componentes del Gas Natural, el ácido sulfúrico es el que daña tuberías, conexiones, empaques, etc.

## **VI. 7. 3 VALVULAS PARA EL MANEJO DE GAS NATURAL**

### ***Selección de válvulas en sistemas***

Las características que gobiernan la selección adecuada de una válvula, la primera podría ser el flujo, el volumen del fluido que la válvula permite pasar y posteriormente considerar las presiones y temperaturas que pueden esperarse durante la operación.

Se deberá conocer bajo que situaciones se transporta el gas natural; si la concentración de este se considera como gas amargo, se podría seleccionar una válvula con cuerpo de acero al carbón o de acero inoxidable; si la concentración de gas se considera como húmedo, se podría recomendar monel, o hasta bronce sólo que este material dependerá de la presión y temperatura de operación; si se trata de una mezcla de gas natural pura, se podría elegir monel, acero al carbón, o acero inoxidable.

Las válvulas de acero son las más usadas en la industria de gasoductos debido a su seguridad. Las válvulas deben tener la capacidad para soportar incendios sin roturas o fallas en el cuerpo de estas. Las de extremos roscado son generalmente limitadas para tamaños más pequeños de tubería, 1 pg. y menores, a causa del peligro de fracturas ocasionadas por vibraciones o daños físicos.

Las conexiones con extremos bridados y soldables son necesarias para perforaciones en la línea "viva". Los extremos soldables son quizá la preparación más común para válvulas principales de líneas de conducción. Son recomendadas para líneas que no requieren desmantelamiento frecuente.

Para lograr una buena selección de válvulas hay que tomar en cuenta los siguiente puntos:

1. Alta o baja presión, y/o temperatura en la instalación.
2. Clase del gas que será manejado.
3. Altura libre disponible para válvulas de vástago.
4. Tamaño de la línea.
5. Si la instalación será desmantelada frecuentemente para inspección y mantenimiento.
6. Si las condiciones de operación serán moderadas o severas.

Asimismo la naturaleza del fluido en cuanto a condiciones de corrosión, choque, o abrasión, que probablemente podrán estar presentes.

### ***Selección de válvulas en sistemas***

Por supuesto la aplicación de las válvulas en líneas de conducción de gas varía entre compañías. El ingeniero que decide qué válvula utilizar en una instalación particular, debe tener en mente, confiabilidad; adaptabilidad; seguridad y economía. Las válvulas representan grandes inversiones iniciales, así que son convenientes, bajos costos de mantenimiento.

Las válvulas de sistemas de recolección de gas pueden ser especificadas como macho, compuerta o bola. Un sistema de recolección que necesite un limpiatubos en la corriente de flujo, necesita que la apertura de la válvula sea total.

Las válvulas que utilizan una mínima cavidad del cuerpo y sellos para disminuir la acumulación de basura, son mejores.

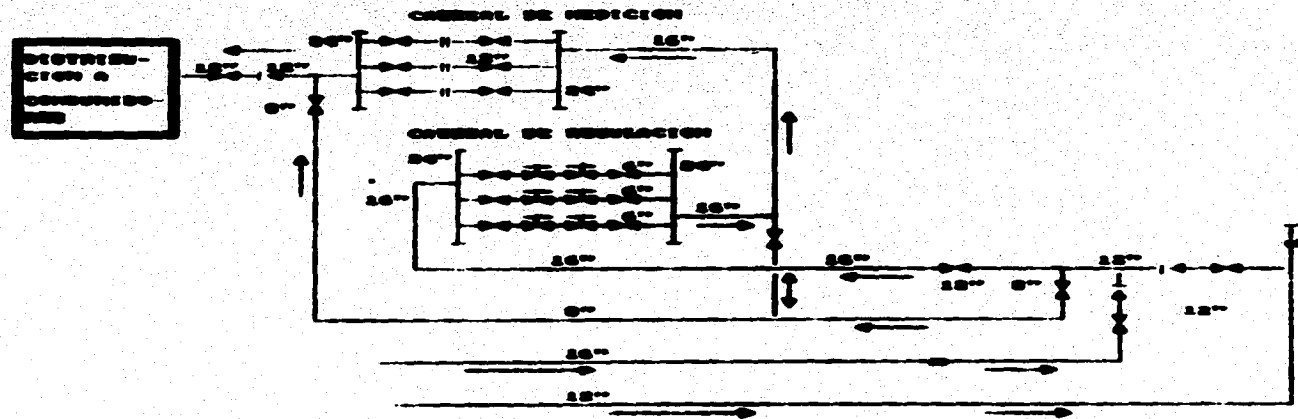
Las válvulas para instalaciones de medidores de orificio figura 6-3 pueden ser especificadas como macho, compuerta o bola. En este tipo de servicio un cuarto de vuelta para abrir o cerrar es atractivo. En la selección de válvulas de medición, los ingenieros pueden considerar válvulas de paso completo en la línea de tamaño reducido como una manera de economía.

Generalmente no es necesario utilizar válvulas del diámetro principal de la línea de instalación, como bien se podría seleccionar para servicios de estrangulación exacta válvulas tipo aguja.

Las válvulas en la línea de conducción pueden ser especificadas como macho, compuerta o bola. Si se van a emplear limpiadores de tubos en la corriente de flujo, las válvulas macho no pueden ser usadas. Las válvulas de paso completo, compuerta o bola sería entonces la primera opción.

Donde el paso de los limpiadores de tubos no es problema, las válvulas macho y las de paso completo en tamaños reducidos también son opciones. Después de la confiabilidad y la seguridad, la economía gobierna la selección.

Ejemplos de tal selección son el uso de las válvulas de compuerta de 24 pg, en líneas de 36 y 30 pg, válvulas de compuerta de 16 pg. en líneas de conducción de 24 pg.



**LEYENDA**

- ⊘ : Válvula de bola, needle o de compuerta
- ⊘ : Válvula de control
- ⊘ : Válvula de retención
- ⊘ : Válvula de ventosa o de freno

**Figura 6-3 Diagrama de flujo de una estación de medición y regulación de flujo**

### ***Selección de válvulas en sistemas***

Las interconexiones entre líneas paralelas pueden ser tratadas de la misma forma por ejemplo, válvulas de compuerta de 16 pg. en líneas de interconexión de 24 y 30 pg y válvulas de compuerta de 12 pg. en interconexiones de 16 pg.

Las líneas de conducción pueden fallar ocasionalmente, independientemente de factores de seguridad diseñados en ellas. Para su protección, las válvulas de línea pueden ser equipadas para operaciones de cierre automático, operando con la caída de presión de la línea para prevenir pérdidas de cantidades grandes de gas y minimizar sino prevenir, daño alguno a la propiedad que lo rodea.

Las válvulas de desfogue pueden especificarse como válvulas de macho, de compuerta o bola, en este servicio. Debido a la vibración es mejor usar una que sea de poca masa. La válvula de apertura total o completa tiene la ventaja de mayor capacidad y tamaño reducido.

### **VI. 7. 8 VALVULAS EN ESTACIONES DE COMPRESION**

Las estaciones de compresión usan una gran variedad de válvulas. Las válvulas de compuerta, de macho o de bola se aplican en instalaciones de gas. Las válvulas de succión, descarga y purga de la estación están equipadas con operadores para control remoto. Ver figura 6-4.

Estos son parte del sistema de paro de emergencia de la estación. Las válvulas del múltiple distribuidor son seleccionadas por su facilidad de operación y hermeticidad de sello. A la fecha, generalmente están equipadas con actuadores e integradas a la secuencia del sistema de arranque y carga del motocompresor.

Además de los dispositivos de seguridad en cada una de las unidades, la estación de compresión normalmente cuenta con sistema de válvulas de seguridad, de paro o bloqueo y de desfogue, que son accionadas manual o automáticamente.

Cabe señalar que la descarga de sobrepresión a través de las válvulas de seguridad instaladas en el sistema, es llevado a cabo de forma repentina y definitiva, en cuanto es detectado el incremento de presión.

### Selección de válvulas en sistemas

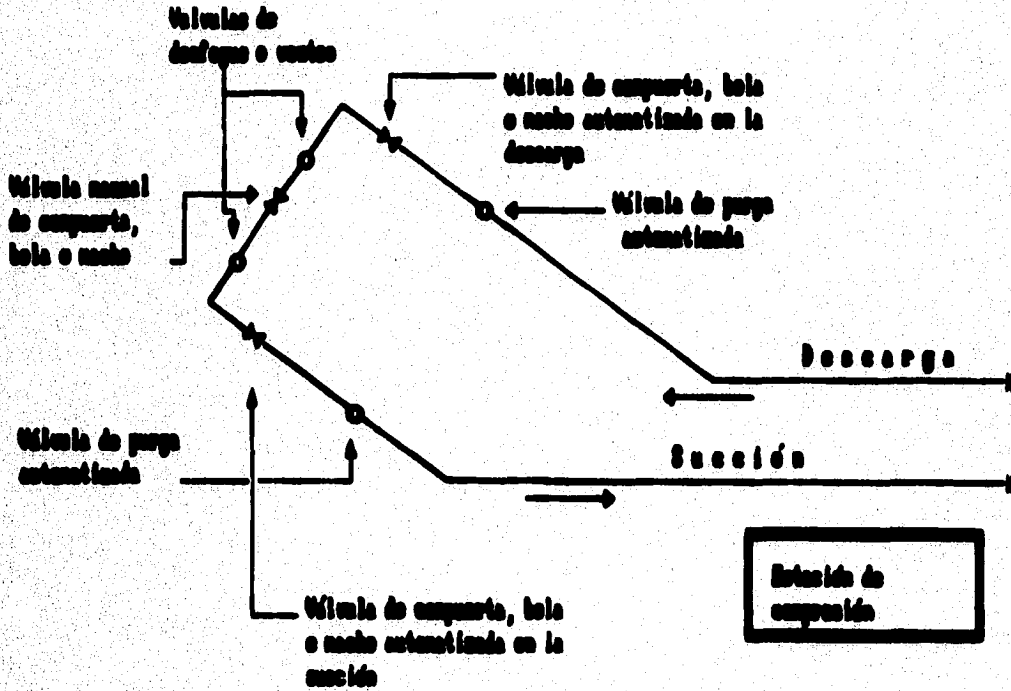


Figura 6-4 Diagrama de flujo de una estación de compresión que muestra la localización de las válvulas automatizadas.



### ***Selección de válvulas en sistemas***

**El accionamiento manual se lleva a cabo desde el cuarto de control de las turbinas o a través de un regulador de la estación en el gabinete. El accionamiento automático es causada por incendio, en estos casos el desfogue completo de la estación ocurre aproximadamente en menos de 1 minuto. Ver diagrama mecánico, figura 6-5.**

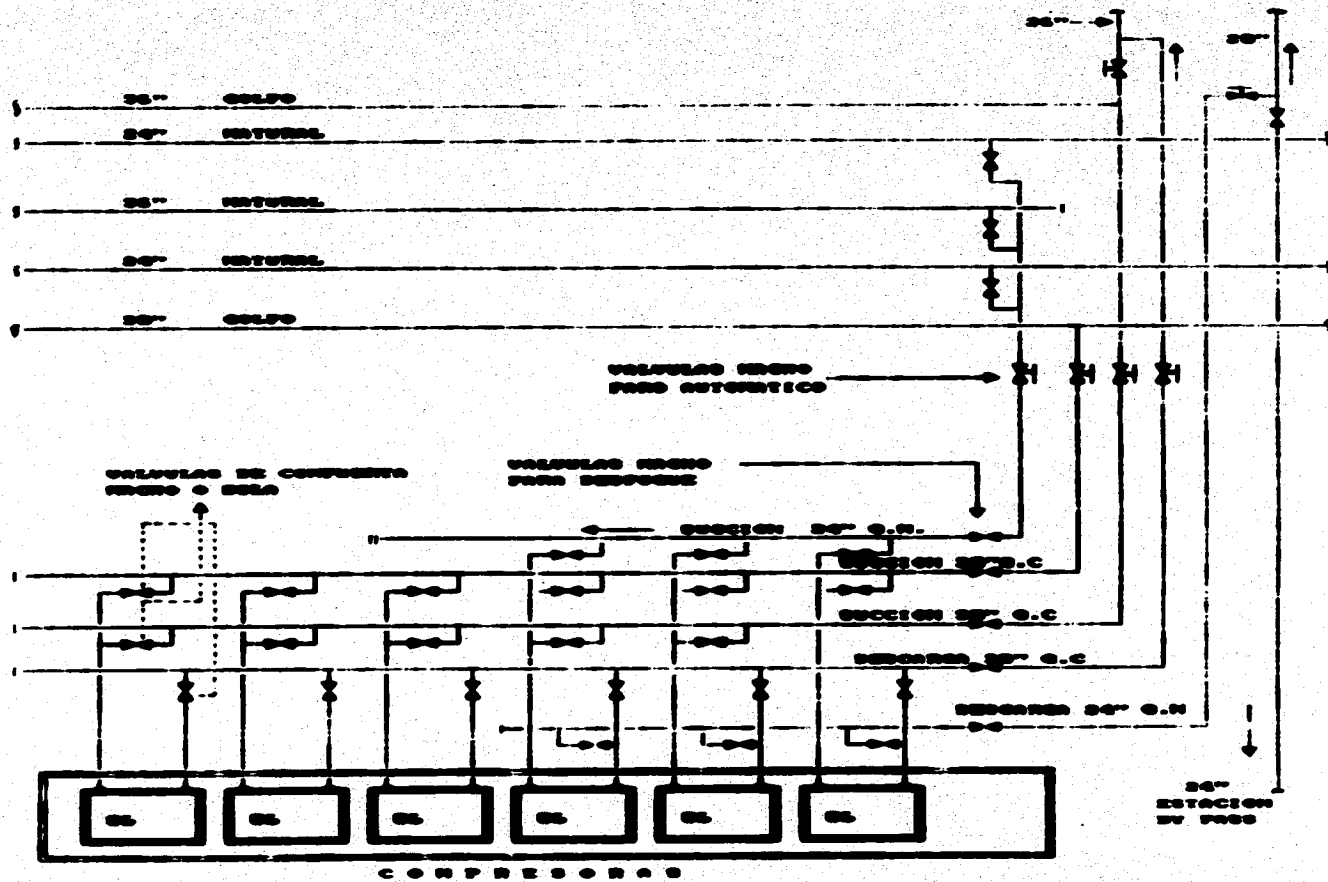


Figura 6-5 Diagrama de flujo de una estación de compresión que muestra el sistema de paro y desfogue

**CAPITULO VII**  
**INTERCAMBIABILIDAD ENTRE VALVULAS**

## **INTERCAMBIABILIDAD ENTRE VALVULAS**

### **VIII. 1 ESTANDARIZACION**

La industria fabricante de válvulas, en todas las piezas que constituye una válvula, ha intentado ser lo más homogénea y uniforme posible, pues sería un desperdicio de mano de obra si la industria diseñara repetidamente tornillos, tuercas, pernos, asientos, vástagos, etc.,

Por lo que se podría decir que la estandarización es el libertador que relega problemas, generando con ello un campo de producción estándar mismo que el fabricante satisface si se apega a las normas y códigos internacionales.

#### **¿ QUE ES LA ESTANDARIZACION ?**

Se podría decir que la estandarización, es el proceso de alcanzar armonía en la forma y contenido de un producto o proceso.

El primer nivel de estandarización se genera por fabricantes individuales al elaborar válvulas, y así éstos van adquiriendo y confeccionando especificaciones desarrolladas por ellos mismos, en un sentido estas especificaciones es una combinación y resultado directo de las necesidades del cliente como comprador.

El segundo nivel es la estandarización de la industria, debido a que especificaciones particulares y pequeñas son difíciles de cambiar requieren del acuerdo entre el número de personas que requieren de dichas normas.

La Sociedad de Estandarización de Fabricantes de la Industria de Válvulas y Conexiones (MSS, Manufacturing Standar Society of Valve and Fitting Industry), es un ejemplo de cientos de varios grupos que desarrollarán estándares en la industria.

Cuando dichos estándares de la industria llegan a ser estables, frecuentemente son adoptados como nacionales, como el Instituto Americano de Estándares Nacionales (ANSI, American National Standar Institute), que en la actualidad cuentan con aproximadamente 2000

### ***Intercambiabilidad entre válvulas***

estándares aprobados por la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM, American Society for Testing and Materials), que cuenta a su vez con aproximadamente 2850 estándares, entre las sociedades más importantes en el ramo de transporte de hidrocarburos se encuentra el Instituto Americano del Petróleo (API, American Petroleum Institute)

El último nivel de estandarización es el alcance internacional, asignado a la Organización de Estándares Internacionales (ISO, Organisation Standar International), y a su vez el ANSI sirve como enlace entre las organizaciones de Estados Unidos y la ISO.

### **VII. 2. EL PROPOSITO DE LA ESTANDARIZACION DE LA INTERCAMBIABILIDAD**

La política del MSS, que la estandarización contenga únicamente, aquellos requisitos necesarios para mantener la intercambiabilidad del componente completo, mientras asegura un cumplimiento razonable de sus funciones pretendidas.

La experiencia ha demostrado que una especificación muy detallada, se vuelve menos útil. La especificación detallada y aumentada hace el estándar más difícil de establecer o de revisar, puesto que las prácticas de un mayor número de fabricantes estarán en desacuerdo, por lo que el estándar será poco utilizable.

Se dice que un buen estándar nunca es un estándar terminado, ya que éstos deben estar en constante cambio, para reflejar estándares de acuerdo al cambio acelerado de la tecnología moderna.

### **VII. 3. INTERCAMBIABILIDAD ENTRE VALVULAS**

En situaciones operativas donde existe algún desperfecto, ineficiencia, falla mecánica, o bien, que por mantenimiento sea necesario cambiar una válvula por otra idéntica y no se tenga al alcance, será de suma importancia analizar la intercambiabilidad existente entre válvulas, para que de esta manera podamos resolver el problema.

### **Intercambiabilidad entre válvulas**

Para lograr la intercambiabilidad será necesario analizar los siguientes aspectos generales:

1. Características del fluido a transportado.
2. Condiciones extremas de presión y temperatura que ocurran en el sistema de transporte.
3. Tipo de servicio al que la válvula es sometido; bloqueo o estrangulación.
4. Características de los materiales de construcción de la válvula, tanto interiores como exteriores, y las especificaciones del sistema de cierre y empaquetadura.
5. Movimiento del vástago, deslizante o rotatorio.
6. Tipo de actuador.
7. Paso de limpiatubos.

Conociendo perfectamente el perfil anterior se podrá recomendar lo siguiente:

<b># VALVULA</b>	<b>INTERCAMBIABILIDAD CON:</b>
1 — Compuerta	2, y 3.
2 — Macho	1, 3, y 4.
3 — Bola	1, 2, y 4.
4 — Mariposa	1, 2, y 3.
5 — Retención	Por cualquier válvula de bloqueo, sin olvidar que su intervención será casi instantánea.
6 — Globo	La sustitución de esta válvula, debe ser por una que nos genere la misma de caída de presión, como podría ser la válvula # 2, y 3, empleandola para servicio de estrangulación.
7 — Tipo Y	2, y 3.
8 — Angulo	Sin sustitución.
9 — Aguja	2, y 6.

***Intercambiabilidad entre válvulas***

**10 — Seguridad**

11. recordando que generalmente la # 10, es para gas

**11 — Alivio**

10. recordando que generalmente la # 11, es para líquidos.

**12 — Control**

2, 3, 4, y 6.

**CAPITULO VIII**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## **VIII. 1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- El objetivo principal fue que quien consulte la presente tesis, obtenga información clara y formativa acerca de las diferentes válvulas para servicios de cierre o bloqueo, de estrangulación, seguridad-alivio, y control; asimismo de los alcances, limitaciones, y ventajas que estas nos ofrecen.
- Otro aspecto destacado, fue que se hicieron las descripciones respectivas, para cada tipo de válvula que interviene en el sistema de transporte de hidrocarburos mencionado. También se hizo énfasis a los diferentes tipos de asiento disponibles, empaques, y a la lubricación de la misma.
- Si se requiere que una válvula nos genere una caída de presión mínima o despreciable, la mejor opción es una válvula de compuerta de paso completo y continuado; en caso contrario, si se requiere generar una caída de presión considerable, se podría elegir una válvula tipo globo.
- Para válvulas de seguridad-alivio, la presión de calibración del resorte deberá ser del 3% arriba de la presión de operación, para que de este modo, la válvula no se dispare si la presión diferencial es mínima, o en caso contrario si la presión diferencial es grande, la válvula no tarde en disparar, y depure así el excedente de presión del sistema.
- Para la selección del material de fabricación y del tipo de válvula, se deberá considerar la temperatura y presión máximas y mínimas, la compatibilidad del fluido transportado con los materiales seleccionados, para que la válvula tenga un desempeño óptimo.
- Asimismo, en todo momento se deberá tener presente la ubicación de las válvulas instaladas, el acceso a las mismas, y la facilidad existente para que sean operadas, y así su intervención sea la correcta cuando se requiera.

### *Conclusiones y recomendaciones*

- Una guía importante es la de solicitar a agentes de ventas de las compañías fabricantes o representantes de válvulas, información de las válvulas incluidas y disponibles en su catálogo, para que así se adquiera un mejor marco de comparación, para la selección de la válvula más rentable y económica del mercado.
- Por otro lado, cabe hacer mención que en el presente trabajo se analizó la intervención operativa de las diferentes válvulas en diagramas de flujo reales, tanto para líquidos como para gases, ya que éstos en la actualidad están operando y pertenecen a PEMEX.
- Los códigos y normas mencionados, son solamente algunos de los aplicados en la práctica. Estas son indispensables, debido a que por las normas podemos mantener una intercambiabilidad entre válvulas disponibles en la industria, sin la necesidad en caso de un mantenimiento correctivo, o por simple cambio, tener que instalar una válvula que sea idéntica a la original o de la misma compañía.
- El mantenimiento a las válvulas, podrá ser programado en base a las condiciones climáticas de la región, para que el intemperismo afecte lo menos posible las partes externas de la válvula; asimismo se deberá verificar el sistema de empaquetadura de la válvula, para que con ello se elimine el goteo a través de pequeñas grietas, ya que en caso de existir, dadas las condiciones de presión y temperatura, más la erosión ocasionada por el fluido, las grietas se agrandaran resultando más caro el costo de mantenimiento, o en casos extremos provocará el reemplazo total de la válvula.
- Otro objetivo del presente trabajo, es que el ingeniero petrolero incurriere en diferentes ramas de la industria, ya que con esta tesis, se demuestra que el ingeniero petrolero cuenta con los conocimientos académicos necesarios para su desempeño profesional en otros campos, y así con ello ampliar su radio de acción laboral; como en este caso el estudio se hizo referente a válvulas, donde el mercado lo ha limitado a ingenierías como la química, mecánica, o industrial.

### *Conclusiones y recomendaciones*

- Para la corrida de diablos instrumentados o de limpieza, será necesario recordar los tipos de válvulas que están instaladas a lo largo de la línea de conducción, pues directamente el paso de éstos, dependerá de las características del cuerpo que tenga la válvula para permitir o no su paso a través de ella.
- Asimismo este trabajo se recomienda como material de apoyo para la asignatura de Bombeo y Compresión, correspondiente al Plan de Estudios de la carrera de Ingeniero Petrolero.

## BIBLIOGRAFIA

1. Nordstron Valves.  
Rockwell Manufacturing Co.  
Catalog No. 10.
2. Through Conduit Gate Valves.  
W-K-M Division; ACF Industries Inc.  
Catalog No. 300.  
Houston, Texas. 1981
3. Ball Valves.  
Cameron Iron Works.  
Houston, Texas. 1978
4. Gate Valve Technology: Design for the Times.  
W. L. Godare, Foster Valve Corp., C. G. Nevé.  
Offshore Technology Conference.  
Houston, Texas, May 1991.
5. Safety-Relief Valves and General Service Valves  
Crosby Valve & Gage Co.  
The Ashton Valve Co.  
Catalog No. 301  
Wrentham, Mass. 1974
6. Gas Processors Supplies Association.  
Engineering Data Book.  
Tulsa, Okla.  
Ninth Edition, 1977.
7. Control Valve Handbook.  
Fisher Controls.  
Marshall town, Iowa.  
October 1991.
8. API Specification 6D.  
For Steel Gate, Plug, Ball, and Check Valves, for Pipelines Services.  
American Petroleum Institute.  
Dallas, Texas.  
1964.

9. **Special Valve Report, Function, Applications and Selection.**  
The Petroleum Engineer Publishing Co.  
July 1963.
10. **Tool Engineer Handbook.**  
ASTM.  
Mc. Graw Hill, Twelve Edition.  
1972
11. **Válvulas: Selección, Uso y Mantenimiento.**  
Green, Richard W.  
Mc Graw Hill.  
1989.
12. **Valve Installation, Operation and Maintenance.**  
Chemical Engineering/Deskbook.  
Harold C. Templeton  
Oct. 1971.
13. **Diaphragm Motor Valves.**  
Fisher Governor Co.  
Bulletin E-657A.  
Marshall town, Iowa. 1988.
14. **Válvulas de Compuerta de Acero Fundido para Oleoductos,  
Gasoductos y Terminación de pozos.**  
FIP S.A. de C.V.  
Compendio.
15. **Control Valve Sourcebook, Power & Severe Service.**  
Fisher Controls International.  
Marshall town, Iowa. 1990.
16. **Safety and Relief Valve.**  
Kunkle Valve Company, Inc.  
Fortwayne, Indiana.  
1971.
17. **Orbit Valve International, Inc.**  
General Information of Valves.  
Littlerock, Arkansas. 1984.

- 18. Mecánica de Fluidos e Hidráulica.**  
**Ronald V. Giles.**  
**Mc Graw hill, 1983.**
  
- 19. Descripción de los Principales Tipos de Válvulas, Utilizadas en la Industria y Factores a Considerar para su Correcta Selección y Aplicación.**  
**Empresas Lanzagorta S.A. de C.V.**  
**Compendio.**
  
- 20. Operation, Lubrication, and Maintenance for Gate Valves.**  
**W-K-M Division.**  
**Catalog E-165M.**  
**Houston, Texas.**  
**1982.**
  
- 21. High Performance Butterfly Valves.**  
**Poel-Seal International, Inc.**  
**Technical Bulletin No.9.**  
**June 1982.**