

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE PETRÓLEO
CURSOS ESPECIALES DE GRADO**



**EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LAS
DIFERENTES VÁLVULAS DE CONTROL UTILIZADAS EN EL
NEGOCIO DEL GAS NATURAL**

Realizado Por:

Jesse José Lezama Cumana

***Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como
requisito parcial para optar al título de:***

INGENIERO DE PETRÓLEO

Puerto La Cruz, Octubre de 2009

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE PETRÓLEO
CURSOS ESPECIALES DE GRADO**



**EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LAS
DIFERENTES VÁLVULAS DE CONTROL UTILIZADAS EN EL
NEGOCIO DEL GAS NATURAL**

ASESOR:

Ing. Químico: Ivelia Avendaño

Asesor Académico

Puerto La Cruz, Octubre de 2009

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE PETRÓLEO
CURSOS ESPECIALES DE GRADO**



**EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LAS
DIFERENTES VÁLVULAS DE CONTROL UTILIZADAS EN EL
NEGOCIO DEL GAS NATURAL**

JURADO

Ing. Yraima Salas

Jurado Principal

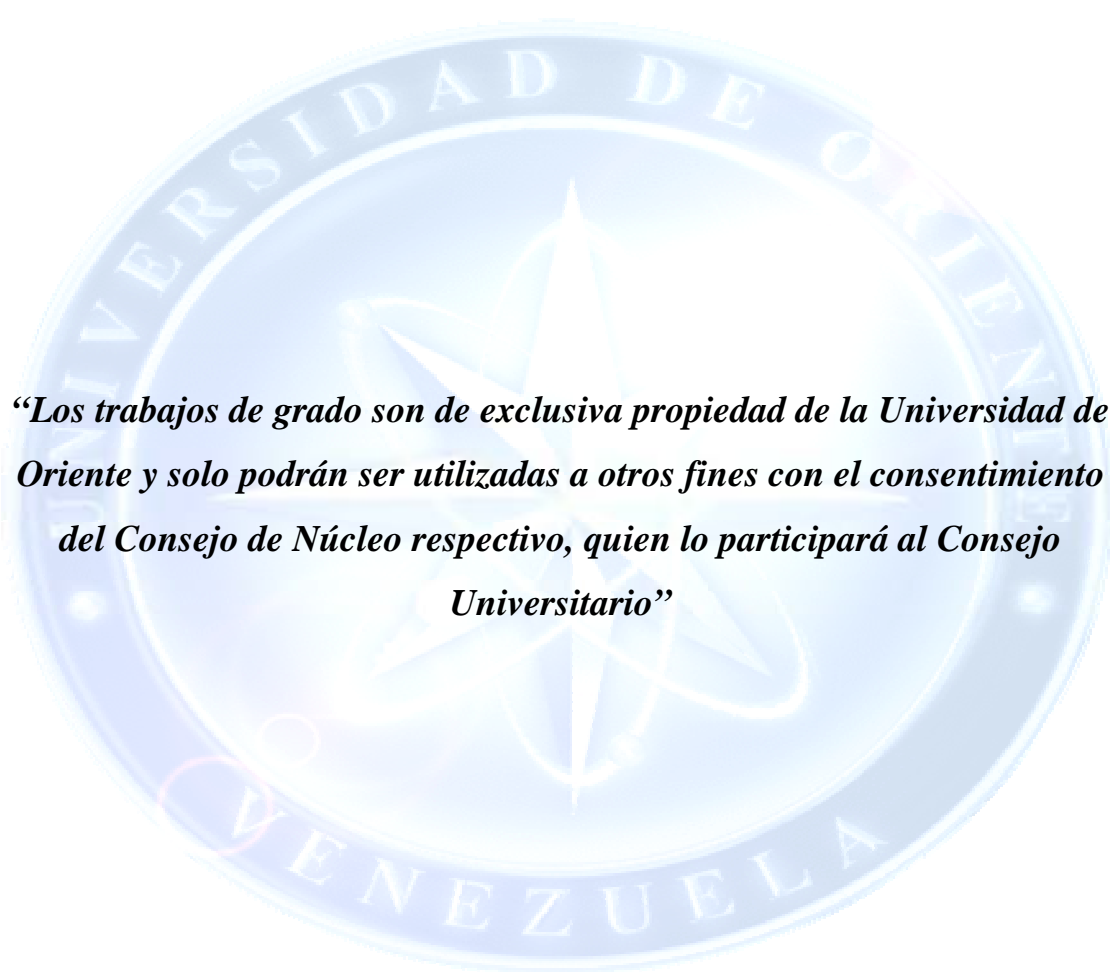
Ing. Lisandro Vilorio

Jurado Principal

Puerto La Cruz, Octubre de 2009

RESOLUCIÓN

De acuerdo al Artículo 44 del Reglamento de Trabajos de Grado:



“Los trabajos de grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participará al Consejo Universitario”

DEDICATORIA

A *Jehová, Dios misericordioso y clemente*, por darme vida y salud, por tu misericordia para conmigo en adjudicar este título.

“En ti confiarán los que conocen tu nombre, por cuanto tú, oh Jehová, no desamparaste a los que te buscaron” (Salmo 9:10)

A mi madre, la mujer que más quiero, la más maravillosa y linda del mundo: “CHAVELITA”, Isabel cumana, fuente de apoyo, lucha, perseverancia y humildad, con tu amor incondicional me has llevado a conseguir este triunfo, valió la pena todos tus sacrificios, sin tu apoyo no lo hubiese logrado “Gracias por existir en mi vida”.

A mi papá “un gran ejemplo a seguir”, mi gran fuente de inspiración: “PANCHO”, Jesús Díaz, gracias por brindarme tu apoyo incondicional que me ha llevado hasta el punto donde hoy me encuentro, todo te lo debo a ti “gracias” por guiar mi vida .

A mi esposa e hijo, “la mujer” mas hermosa que Dios me a dado, mis dos fuentes de amor e inspiración: “AMAYA Y ESOS NIÑOS”, Irelis de Lezama y Frederick Lezama, “gracias” por estar a mi lado, por ayudarme, por estar presente en los momentos más difíciles.

A mis hermanos(a): Carolina, Dexis, Francisco, Josué y John. “sobrinos” Anibita y Anderson. Que son parte de mi familia y siempre los tengo presentes en mi corazón. Y de lo que hoy soy, espero que sirva de ejemplo para el futuro y sigan mis pasos esperando que algún día me superen en todo. Saben que cuentan con mi apoyo para todos sus proyectos que quieran realizar.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por cuidarme y no desampararme nunca, por todos los momentos vividos, los buenos y los malos, porque de todos aprendí. Por darme la fortaleza de seguir adelante a pesar de las adversidades. Gracias por la oportunidad de alcanzar este triunfo.

A personas especiales que en algún momento aparecieron para ayudarme a seguir adelante en la realización de esta meta, familias; Cumana, Guzmán, Rengifo, Carreño, Méndez, Zirit. Muchas gracias por su apoyo y confianza.

A los profesores Roberto Salas, Ivon Ulacio, Luis Castro, José Rondón, Dr. Marcías Martínez, Gonzalo Rojas, Mario Briones, Gracias por la disponibilidad de compartir sus conocimientos, por la ayuda y sus oportunos consejos para contribuir al logro de esta meta.

A mis compañeros Danny Mosquera, Sandra Moreno y demás compañeros de Áreas de Grado, por el tiempo compartido y sus enseñanzas, pues de todos aprendí algo nuevo.

A mi asesora Académica, Prof. Isvelia Avendaño por su paciencia, dedicación y orientación. Por compartir sus valiosos conocimientos y enseñarnos a ser Ingenieros Integrales en esta sociedad que tanto nos necesita.

A la Universidad de Oriente, la casa más alta del oriente de Venezuela, por la oportunidad de recibir los conocimientos necesarios para obtener este triunfo de ser Ingeniero de petróleo.

Jesse J. Lezama C.

RESUMEN

El desarrollo del presente trabajo constituye la evaluación de los criterios de selección de las válvulas de control en el negocio del gas natural. El cual influye de manera determinante en la producción y en los procesos del negocio del gas, así como también de los equipos y las válvulas de control que intervienen en cada uno de estos. Por lo que se describen las diferentes etapas del negocio del gas natural, las características de un sistema de control; además se presentan, describen y clasifican los tipos de válvulas de control, diseño, aplicación, ventajas, desventajas, limitaciones y recomendaciones en la instalación y mantenimiento. Para los criterios de eficiencia y diseño de las válvulas de control se tomaron en cuenta variables importantes como procedencia del fluido y sus posibles contaminantes, diámetro y material de tuberías involucradas, nivel de corrosión, viscosidad del fluido, temperatura del fluido, presión de entrada y salida, caída de presión del proceso, siendo estas fundamentales en la selección del tipo y número de válvulas a utilizar en los diferentes procesos. También se presentan algunas aplicaciones de las nuevas tecnologías en las válvulas de control. Se establecen los criterios de selección de las válvulas de control como criterios de cálculo, vida de servicio y características del sistema; y resultados de estudios anteriores; En el caso de las válvulas a boca de pozo, se describen las más utilizadas para las condiciones de temperatura y presión del fluido con el fin de garantizar un flujo adecuado y satisfactorio. La correcta selección de las válvulas de control, su aplicación y mantenimiento a nivel de ingeniería, costos, seguridad industrial para los equipos y personal humano son de vital y significativa importancia para certificar la eficiencia en la producción en todos los procesos involucrados en el negocio del gas natural.

CONTENIDO

RESOLUCIÓN.....	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS	V
RESUMEN	VII
CONTENIDO	VIII
LISTA DE FIGURAS	XII
LISTA DE TABLAS.....	XIV
CAPITULO I	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. <i>Objetivo general:</i>	4
1.3.2. <i>Objetivos específicos:</i>	4
CAPITULO II	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 GAS NATURAL:	5
2.1.1 <i>Clasificación de los</i>	
<i>gases.....</i>	<i>5</i>
2.2 SISTEMAS DE CONTROL:	6
2.2.1 <i>Características fundamentales de lo sistemas de control de</i>	
<i>procesos.....</i>	<i>9</i>
2.2.2 <i>Elementos de un sistema de</i>	
<i>control.....</i>	<i>10</i>
2.2.3	
<i>Variables.....</i>	<i>11</i>
2.2.3.1 <i>Comportamiento de las variables del</i>	
<i>sistema.....</i>	<i>11</i>
2.2.4 <i>Clasificación de los sistemas de control según su</i>	
<i>comportamiento.....</i>	<i>12</i>
2.2.5 <i>Sistemas de control</i>	
<i>retroalimentados.....</i>	<i>14</i>
2.2.5.1 <i>Diagramas de bloques básicos de un sistema de un sistema de</i>	
<i>control</i>	
<i>retroalimentado.....</i>	<i>15</i>

2.2.5.2 Tipos de sistemas de control retroalimentados.....	17
2.3. VÁLVULAS.....	17
2.3.1 Tipos de válvulas.....	18
2.3.2 Terminología utilizada en válvula de un sistema de control.....	27
2.3.3 Terminología de funciones y características de las válvulas de control.....	33
2.3.4 Normas para la representación de instrumentación y sistemas de control.....	36
2.3.4.1 Normas ISA	
S5.1.....	37
2.3.4.2 Reglas generales.....	37
2.3.4.3 Reglas de identificación funcional.....	37
2.3.4.4 Reglas de identificación del lazo.....	43
CAPITULO III	48
METODOLOGÍA.....	48
3.1 Revisión Bibliográfica	48
3.2 Recopilación y análisis de la información	48
3.3 Etapas del desarrollo	49
CAPITULO IV	51
DESARROLLO	51
4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DEL NEGOCIO DEL GAS NATURAL	51
4.1.1 Producción.	52
4.1.2 Separación.	52
4.1.3 Tratamiento.....	52
4.1.4 Extracción de líquidos	53
4.1.5 Compresión	53
4.1.6 Fraccionamiento.....	53
4.1.7 Transporte y distribución.....	53
4.1.8 Utilización	54
4.2 CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE PROCESOS.....	54

4.2.1 Características de los sistemas de control empleados en las etapas del negocio del gas natural.....	55
4.3. CLASIFICACIÓN DE LAS VÁLVULAS	60
4.3.1 Por la operatividad del obturador de la válvula	61
4.3.2 Por la funcionalidad de la válvula.....	61
4.3.3 Por la naturaleza y condiciones físicas del fluido	62
4.3.4 Por su presión.....	62
4.3.5 Por el tipo de material.....	63
4.3.6 Otras formas de clasificación de las válvulas	63
4.3.7 Características generales.....	63
4.4. APLICACIÓN DE LAS DISTINTAS VÁLVULAS.....	65
4.4.1 Válvula compuerta o espejo.....	65
4.4.2 Válvula mariposa	69
4.4.3 Válvula de Bola	73
4.4.4 Válvula de Cono o Macho (Plug Valve)	78
4.4.5 Válvula de Diafragma.....	81
4.4.6 Válvula de Globo.....	84
4.4.7 Válvula de Aguja	88
4.4.8 Válvula de Retención.....	90
4.4.9 Válvulas para servicio criogénico.....	93
4.5 ANÁLISIS DE LOS CRITERIOS DE EFICIENCIA Y DISEÑO EN LOS PROCESOS DE SELECCIÓN DE VÁLVULAS DE CONTROL.	95
4.5.1 Consideraciones para criterio de diseño	99
4.5.2 Consideraciones para criterio de eficiencia.....	99
4.5.3 Otras consideraciones para criterio de eficiencia y diseño	100
4.5.4 Análisis de los criterios de eficiencia y diseño en los procesos de selección de válvulas de control.....	101
4.6 OPORTUNIDADES DE APLICACIÓN DE NUEVAS TEGNOLOGÍAS EN PROCESOS DE CONTROL CON VÁLVULAS.	103
4.6.1 Nuevas válvulas de control Neles ROTARYGLOBE	103
4.6.2 Válvula de control de intervalos de nueva generación	106
4.6.3 Nueva válvula de control Fisher GX de 3 vías.....	107
4.6.4 Válvula selenoide.....	108
4.7 CRITERIOS DE SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE LAS VÁLVULAS DE CONTROL	109
4.7.1 Selección de las Válvulas de control	109
4.7.2 Criterios de aplicación de las válvulas de control	117
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	122
CONCLUSIONES	125
RECOMENDACIONES	126
BIBLIOGRAFÍA	127
ANEXOS	128

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO..... 12838

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO II	5
FIGURA. 2.1 CONTROL DE NIVEL DE LÍQUIDO	8
FIGURA 2.2 SISTEMA DE CONTROL	10
FIGURA 2.3 SISTEMA DE CONTROL DE LAZO ABIERTO	13
FIGURA 2.4 SISTEMA DE CONTROL A LAZO CERRADO POR RETROALIMENTACIÓN A LA SALIDA	14
FIGURA 2.5 CONTROL DE TEMPERATURA	15
FIGURA 2.6 DIAGRAMA DE BLOQUES BÁSICO DE UN SISTEMA DE CONTROL RETROALIMENTADO.	16
FIGURA 2.7 ACTUADOR DE UNA VÁLVULA DE CONTROL.	19
FIGURA 2.8 VÁLVULA DE COMPUERTA	22
FIGURA 2.9 VÁLVULA DE GLOBO	23
FIGURA 2.10 VÁLVULA DE BOLA.....	23
FIGURA 2.11 VÁLVULA DE MARIPOSA	24
FIGURA 2.12 VÁLVULA DE DIAFRAGMA	25
FIGURA 2.13 VÁLVULA DE APRIETE	25
FIGURA 2.14 VÁLVULA DE RETENCIÓN	26
CAPITULO IV	51
FIGURA. 4.1 ESQUEMA GENERAL DEL NEGOCIO DEL GAS.....	51
FIGURA. 4.2 ESQUEMA DE CONTROL DE RELACIÓN.....	56
FIGURA. 4.3 ESQUEMA DE CONTROL CON ALIMENTACIÓN ADELANTADA.....	57
FIGURA. 4.4 ESQUEMA DE CONTROL OVERRIDE EN UN SISTEMA RECALENTADOR DE VAPOR	58
FIGURA. 4.5 CONTROL OVERRIDE PARA PROTEGER LA ETAPA DE COMPRESIÓN	59
FIGURA. 4.6 CONTROL OVERRIDE PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE GAS	60
FIGURA. 4.7 DIAGRAMA DE CLASIFICACIÓN DE VÁLVULAS POR FUNCIONALIDAD.	61
FIGURA. 4.8 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE VÁLVULAS	63
FIGURA. 4.9 VÁLVULA COMPUERTA O ESPEJO	65
FIGURA 4.10 VÁLVULAS DE COMPUERTA	68
FIGURA 4.11 VÁLVULA MARIPOSA	69
FIGURA 4.12 VÁLVULAS DE MARIPOSA.....	72
FIGURA 4.13 VÁLVULA DE BOLA.....	73
FIGURA 4.14 TIPOS DE VÁLVULAS BOLA	75
FIGURA 4.15 TIPOS DE CUERPO	76
FIGURA 4.17 VÁLVULA MACHO O CONO (PLUG VALVE)	79
FIGURA 4.18 VÁLVULAS MACHO.....	81
FIGURA 4.19 VÁLVULA DE DIAFRAGMA	82

FIGURA 4.20 VÁLVULAS DE DIAFRAGMA	84
FIGURA 4.21 VÁLVULA DE GLOBO	85
FIGURA 4.22 VÁLVULAS DE BOLA	87
FIGURA 4.23 VÁLVULA DE AGUJA.....	88
FIGURA 4.24 VÁLVULAS DE AGUJA.....	89
FIGURA 4.25 VÁLVULA DE RETENCIÓN (TIPO DE ELEVACIÓN).....	90
FIGURA 4.26 VÁLVULAS DE RETENCIÓN	92
FIGURA 4.27 COMPONENTES DE LA VÁLVULA DE CONTROL.....	98
FIGURA 4.28 VÁLVULAS NELES ROTARYGLOBE.....	105
FIGURA 4.29 VÁLVULA DE CONTROL DE INTERVALOS HS (HS-ICV) SMARTWELL.....	106
FIGURA 4.30 VÁLVULA DE CONTROL FISHER GX DE 3 VÍAS	107
FIGURA 4.31 VÁLVULA SELENOIDE	108
FIGURA 4.32 CLASIFICACIÓN DE MATERIALES.....	110
FIGURA 4.33 CARACTERÍSTICAS DE LOS MÁTALES FERROSOS.....	111
FIGURA 4.34 FORMAS COMUNES DE EROSIÓN	112
FIGURA 4.35 INTENSIDAD DE LA EROSIÓN.....	112
FIGURA 4.36 DAÑO POR EROSIÓN EN COMPONENTES INTERNOS DE LAS VÁLVULAS DE CONTROL.....	113
FIGURA 4.37 DAÑO POR CAVITACIÓN Y FLASHEO EN COMPONENTES DE LAS VÁLVULAS	115
FIGURA 4.38 DAÑO EN VÁLVULAS	116
ANEXOS	128
FIGURA A1. GUÍA DE INGENIERÍA ACCESIBILIDAD Y ESPACIO PARA VÁLVULAS	1
FIGURA A2. ARREGLO TÍPICO DE ACCESO PARA VÁLVULAS DE COMPUERTA CON ACTUADOR DE ENGRANAJE (TIPO "A").....	130
FIGURA A3. ARREGLO TÍPICO DE ACCESO PARA VÁLVULAS DE COMPUERTA CON ACTUADOR DE ENGRANAJE (TIPO "B")	131
FIGURA A4. ARREGLO TÍPICO DE ACCESO PARA VÁLVULAS DE COMPUERTA CON ACTUADOR DE ENGRANAJE (TIPO "C")	132
FIGURA A5. ARREGLO TÍPICO DE ACCESO PARA VÁLVULAS DE MARIPOSA	133
FIGURA A9. INSTALACIÓN TÍPICA PARA EVITAR TURBULENCIA EXCESIVA A LA ENTRADA DE UNA VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN.....	1
FIGURA A7. ARREGLO TÍPICO DE VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN SIN VÁLVULA DE AISLAMIENTO.....	1
FIGURA A6. ARREGLO DE VÁLVULA DE ALIVIO CON 100% DE RESPALDO DE CAPACIDAD DE ALIVIO	1
FIGURA A8. ARREGLO TÍPICO DE VÁLVULA DE AISLAMIENTO PARA CABEZALES Y SUB CABEZALES.....	1

LISTA DE TABLAS

CAPITULO II	5
TABLA 2.1. LETRAS DE IDENTIFICACIÓN.....	38
CAPITULO IV	51
TABLA 4.1 TIPOS DE VÁLVULAS ASOCIADAS A LAS ETAPAS DEL NEGOCIO DEL GAS NATURAL	64
TABLA 4.2 NIVEL DE DAÑO CAUSADOS POR EROSIÓN.....	113
TABLA 4.3 MATERIALES DE CUERPO RESISTENTES A LA EROSIÓN.....	114
TABLA 4.4 MATERIALES DE TRIM RESISTENTES AL DAÑO	116
TABLA 4.5 CARACTERÍSTICAS, USOS Y LIMITACIONES DE LOS TIPOS BÁSICOS DE VÁLVULAS.	117
ANEXOS	128
TABLA A1 CONDICIONES DE PRESIÓN PARA UNA VÁLVULA DE ALIVIO DE SEGURIDAD INSTALADA EN UN RECIPIENTE A PRESIÓN (FASE VAPOR) VÁLVULA SUPLEMENTARIA USADA SOLAMENTE PARA EXPOSICIÓN A UN INCENDIO	¡ERROR!
MARCADOR NO DEFINIDO.	
TABLA A2 LISTADO DE LOS PRINCIPALES ESTÁNDARES Y ESPECIFICACIONES QUE CUBREN DISEÑO, PRODUCCIÓN Y PRUEBA USADOS EN LA FABRICACIÓN DE VÁLVULAS.	136
TABLA A3 NORMAS PARA LA SELECCIÓN DE LOS MATERIALES PARA LAS PRINCIPALES APLICACIONES DE LA INDUSTRIA.	138

CAPITULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

Las instalaciones industriales en su mayor parte están constituidas por válvulas y accesorios, por lo que es necesario un conocimiento de sus propiedades, características, diseño, resistencia al paso de fluidos y funcionamiento para determinar la mejor aplicación de dichos elementos en un sistema de tuberías completo para un correcto funcionamiento del proceso.

A medida que la industria se vuelve más compleja, más importante es el papel de los fluidos en las máquinas industriales. Hace cien años el agua era el único fluido importante que se transportaba por tuberías. Sin embargo, hoy cualquier fluido se transporta por tuberías durante su producción, proceso, transporte o utilización. La era de la energía atómica y de los cohetes espaciales ha dado nuevos fluidos como son los metales líquidos, sodio, potasio, bismuto y también gases licuados como oxígeno, nitrógeno, etc.; entre los fluidos más comunes se tiene al petróleo, agua, gases, ácidos y destilados que hoy día se transportan por tuberías donde se necesita un control preciso del movimiento de fluidos.

Hoy en día los requerimientos del medio hacen expandir los diseños de las válvulas y sus funciones. Altas presiones, amplios rangos de temperatura, los distintos tipos de fluidos, todos estos factores y muchos más han contribuido al desarrollo de las válvulas.

En el control automático de los procesos industriales la válvula de control juega un papel muy importante en el bucle de la regulación. Realiza la función de variar el caudal del fluido de control que modifica a su vez el valor de la variable medida comportándose como un orificio de área continuamente variable. Dentro del bucle de control tiene tanta importancia como el elemento primario, el transmisor y el controlador.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años se ha presenciado una gran explosión de interés mundial en el tema de la energía, pero es en 1922 cuando inicia en Venezuela la explotación petrolera a gran escala, hasta mediados de 1945, el gas era arrojado a la atmósfera sin darle utilización alguna. Siendo este tema un aspecto crucial de la agenda económica, política, social y ambiental de los países productores pero más aun de los consumidores.

El gas natural como recurso energético supera ampliamente a otras fuentes de energía, además de causar bajo impacto ambiental en comparación con otros carburantes, perfilándose como un recurso muy importante y materia prima del sector industrial, así como un producto final de gran utilidad para los sectores domésticos y comerciales. Una de las dificultades asociadas al gas natural era como llevar este producto gaseoso desde su producción hasta el consumidor final, debido a que su manejo tiene un alto grado de peligrosidad, por lo que es indispensable formular criterios de selección del diseño, seguridad y control que deben ser obligatorios para su transporte y almacenamiento.

Desde el nacimiento del desarrollo Industrial la aplicación de sistemas de control ha sufrido una constante marcha evolutiva hacia la perfección en busca de elementos que permitan influir en el funcionamiento de un proceso específico al regular variables tales como nivel, presión, flujo, temperatura, etc., y más aún en el diseño de infraestructuras tan complejas como las plantas de gas donde normalmente se requiere iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante piezas móviles que abran, cierren u obstruyan en forma parcial uno o más orificios de conductos. Por tal motivo se han desarrollado una serie de válvulas o elementos finales de control que permiten manipular y estabilizar los parámetros de operación de un proceso, siendo estos argumentos valederos y de indiscutible solidez

como para estudiar y establecer criterios de selección tendientes a contemplar la diversidad de aplicaciones en las que estos dispositivos pueden ser utilizados.

En el marco de esta problemática surge la necesidad de reevaluar la disposición y aplicación de los distintos tipos de válvulas para lograr corregir las deficiencias que presentan al considerar los parámetros de diseño establecidos como la presión de entrada y salida, el flujo, la temperatura y viscosidad, la vida de servicio que establece el rango del material, compatibilidad química, erosión, cavitación, flasheo y ruido para ofrecer alternativas acordes al proceso. Siendo muy importante realizar la evaluación de los criterios de selección de las diferentes válvulas de control utilizadas en el negocio del gas natural, como factor determinante en la reducción de costos iniciales de inversión, de esta manera se evitan los potenciales riesgos de seguridad e inconvenientes futuros que implican la remoción y reemplazo de las válvulas generando nuevos gastos, así como también las pérdidas económicas a causa de la parada del proceso y los daños secundarios producidos por el inadecuado funcionamiento de las válvulas, otro factor económico es la pérdida, deterioro y desecho del fluido que maneja la planta.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general:

Evaluar los criterios de selección de las diferentes válvulas de control utilizadas en el negocio del gas natural.

1.3.2. Objetivos específicos:

- Describir las diferentes etapas del negocio del gas natural.
- Identificar las características fundamentales de un sistema de control de procesos.
- Clasificar los tipos de válvulas de acuerdo al fluido controlado en cada etapa.
- Presentar las aplicaciones de las distintas válvulas de control.
- Analizar criterios de eficiencia y diseño en los procesos de selección de válvulas de control.
- Considerar oportunidades de aplicación de nuevas tecnologías en procesos de control con válvulas.
- Establecer los criterios de selección y aplicación de las válvulas de control.

MARCO TEÓRICO

2.1 GAS NATURAL:

Es una mezcla de hidrocarburos parafínica que incluye el metano como principal componente y porciones menores de etano, propano, pentano y otros compuestos más pesados. Esta mezcla contiene contaminantes no hidrocarburos tales como el vapor de agua, sulfuro de hidrogeno, dióxido de carbono y gases inertes como nitrógeno y helio.

2.1.1 Clasificación de los gases:

En general el gas natural puede clasificarse como gas ácido, gas agrio, gas seco o pobre, gas dulce y gas rico o húmedo.

- **Gas ácido:** Son aquellas impurezas en una corriente de gas tales como el CO₂, H₂S, COS, RHS y el SO₂ que adquieren propiedades de ácidos en presencia del agua. Los más comunes en el gas natural son CO₂, H₂S, COS.
- **Gas agrio:** Es aquel gas natural que contiene cantidades apreciables de sulfuros de hidrógenos (H₂S), estos valores se definen basándose en la utilización posterior del gas la norma No.2184 de CSA, establece que para el transporte de gas por tuberías un gas agrio es aquel que contiene mas de 1.0 granos de H₂S/100 pcn o 16 ppm. La definición de gas agrio aplica también al contenido de CO₂, generalmente es practico reducir el contenido de CO₂ por debajo del 2% molar para efectos de gas de venta.

- **Gas seco o pobre:** Esta constituido básicamente por metano. También se refiere a aquellos gases cuyo contenido de propano y otros hidrocarburos mas pesados es muy bajo o casi nulos.
- **Gas dulce:** esta denominación se refiere a aquel gas al cual le fueron eliminados los componentes ácidos o están presentes en cantidades muy pequeñas (trazas).
- **Gas rico o húmedo:** es aquel con un contenido apreciable de hidrocarburos licuables, algunos autores también denominan gas húmedo, al gas saturado con agua.

2.2 SISTEMAS DE CONTROL:

Un sistema de control es un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que permiten influir en el funcionamiento de un sistema en específico. La finalidad de un sistema de control es conseguir, mediante la manipulación de variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen unos valores prefijados.

Son sistemas que permiten regular variables tales como nivel, presión, flujo, temperatura, etc. Estos sistemas presentan ventajas como:

- Reduce los costos de producción
- Mejora la calidad de los productos
- Disminuye los tiempos de operación
- Reduce la dependencia de operadores
- Aumenta la seguridad de la planta

A continuación se definirán algunos términos usados en control:

- **Planta:** Es equipo o un conjunto de equipos que permiten realizar una operación determinada.
- **Proceso:** Está constituido por una serie de operaciones coordinadas sistemáticamente para producir un resultado final que puede ser un producto.
- **Variable controlada:** Es una variable del proceso (VP) que se mantiene en una condición específica deseada, es decir, que mantenga un valor constante o varíe en una forma determinada.
- **Variable manipulada:** Es una variable del proceso (VM) cuyo valor se cambia continuamente para hacer que la variable controlada vuelva al valor deseado de control al sufrir una desviación del valor deseado.
- **Perturbación:** Es un agente indeseable que tiende a afectar desfavorablemente el valor que se desea que tenga la variable controlada.
- **Punto de ajuste:** Es la manera de indicarle al sistema de control el valor que se desea que tenga la variable controlada.
- **Señal de corriente de entrada:** considera como estímulo aplicado a un sistema desde una fuente de energía externa con el propósito de que el sistema produzca una respuesta específica.
- **Señal de corriente de salida:** respuesta obtenida por el sistema que puede o no relacionarse con la respuesta que implicaba la entrada.

- **Conversión:** mediante receptores se generan las variaciones o cambios que se producen en la variable.
- **Variaciones externas:** son los factores que influyen en la acción de producir un cambio de orden correctivo.
- **Fuente de energía:** es la que entrega energía necesaria para generar cualquier tipo de actividades dentro del sistema.
- **Lazo de control:** Está formado por un conjunto de instrumentos interconectados entre si de tal forma que permiten mantener a la variable controlada en el valor deseado. Por ejemplo: para controlar el nivel de líquido en un tanque mediante la regulación de flujo, para la figura 2.1 se tiene que:

La variable controlada es el nivel del líquido = h

La variable manipulada es el flujo de entrada = q_m

La posible perturbación es la presión de suministro = P_s

El punto de ajuste = r

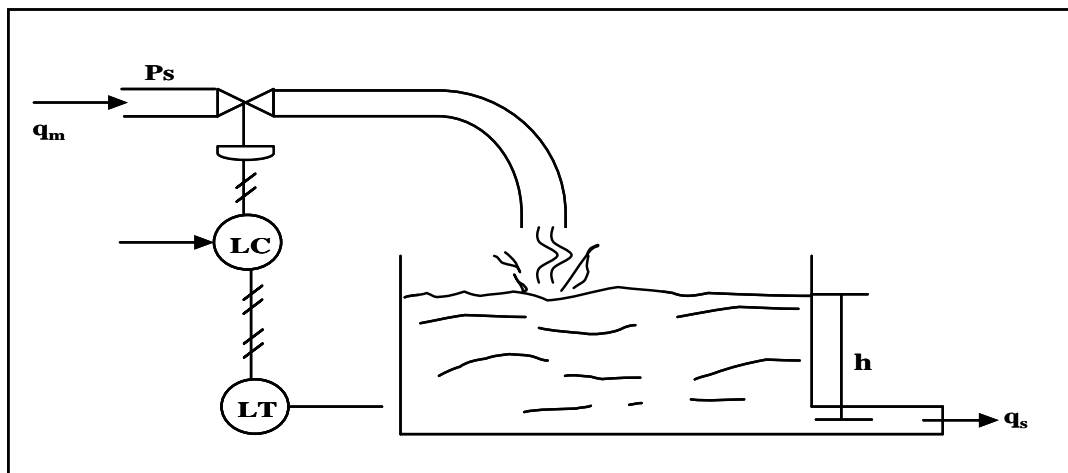


Figura. 2.1 Control de nivel de líquido

2.2.1 Características fundamentales de los sistemas de control de procesos:

- **Estabilidad:** Es cuando al ocurrir una perturbación la variable controlada cambia inicialmente pero en un tiempo muy corto alcanza el valor que tenía anteriormente.
- **Exactitud:** Un sistema de control exacto debe ser capaz de minimizar cualquier error a un valor aceptable; no existen sistemas de control 100% exacto debido a pequeñas imperfecciones propias de los componentes que lo conforman, sin embargo muchas aplicaciones de control no requieren una exactitud extrema.
- **Velocidad de respuesta:** Un sistema de control debe responder a un cambio ante cualquier entrada en un tiempo aceptable. El sistema no tiene valor si es muy lento en responder aunque sea estable y tenga la exactitud requerida.

2.2.2 Elementos de un sistema de control

Un sistema de control se compone de:

- **Proceso:** sistema al que se desea controlar.
- **Elemento primario de control (sensores):** tienen “contacto” con la variable dinámica que se está midiendo.
- **Controlador:** a partir de las señales obtenidas por los sensores, compara con una referencia y ejerce una acción correctiva de acuerdo con la desviación.
- **Elemento final de control:** efectúa la acción de control que afecta el proceso.

- **Transmisores:** recibe una señal del elemento primario, puede contener al transductor y enviar una señal estándar.
- **Transductores:** recibe una señal y a partir de un sistema de control y mediante propiedades físicas, químicas, etc. La transforma en otra señal amplificada o mas cómoda.
- **Convertidor:** convierte una señal estándar en otra estándar mediante una relación lineal preferentemente. Por ejemplo convertidor P/ I (de señal neumática a señal eléctrica de corriente) o su convertidor inverso I / P.

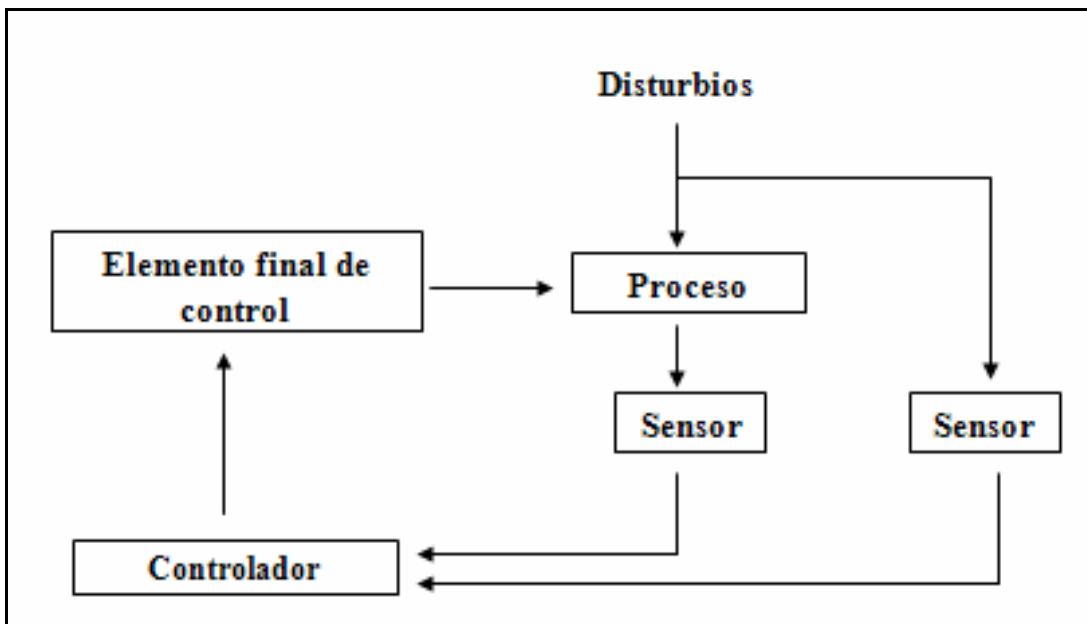


Figura 2.2 Sistema de Control

2.2.3 Variables

Cada sistema y subsistema contiene un proceso interno que se desarrolla sobre la base de la acción, interacción y reacción de distintos elementos que se deben necesariamente conocerse. Dado que dicho proceso es dinámico, suele denominarse como variable, a cada elemento que compone o existe dentro de los sistemas y subsistemas. No todas las variables tienen el mismo comportamiento sino que por lo contrario, según el proceso y las características del mismo, asumen comportamientos diferentes dentro del mismo proceso de acuerdo al momento y las circunstancias que lo rodean.

2.2.3.1 Comportamiento de las variables de sistemas

- **Parámetro:** uno de los comportamientos que puede tener una variable es el de parámetro, que es cuando una variable no tiene cambios ante alguna circunstancia específica, no quiere decir que la variable es estática no mucho menos, ya que solo permanece inactiva o estática frente a una situación determinada.
- **Operadores:** otro comportamiento es el de operador, que son las variables que activan a las demás y logran influir decisivamente en el proceso para que este se ponga en marcha. Se puede decir que estas variables actúan como líderes de las restantes y por consiguiente son privilegiadas respecto a las demás variables. Cabe aquí una aclaración: las restantes variables no solamente son influidas por los operadores, sino que también son influenciadas por el resto de las variables y estas tienen también influencia sobre los operadores.
- **Retroalimentación:** la Retroalimentación se produce cuando las salidas del sistema o la influencia de la salida de los sistemas en el contexto, vuelven a ingresar al sistema como recurso o información. La retroalimentación es una

característica importante de los sistemas de control de lazo cerrado. Es una relación secuencial de causas y efectos entre las variables del sistema. Dependiendo de la acción correctiva que tome el sistema, este puede apoyar o no una decisión, cuando en el sistema se produce un retorno se dice que hay una retroalimentación negativa, si el sistema apoya la decisión inicial se dice que hay una retroalimentación positiva.

2.2.4 Clasificación de los sistemas de control según su comportamiento

- **Sistemas de control de lazo abierto**

Es aquel sistema en el que la acción de control está muy relacionada con la entrada pero su efecto es independiente de la salida. Estos sistemas se caracterizan por:

- ◆ Tener la capacidad para poder establecerles (calibrar) una relación entre la salida con el fin de lograr la exactitud deseada.
- ◆ No tienen el problema de la inestabilidad.

La acción de control se calcula conociendo la dinámica del sistema y las consignas. Esta estrategia de control puede compensar los retrasos inherentes del sistema anticipándose a las necesidades del usuario.

Se identifica fácilmente por la ausencia de retroalimentaciones. En la figura 2.3 se esquematiza un lazo de control abierto. A partir de los valores de consigna o de “set point” (y_{sp}), el controlador actúa modificando las variables manipuladas (u) del proceso de manera tal que las variables de salida (y_s) se aproximen lo más posible a las consignas. Los sistemas de control a lazo abierto no requieren de medidores, por lo que son normalmente más simples y económicos. Como contrapartida, en lazo abierto no se puede asegurar valores de y_s que se aproximen aceptablemente a los especificados por y_{sp} . En efecto, cualquier apartamiento de y_s con respecto a y_{sp} , no

podrá ser detectado por el sistema, y en consecuencia no se podrá corregir u para disminuir el error ($y_{sp}-y_s$).

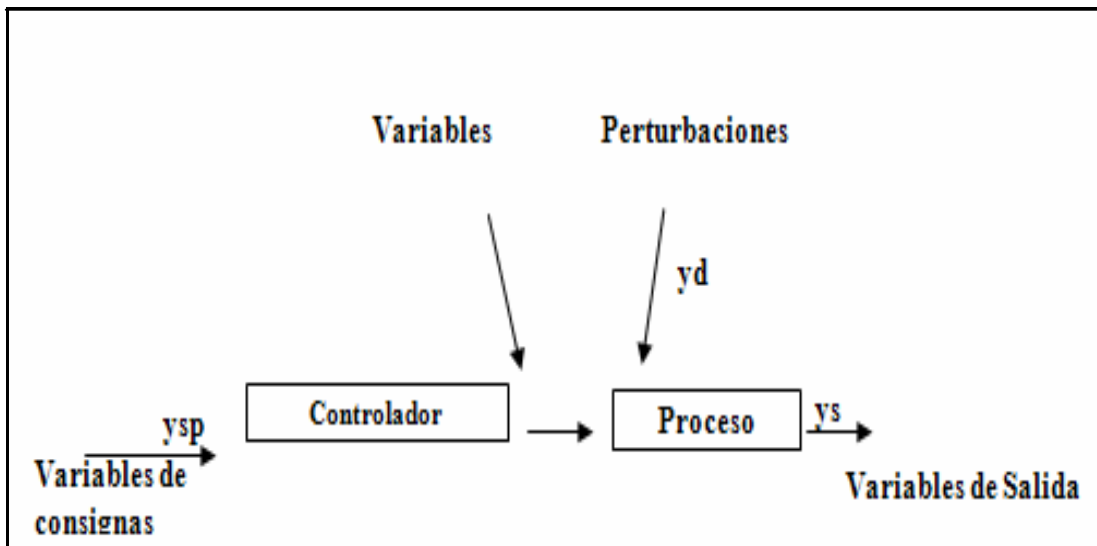


Figura 2.3 Sistema de Control de Lazo Abierto

- **Sistemas de control de lazo cerrado**

Los sistemas de control de lazo cerrado (también denominados sistemas de control realimentados), se caracterizan por la existencia de medidores de las variables de salida, y permiten corregir las deficiencias de los sistemas de lazo abierto. Son los sistemas en los que la acción de control esta en cierto modo muy dependiente de la salida. La acción de control se calcula en función del error medido entre la variable controlada y la consigna deseada. Las perturbaciones, aunque sean desconocidas son consideradas indirectamente mediante sus efectos sobre las variables de salida. Este tipo de estrategia de control puede aplicarse cual sea las variables controlada. La gran mayoría de los sistemas de control que se desarrollan en la actualidad son de lazo cerrado.

En la figura 2.4 se representa una forma esquemática un sistema de control a lazo cerrado por realimentación a la salida. En este esquema se han separado las variables de salida, clasificándolas en medibles y no medibles. Una variable de proceso es medible cuando existe sensores (medidores) que posibilitan determinar directamente su magnitud (por ejemplo, la temperatura puede determinarse a partir de la señal provista por una termocupla o por una termoresistencia; la presión puede obtenerse por un manómetro, etc.). Si dicho sensor o medidor no existe, la variable de proceso es no medible.

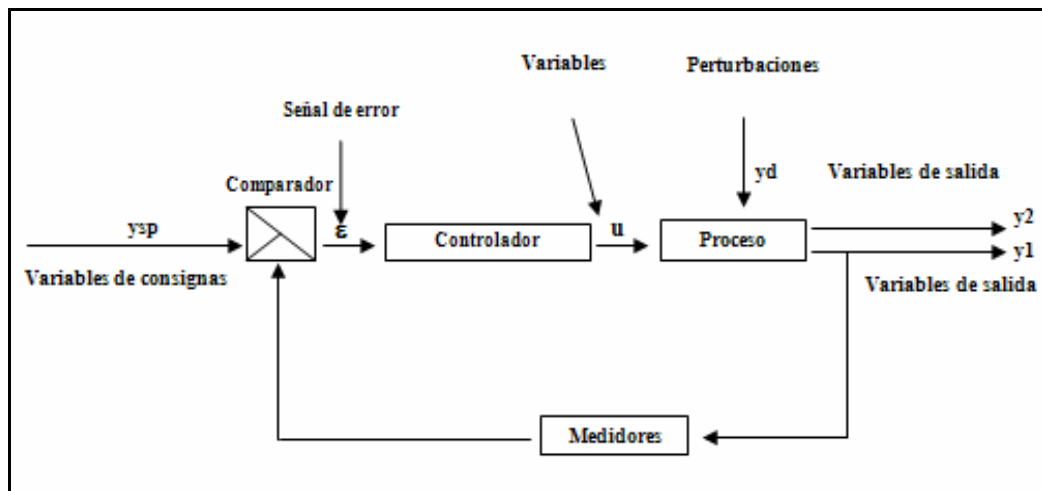


Figura 2.4 Sistema de control a lazo cerrado por retroalimentación a la salida

2.2.5 Sistemas de control retroalimentados:

Un sistema de control retroalimentado es aquel en el cual la variable controlada se compara continuamente con la señal de referencia o punto de ajuste y cualquier diferencia que exista entre ambas (el error) es usada para reducir la desviación entre ellas. Al instrumento que se encarga de hacer la comparación y de hacer ajustes para corregir la desviación de la variable se le conoce como controlador, este se indica con el símbolo LC. En el sistema mostrado en la figura 2.5 se controla la temperatura del agua mediante la inyección de vapor en un serpentín.

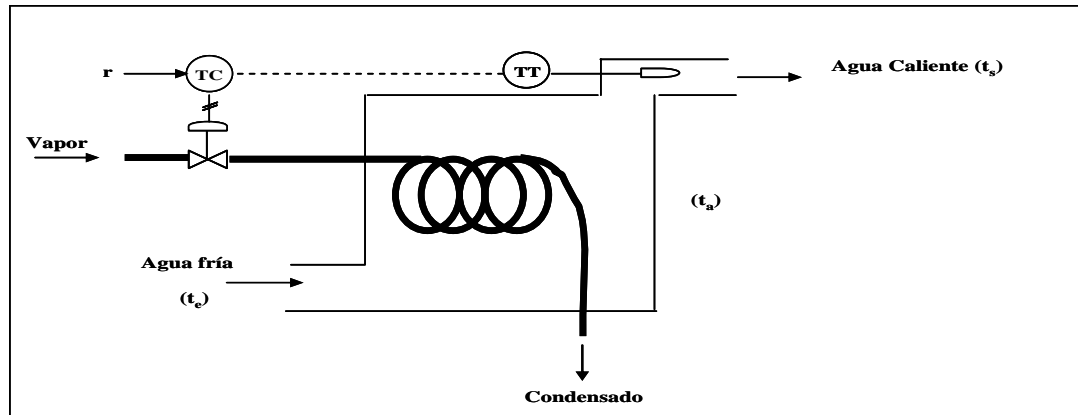


Figura 2.5 Control de temperatura

En este caso en el sistema se cumple que la temperatura del agua caliente (t_s) es la variable controlada, el flujo de vapor es la variable manipulada y la perturbación es cualquier cambio en la temperatura de entrada del agua fría (t_e).

En general la temperatura de salida del agua caliente detectada por el instrumento de medición de temperatura, es comparada con la temperatura deseada (señal de referencia) para generar una señal de error que luego de ser modificada actúa sobre la válvula para corregir la desviación en la temperatura del valor deseado. Si la temperatura sube por encima del valor deseado el controlador cierra la válvula que regula el flujo de vapor y lo contrario si la temperatura baja.

2.2.5.1. Diagrama de bloques básico de un sistema de control retroalimentado.

La figura 2.6 muestra el diagrama de bloques básico de un sistema de control retroalimentado.

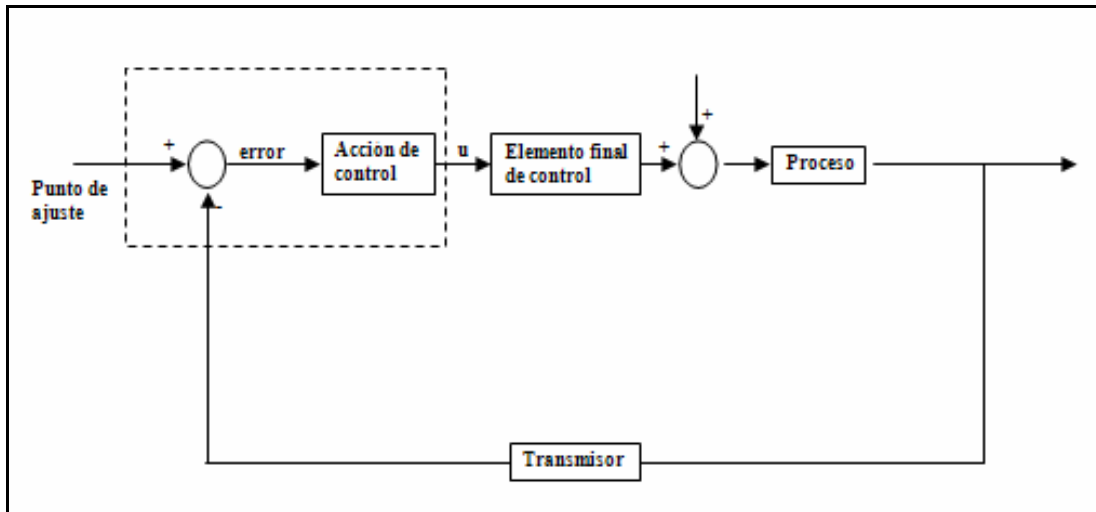


Figura 2.6 Diagrama de bloques básico de un sistema de control retroalimentado.

- **El transmisor:** Tiene la función de sensar a la variable controlada y convertirla en una señal normalizada. Las señales normalizadas mas comunes son 4 a 20 mA cd y 3 a 15 psi.
- **El controlador:** Compara la señal de referencia con la señal de retroalimentación, proviene del transmisor, mediante una diferencia generando una señal de error, luego efectúa una acción sobre el error a fin de modificar la posición del elemento final de control en el sentido de eliminar el error. La acción del control depende del proceso que se va controlar.
- **Elemento final de control:** Modifica el valor de la variable manipulada a fin de lograr que la variable controlada regrese rápidamente al valor deseado de control. Se asume que la variable controlada depende fuertemente de la variable manipulada.

2.2.5.2. Tipos de sistemas de control retroalimentados

Existen dos tipos básicos de sistemas de control retroalimentados, estos son:

- ◆ **Sistema regulatorio:** Busca mantener constante la variable controlada a pesar de las perturbaciones que puedan actuar sobre el proceso y donde el punto de ajuste casi no cambia. El controlador se diseña para prevenir las perturbaciones sobre el proceso de manera que éstas no afecten el valor de la variable controlada.
- ◆ **Sistema seguidor:** Se asume que no hay perturbaciones en el proceso. El controlador se diseña para forzar a la variable controlada a seguir los cambios en el punto de ajuste tan cerca como sea posible. En este caso el punto de ajuste se puede cambiar remotamente desde un computador o desde un instrumento apropiado para el caso.

2.3. VÁLVULAS

Una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

Las válvulas son unos de los instrumentos de control más esenciales en la industria, debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos. En algunas instalaciones se requiere un sellado absoluto; en otras, las fugas o escurrimientos no tienen importancia.

2.3.1 Tipos de válvulas

- **Válvula de control:** la válvula automática de control generalmente constituye el último elemento en un lazo de control instalado en la línea de proceso y se comporta como un orificio cuya sección de paso varía continuamente con la finalidad de controlar un caudal en una forma determinada.

Las válvulas de control automatizadas constan básicamente de dos partes que son: la parte motriz o actuador y el cuerpo.

- ❖ **Actuador:** el actuador también llamado accionador o motor, puede ser neumático, eléctrico o hidráulico, pero los más utilizados son los dos primeros, por ser las más sencillas y de rápida actuaciones. Aproximadamente el 90% de las válvulas utilizadas en la industria son accionadas neumáticamente. Los actuadores neumáticos constan básicamente de un diafragma, un vástago y un resorte tal como se muestra en la (figura 2.7). Lo que se busca en un actuador de tipo neumático es que cada valor de la presión recibida por la válvula corresponda una posición determinada del vástago. Teniendo en cuenta que la gama usual de presión es de 3 a 15 lbs/pulg² en la mayoría de los actuadores se selecciona el área del diafragma y la constante del resorte de tal manera que un cambio de presión de 12 lbs/pulg², produzca un desplazamiento del vástago igual al 100% del total de la carrera.
- ❖ **Cuerpo de la Válvula:** este esta provisto de un obturador o tapón, los asientos del mismo y una serie de accesorios. La unión entre la válvula y la tubería puede hacerse por medio de bridas soldadas o roscadas directamente a la misma. El tapón es el encargado de controlar la cantidad de fluido que pasa a través de la válvula y puede accionar en la dirección de su propio eje mediante un movimiento angular. Esta unido por medio de un vástago al actuador.

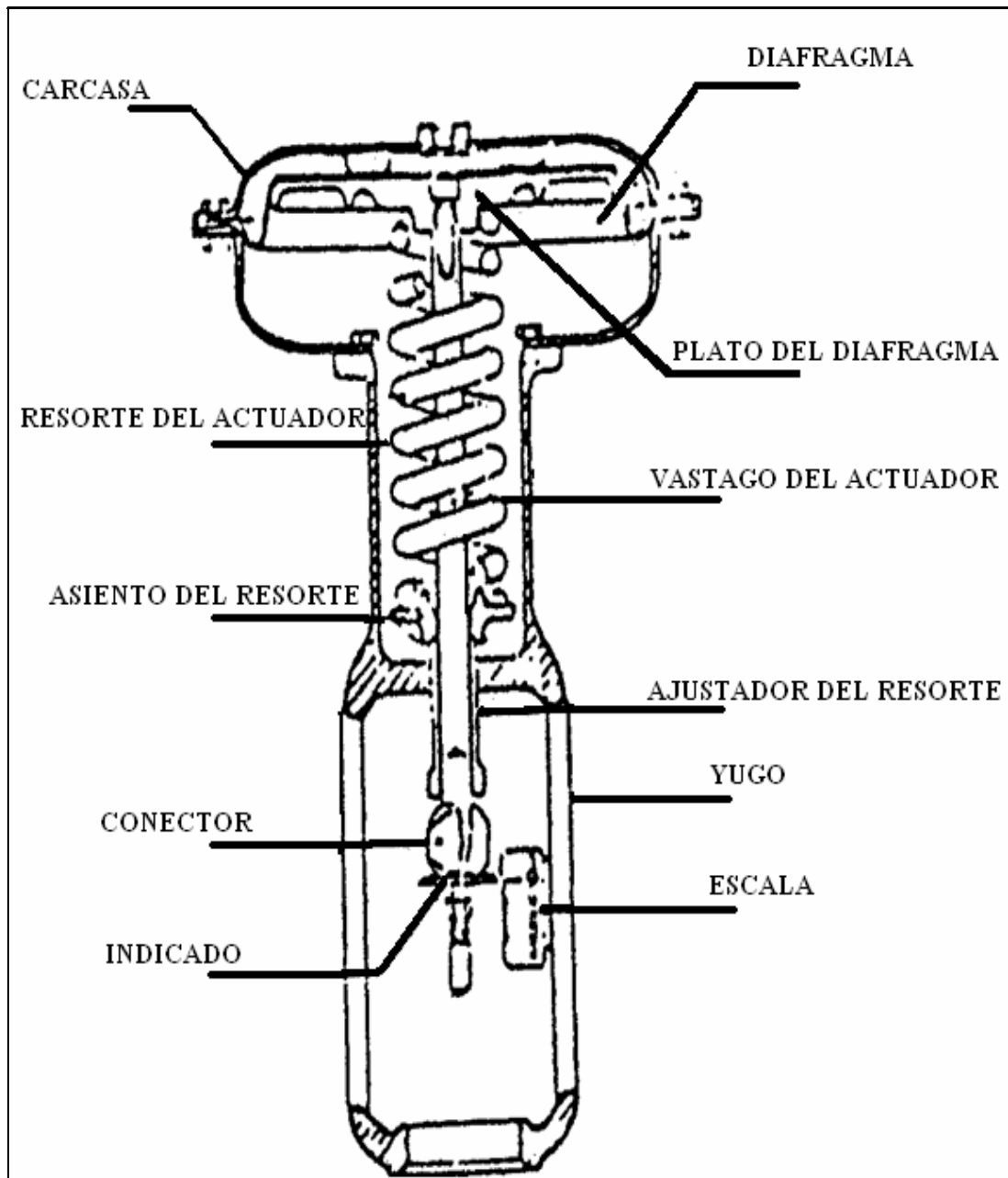


Figura 2.7 Actuador de una válvula de control.

A continuación se definen algunos términos utilizados en actuadores de válvulas de control

- Actuator Tallo: La parte que conecta el actuator de la válvula y transmite el movimiento (fuerza) de la actuator de la válvula.
- Actuator Tallo Extensión: Una extensión del vástago del pistón del actuator a proporcionar un medio de transmisión de movimiento del pistón posicionador a la válvula.
- Actuator Tallo Fuerza: La fuerza neta de un actuator que está disponible para real la posición de la válvula de enchufe.
- Diafragma: flexible, sensible a presión elemento que transmite la fuerza a la placa y el diafragma actuator tallo.
- Actuator de diafragma: Un dispositivo de fluido de alimentación en el que el fluido actúa como un componente flexible, el diafragma.
- Pistón: un móvil sensible de presión, elemento que transmite la fuerza para el pistón del actuator del tallo.
- Enchufe: Un término frecuentemente usado para referirse al cierre de un miembro.
- Puerto: El control de flujo de un orificio de una válvula de control.
- Anillo de retención: un anillo que está dividido, se utiliza para mantener la separación de una brida con el cuerpo de válvula.

- **Actuador inverso:** Un diafragma actuador en el que el vástago del actuador se retrae con el aumento de la presión del diafragma. Actuadores inversos tienen un sello en el casquillo instalado en el extremo superior del yugo para evitar fugas por la presión del diafragma a lo largo del actuador tallo.
 - **Sello Buje:** cojinetes superiores e inferiores que proporcionan una forma de sellar el pistón contra fugas en el cilindro actuador. Se utiliza caucho sintético en los bujes para sellar el cilindro, el actuador del tallo, y el actuador extensión del tallo.
 - **Yugo:** La estructura rígida que conecta el actuador a la unidad de potencia de la válvula.
- **Válvula de compuerta:** la válvula de compuerta es de vueltas múltiples, en la cual se cierra el orificio vertical de cara plana que se desliza en ángulos rectos sobre el asiento.

Estas válvulas son recomendadas para, servicios con abertura total o cierre total, sin estrangulación, para uso poco frecuente, para resistencia mínima a la circulación y para mínimas cantidades de fluido o líquidos atrapados en la tubería. Son aplicables para servicios generales, aceites y petróleo, gas, aire, pastas semilíquidas y líquidos espesos.



Figura 2.8 Válvula de Compuerta

- **Válvula de macho:** la válvula de macho es de $\frac{1}{4}$ de vuelta que controla la circulación por medio de un macho cilíndrico o cónico que tiene un agujero en el centro, que se puede mover de la posición abierta a la cerrada mediante un giro de 90° .

Son recomendadas para servicios con abertura total o cierre total, para accionamiento frecuente, para baja caída de presión a través de la válvula, para resistencia mínima a la circulación y para cantidad mínima de fluido atrapado en la tubería.

- **Válvula de globo:** una válvula de globo es de vueltas múltiples, en el cual el cierre se logra por medio de un disco o tapón que sierra o corta el paso del fluido en un asiento que suele estar paralelo con la circulación en la tubería.

Estas válvulas son recomendadas para estrangulación o regulación de circulación, para accionamiento frecuente, para corte positivo de gases o aire y cuando es aceptable cierta resistencia a la circulación.



Figura 2.9 Válvula de globo

- **Válvula de bola:** las válvulas de bola son de $\frac{1}{4}$ de vueltas, en las cuales una bola taladrada gira entre asientos elásticos, lo cual permite la circulación directa en la posición abierta y corta el paso cuando se gira la bola 90° y cierra el conducto.



Figura 2.10 Válvula de bola

- **Válvula de mariposa:** la válvula de mariposa es de $\frac{1}{4}$ " de vuelta y controla la circulación por medio de un disco circular, con el eje de su orificio en ángulos rectos con el sentido de la circulación.

Son recomendadas para servicios con abertura total o cierre total, servicios con estrangulación, para accionamiento frecuente, cuando se requiere corte positivo para gases o líquidos, cuando solo se permite un mínimo de fluido atrapado en la tubería y para baja caída de presión a través de la válvula.



Figura 2.11 Válvula de Mariposa

- **Válvula de diafragma:** las válvulas de diafragma son de vueltas múltiples y efectúan el cierre por medio de un diafragma flexible sujeto a un compresor, el diafragma produce el sellamiento y corta la circulación.

Estas válvulas son recomendadas para servicios con aberturas o cierre total, servicios de estrangulación y para servicios con bajas presiones de operación.

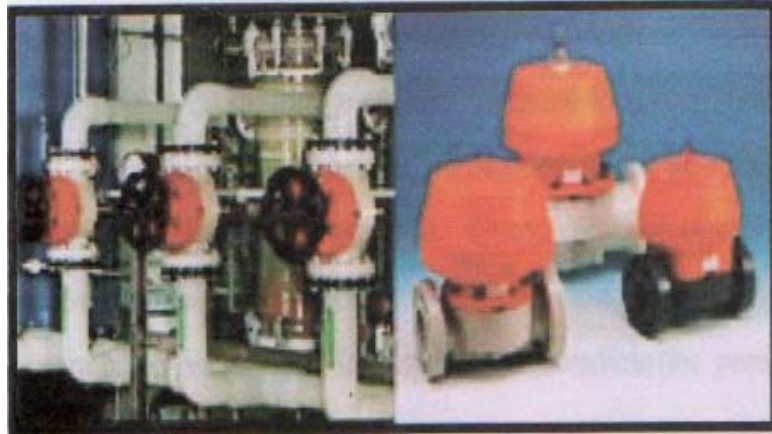


Figura 2.12 Válvula de diafragma

- **Válvula de apriete:** las válvulas de apriete es de vueltas múltiples y efectúa el cierre por medio de uno o más elementos flexibles, como diafragma o tubos de cauchos que se pueden apretar u oprimir entre sí para cortar la circulación. Son recomendadas en servicios de abertura y cierre, servicios de estrangulación, para temperaturas moderadas, cuando hay baja caída de presión a través de la válvula y para servicios que requieren poco mantenimiento.

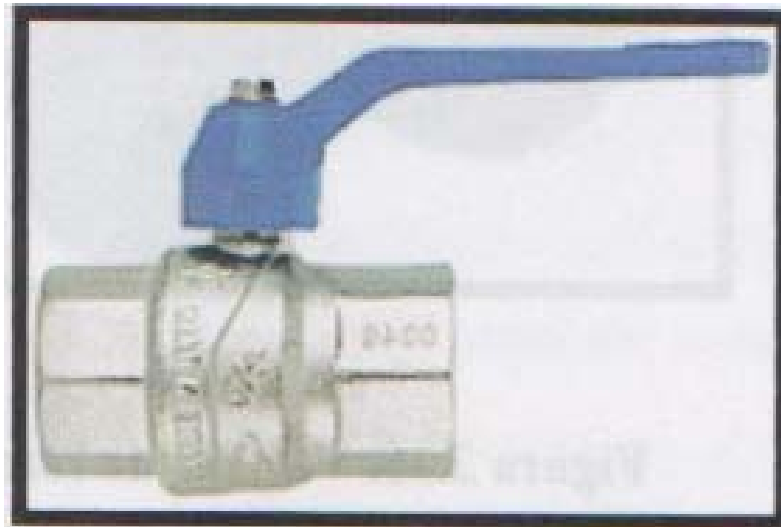


Figura 2.13 Válvula de apriete

- **Válvulas de retención (check) y de desahogo (alivio):** hay dos categorías de válvulas y son para uso específico, más bien que para servicio general, válvulas de retención (check) y de desahogo (alivio). Al contrario de los otros tipos de descritos, son válvulas de accionamiento automático, funcionan sin controles externos y depende para su funcionamiento de sentido de circulación o de las presiones en el sistema de tuberías. Como ambos tipos se utilizan en combinación con válvulas de control de circulación, la selección de la válvula, con frecuencia se hace sobre la base de las condiciones para seleccionar la válvula de control de circulación.
- **Válvulas de retención (check):** la válvula de retención esta destinada a impedir una inversión de la circulación. La circulación del líquido en el sentido deseado abre la válvula; al invertirse la circulación, se cierra. Hay tres tipos básicos de válvulas de retención: válvula de retención de columpio, de elevación y de mariposa.



Figura 2.14 Válvula de retención

- **Válvula de retención de elevación:** Una válvula de retención de elevación es similar a la válvula de globo, excepto que el disco se eleva con la presión normal en la tubería por la gravedad y la circulación inversa. Esta válvula es recomendada para casos cuando hay cambios frecuentes de circulación en la tubería, para con fábula de globo y angulares y para cuando la caída de presión a través de la válvula no es problema.
- **La válvula de desahogo (alivio):** una válvula de desahogo (alivio) es de acción automática para tener regulación automática de la presión. El uso principal de esta válvula es para servicio no comprimible y se abre con lentitud conforme aumenta la presión para regularla.
La válvula de seguridad es similar a la válvula de desahogo y se abre con rapidez con un “salto” para descargar la presión excesiva ocasionada por gases o líquidos comprimibles. El tamaño de las válvulas de desahogo es muy importante y se determina mediante formulas específicas.

2.3.2 Terminología utilizada en Válvulas de un Sistema de Control

- **Reacción:** El nombre que se da a una forma de banda de muertos de los resultados temporales de una discontinuidad entre la entrada y la salida de un dispositivo cuando el dispositivo de entrada de cambia de dirección. Slack, o la soltura de un mecánico conexión es un ejemplo típico.
- **Circuito Cerrado:** La interconexión de componentes de control de procesos tales que la información sobre el proceso variable se alimenta continuamente de nuevo al controlador de punto de ajuste para proporcionar continuidad, corrección automática de la variable del proceso.

- Controlador: Un dispositivo que funciona automáticamente por el uso de algunos algoritmos de control establecido para regular variables. El controlador de entrada recibe información sobre el estado de la variable del proceso y, a continuación, ofrece una señal de salida al elemento final de control.
- Rango de Control: La gama de viaje de las válvulas, más de una válvula de control puede mantener la ganancia de la válvula instalada entre los valores normalizados de 0,5 y 2.0.
- Válvula de control de la Asamblea: Incluye Normalmente, todos los componentes montados en la válvula: el cuerpo de válvula de montaje, actuador, posicionador, transductores, interruptores de límite, etc.
- Banda muerta: es el nombre de la posibilidad de un fenómeno general que se puede aplicar a cualquier dispositivo. Para el montaje de la válvula, el controlador de salida (CO) es la válvula de entrada a la reunión y la variable del proceso (PV) es la salida. Banda muerta es típicamente expresada como porcentaje del espacio de entrada.
- Tiempo muerto: El intervalo de tiempo (T_d) en que ninguna respuesta del sistema es detectada a raíz de una pequeña (por lo general 0,25% - 5%) entrada escalonada. Se mide desde el momento en que el paso de entrada se inicia y se detecta a la primera respuesta del sistema sometido a ensayo. Tiempo muerto puede aplicarse a una válvula de montaje o a la de todo el proceso.
- Elemento final de control: Es el dispositivo que se aplica a la estrategia de control determinado por la salida del controlador. Este puede ser un amortiguador, una velocidad variable coche bomba, o en un dispositivo de conmutación de despegue, el más común elemento final de control en el proceso de control de industrias es la válvula de control de montaje. La válvula de control

manipula un fluido líquido, como los gases, vapor, agua, o compuestos químicos, para compensar la carga y la perturbación mantiene la variable del proceso regulado lo más cerca posible de los puntos establecidos.

- De primer orden: es un término que se refiere a la relación dinámica entre la entrada y la salida de un dispositivo. Un sistema de primer orden o dispositivo es uno de los dispositivos de almacenamiento de energía y cuya relación dinámica transitoria entre la entrada y salida se caracteriza por un comportamiento exponencial.
- La fricción: es una fuerza que tiende a oponerse al movimiento relativo entre dos superficies que están en contacto. Fricción tiene dos componentes: la fricción estática y la fricción dinámica. La fricción estática es la fuerza que hay que superar antes del movimiento relativo entre las dos superficies. Una vez que el movimiento ha comenzado, la fricción dinámica es la fuerza que hay que superar para mantener el movimiento relativo. La fricción estática es uno de las principales causas de la banda muerta en una válvula de montaje.
- Ganancia: es un término de uso general que puede ser utilizado en muchas situaciones. La ganancia es la relación entre la magnitud de la salida de un determinado cambio en el sistema o dispositivo y la magnitud del cambio de la entrada que ha causado cambiar la salida. Ganancia tiene dos componentes: ganancia estática y ganancia dinámica. Ganancia estática es la relación de ganancia entre la entrada y salida y es un indicador de la facilidad con la que la entrada puede iniciar un cambio en la salida cuando el sistema o el dispositivo están en una condición de estática. La sensibilidad algunas veces se usa en el sentido de ganancia estática. La ganancia dinámica es la relación entre la entrada y salida cuando el sistema se encuentra en un estado de circulación o flujo. La ganancia dinámica es una función de frecuencia o ritmo de cambio de la entrada.

- **Histéresis:** es la diferencia máxima en el valor de salida para cualquier valor de entrada durante un ciclo de calibración, con exclusión de los errores debidos a la banda muerta.
- **Ganancia inherente de Válvula:** es la magnitud de la variación de flujo a través de la válvula en las condiciones de caída de presión constante. Ganancia inherente de válvula es un elemento intrínseco de la función diseño de la válvula. Es igual a la pendiente de la característica inherente curva en cualquier punto de viaje es una función de la válvula de viaje.
- **Ganancia instalada de Válvula:** es la magnitud de la variación de flujo a través de la válvula en las actuales condiciones del proceso. La ganancia instalada de válvula es igual a la pendiente instalada de característica curva, y es una función de válvula de viaje.
- **Ganancia de bucle:** La combinación de ganancia de todos los componentes del bucle. A veces se denomina ganancia de bucle abierto. En algunas frecuencias debe especificarse claramente si se refieren a la ganancia estática de bucle o la ganancia dinámica de bucle.
- **Embalaje:** es una parte de la válvula de montaje utilizado para sellar las fugas alrededor de la válvula de disco o en el eje.
- **Posicionador:** es un controlador de posición (servomecanismo), que es mecánicamente conectado a un móvil de un elemento final de control o su actuador y que ajusta automáticamente a la salida del actuador para mantener la posición deseada en proporción a la señal de entrada.

- **Proceso:** el conjunto de todos los elementos en el bucle de control, excepto el controlador. El proceso normalmente incluye la válvula de control de montaje, la presión de un buque o de intercambiador de calor que está controlada, así como sensores, bombas, y transmisores.
- **Proceso de ganancia:** La relación del cambio en el proceso de la variable controlada correspondiente a un cambio en la salida del controlador.
- **Variabilidad del proceso:** una estadística precisa medida de cuán bien el proceso está siendo controlado sobre un conjunto de puntos. La variabilidad del proceso se define como el por ciento, como normalmente $(2s / m)$, donde m es el punto de ajuste o valor medio de las variable medidas del proceso y la desviación típica de la variable del proceso.
- **Características de apertura rápida:** Un característica inherente de flujo en el que un coeficiente de caudal máximo se alcanza con un mínimo de cierre.
- **Relé:** Un dispositivo que actúa como un poder amplificador. Es eléctrico, neumático, o mecánico y la señal de entrada produce una salida de un gran volumen de flujo de aire o fluido hidráulico en el actuador. El relé puede ser un componente interno del posicionador o un accesorio de la válvula.
- **Resolución:** El cambio mínimo posible de entrada necesario para obtener un cambio detectable en la salida cuando no se interviene la entrada. La resolución es normalmente expresada como un por ciento del espacio de entrada.
- **Tiempo de respuesta:** Por lo general, medido por un parámetro que incluye tanto tiempo muerto y constante de tiempo. Cuando se aplica a la válvula, incluye todo el montaje de la válvula.

- De segundo orden: Un término que se refiere a la relación dinámica entre la entrada y salida de un dispositivo. Un sistema de segundo orden o un dispositivo que cuenta con dos dispositivos de almacenamiento de energía que puede transferir la energía cinética y potencial de ida y vuelta entre sí, introduciendo así la posibilidad de comportamiento oscilatorio y rebase.
- Sensor: Un dispositivo que detecta el valor de la variable del proceso y proporciona una señal de salida a un transmisor. El sensor puede ser una parte integrante de la emisora, o puede ser un componente separado.
- Punto de ajuste: Un valor de referencia que representa el valor de la variable del proceso que está controlada.
- Viento de eje de resultados: un fenómeno donde uno de los extremos de un eje de la válvula se vuelve y la otra no. Esto suele producirse en las válvulas de estilo rotativas donde el actuador está conectado a la válvula de cierre por un eje relativamente largo. Si bien el sello de fricción en la válvula tiene un extremo del eje en su lugar, el eje de rotación en el actuador final es absorbido por torsión del eje de entrada hasta que el actuador transmite suficiente fuerza para superar la fricción.
- Calibrado (de válvula): Un procedimiento sistemático destinado a garantizar la correcta capacidad de la válvula de un conjunto de condiciones determinadas del proceso.
- Constante de tiempo: un parámetro de tiempo que normalmente se aplica a un elemento de primer orden. Es el intervalo de tiempo detectable medido a partir de la primera respuesta del sistema (por lo general 0,25% - 5%) hasta el paso de

entrada al sistema de salida, alcanza el 63% de su valor final en estado de equilibrio.

- Transmisor: un dispositivo que detecta el valor de la variable del proceso y transmite una señal de salida al controlador para la comparación con el punto de ajuste.

2.3.3 Terminología de funciones y características de las Válvulas de Control

- Capacidad: Tasa de flujo a través de la válvula bajo determinadas condiciones.
- Actuador doble Actuación: es un actuador que se presenta en ambas direcciones.
- Desequilibrio dinámico: La fuerza neta producida en la válvula en cualquier enchufe con la presión hidrostática actuando sobre ella.
- Área efectiva: en un diafragma actuador, el área efectiva es la parte del área en que el diafragma es eficaz en la producción de un tallo vigor. La zona efectiva de un diafragma que podría cambiar es, por lo general un máximo al inicio y un mínimo al final de la gama de viajes.
- No-Cerrado: Una condición en que la válvula de cierre se traslada a una posición de cerrado cuando el accionamiento de la energía fuente falla.
- No-Abierto: Una condición en que la válvula de cierre se traslada a una posición abierta cuando el accionamiento de la energía fuente falla.

- **Fail-Safe:** Una característica de una válvula y su actuador, que a la pérdida de actuación de suministro de energía, provocará una válvula de cierre para ser plenamente cerrado, totalmente abierto, o permanecer en la última posición, posición que se define según sea necesario para proteger el proceso. Posición de seguridad puede implicar el uso de auxiliares de control conectado al actuador.
- **Característica de flujo:** Relación entre el flujo a través de la válvula y por ciento sobre viajes, ya que esta última varía de 0 a 100 por ciento. Este plazo siempre debe ser designado como una característica flujo de inherente o característica de flujo instalado.
- **Asiento de fuga:** La cantidad de líquido pasando por una válvula, cuando la válvula está en la posición de cierre total con diferencial de presión y temperatura tal como se especifica.
- **Curva de calibración:** Una representación gráfica de un informe de la calibración.
- **Ciclo de calibración:** La aplicación de valores conocidos de la variable medida y el registro de las correspondientes lecturas de los valores de la producción, a lo largo del rango del instrumento, en direcciones ascendente y descendente. Una curva de calibración obtenida variando la entrada de un dispositivo en aumento y disminución de las direcciones.
- **Controlador:** Un dispositivo que funciona automáticamente a un control regular variable.

- Dureza: Resistencia del metal a la deformación plástica. También se define como la resistencia de materiales plásticos y caucho a la penetración de un punto en su superficie.
- Histéresis: es un efecto del retraso cuando las fuerzas que actúan sobre un cuerpo se cambian (la viscosidad o fricción interna).
- Rango: La región entre los límites que una cantidad se mide, recibidas, o de transmisión, expresado indicando la parte inferior y superior del rango (por ejemplo: de 3 a 15 psi, de -40 a 212 F; -40 a 100 C).
- Repetibilidad: La cercanía de acuerdo entre un número de mediciones de la producción por el mismo valor de la entrada en virtud de las mismas condiciones de funcionamiento, que provienen de la misma dirección, que atraviesa toda la gama.
- Amplitud de la señal de Secuenciación (Split): Acción en la que se generan dos o más señales o más elementos de control final, son accionados y por la señal de entrada, cada una responde consecutivamente, con o sin la superposición, a la magnitud de la señal de entrada.
- Envergadura: La diferencia algebraica entre las partes superior e inferior del rango (por ejemplo: Rango = 0 a 150 F; Span = 150 F; Rango = 3 a 15 psig, Span = 12 psig).
- Presión de suministro: La presión en el suministro de un dispositivo de puerto. Comúnmente los valores de la válvula de control de presión de suministro de 20 psig de 3 a 15 psig y 35 psig gama son de 6 a 30 psig rango.

- Cero Error: Error de un dispositivo de funcionamiento en determinadas condiciones de uso cuando la entrada se encuentra en el rango de inferior valor. Por lo general es expresado como porcentaje de espacio ideal.

2.3.4 Normas para la representación de instrumentos y sistemas de control:

Existen diversas normas para designar y representar instrumentos de medición y control, estas normas pueden variar en algunas industrias. Las sociedades más importantes dedicadas a la normalización de la representación de instrumentos son:

- ◆ ISA (Instrument Society of America)
- ◆ SAMA (Scientific Apparatus Maker Association)
- ◆ ANSI: Abreviatura de Instituto Americano Nacional de Normas.
- ◆ API: Abreviatura de Instituto Americano de Petróleo.
- ◆ ASME: Abreviatura de Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.
- ◆ ASTM: Abreviatura de American Society for Testing and Materials.
- ◆ NACE: Se utiliza para representar Asociación Nacional de Ingenieros en Corrosión. Como el alcance de la organización se convirtió en internacional, el nombre fue cambiado a la NACE Internacional. NACE ya no es una abreviatura.
- ◆ OSHA: Abreviatura para Acta de Seguridad y Salud. (EE.UU.)

Estas sociedades han desarrollado normas que tienen como finalidad establecer sistemas de representación para sistemas de medición y control.

Normas relacionadas con la selección de válvulas (ver anexo pág. 139)

ISA desarrolló las normas S5.1 y la S5.3. La norma S5.1 se emplea para identificar instrumentos y sistemas de medición y control en un plano, es decir, la

instrumentación convencional y la norma S5.3 se utiliza para representar sistemas computarizados de control.

2.3.4.1 Normas ISA S5.1:

Esta norma tiene como propósito establecer un criterio para designar instrumentos en sistemas de medición y control, identificando las funciones principales de un instrumento.

2.3.4.2 Reglas generales:

1. Los instrumentos se representan por códigos (letras y números que identifican la funcionalidad del instrumento y el lazo al que pertenece) y símbolos.
2. Se deben usar letras mayúsculas (no debe exceder de 4 letras) para identificar la funcionalidad del instrumento y números para indicar el lazo al cual pertenece.
3. Cada instrumento se puede representar por un símbolo que normalmente incluye un círculo dentro del cual se escribe el código de identificación del mismo.

2.3.4.3 Reglas de identificación funcional:

La identificación de la función de un instrumento se hace de acuerdo a la Tabla 2.1 para lo cual se deben seguir los siguientes pasos:

1. La primera letra indica la variable medida.

2. Las siguientes letras indican las funciones del instrumento.
3. La identificación funcional de un instrumento debe hacerse de acuerdo a la función y no de acuerdo al tipo de instrumento por su construcción.
4. Cuando el número de letras excede 4 letras, el instrumento se puede identificar con dos círculos.
5. En un instrumento que indica y registra la misma variable medida puede omitirse la letra I de identificación.
6. Si un lazo dado tiene uno o más de un instrumento que realizan la misma función, se debe usar un sufijo.
7. Un instrumento que realiza dos o más funciones puede designarse por todas sus funciones.
8. Los accesorios para instrumentos tales como rotámetros de purga, filtros, cámaras de sello que no están representados explícitamente en un diagrama de flujo pueden emplear el mismo número de identificación que el de sus instrumentos asociados pero con palabras aclaratorias.

Tabla 2.1. Letras de identificación

Primera Letra		Letras Sucesivas		
Variable medida	Letra de modificación	Función de Lectura Pasiva	Función de Salida	Letra de Modificación
A Análisis (4)	-----	Alarma	-----	----- --

Tabla 2.1. Letras de identificación (continuación)

B Llama (quemador)	-----	Libre (1)	Libre (1)	Libre (1)
C Conductividad	Diferencial (3)	-----		-----
D Densidad o peso específico	-----	-----	-----	-----
E Tensión (f.e.m.)	Relación	Elemento Primario	-----	-----
F Flujo	-----	-----	-----	-----
G Calibre	-----	Vidrio (8)	-----	-----
H Manual	-----	-----	-----	
I Corriente eléctrica	-----	Indicación (9) o indicador	-----	-----
J Potencia	Exploración	-----	-----	-----
K Tiempo	-----	-----	Estación de Control	-----
L Nivel	-----	Luz Piloto (10)	-----	Bajo (6) (13) (14)
M Humedad	-----	-----	-----	Medio o intermedio (13)

Tabla 2.1. Letras de identificación (continuación)

N Libre (1)	-----	Libre	Libre	Libre
O Libre (1)	-----	Orificio	-----	-----
P Presión de vacío	-----	Punta de Prueba	-----	-----
Q Cantidad	Integración (3)	-----	-----	-----
R radioactividad	-----	Registro	-----	-----
S Velocidad o frecuencia	Seguridad (7)	-----	Interruptor	-----
T Temperatura	-----	Multifunción (11)	Multifunción (11)	Multifunción (11)
U Multivariable	-----	Multifunción (11)	Multifunción (11)	Multifunción (11)
V Viscosidad	-----	-----	Válvula	-----
W Peso o fuerza	-----	Valida	-----	-----
X Sin clasificar (2)	-----	Sin clasificar	Sin clasificar	Sin clasificar
Y Libre (1)	-----	-----	Relé o computador (12)	-----

Tabla 2.1. Letras de identificación (continuación)

Z Posición	-----	-----	Elemento final de control sin clasificar	-----
------------	-------	-------	--	-------

Notas enumeradas:

1. Las letras que se emplean para cubrir las designaciones no normalizadas que aparecen repetidamente en un proyecto. Estas letras pueden tener un significado como primera letra y otra como letra sucesiva.
2. La letra sin clasificar X, puede emplearse en las designaciones no indicadas que se utilizan solo una vez o un número limitado de veces.
3. Al utilizar la primera letra con letras de modificación D (diferencial), F (relación) o Q (integración) o cualquier combinación de las mismas, cambia su significado para representar una nueva variable.
4. La letra A para análisis comprende todos los análisis no representados por una letra libre. Es conveniente definir el tipo de análisis al lado del símbolo en el diagrama del proceso.
5. La letra U se puede emplear como multivariable en lugar de una combinación de primeras letras. La selección es opcional.

6. El empleo de los términos de modificaciones alto, medio, bajo y exploración es preferible pero opcional.
7. El término seguridad debe aplicarse solo a los elementos primarios y a los elementos finales de control para situaciones de emergencia.
8. La letra de función pasiva vidrio se aplica a los instrumentos que proporcionan una visión directa no calibrada del proceso.
9. La letra de identificación se refiere a una lectura de una media real del proceso. No se aplica a la escala de ajuste manual si no hay indicación de éste.
10. Una luz piloto que es parte de un lazo de control debe designarse por una primera letra seguida de la letra L: Por ejemplo, KL es una luz piloto que indica un periodo de tiempo determinado.
11. El empleo de la letra U como multifunción en lugar de una combinación de letras es opcional.
12. Las funciones asociadas con el uso de la letra Y se definen en el exterior del símbolo del instrumento cuando sea conveniente hacerlo así.
13. Los términos alto, bajo y medio o intermedio deben corresponder a valores de la variable medida, no a los de la señal a menos de que se indique de otro modo.
14. Los términos alto y bajo cuando se aplican a valores o a otros dispositivos de cierre/apertura se define como sigue:

Alto: Indica que la válvula esta o se aproxima a la posición de apertura completa.



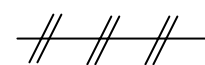
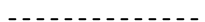
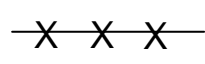
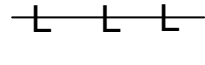
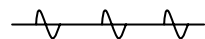
Bajo: Denota que se acerca o esta en posición completamente cerrada.

2.3.4.4 Reglas de identificación del lazo

- a) La identificación del lazo al cual pertenece el instrumento debe hacerse asignándole un número de lazo. Cada lazo del proceso tendrá un número único.
- b) Las líneas de señales pueden ser dibujadas en un diagrama entrando o saliendo de la parte apropiada del símbolo con cualquier ángulo. Se pueden añadir flechas de dirección de señales.
- c) La alimentación neumática, eléctrica o de otro tipo no es necesario mostrarla, a menos que esencial comprender la operación del instrumento del lazo.
- d) Aún cuando dos instrumentos puedan estar interconectados físicamente por mas de una línea se usa una sola línea de señal para representar las interconexiones entre ellos.

A continuación se muestran los símbolos utilizados en los sistemas de control según las Normas ISA:

Símbolos para líneas de señales:

-  i) Conexión al proceso
-  ii) Alimentación de instrumentos
-  Señal neumática
-  Señal eléctrica
-  Tubo Capilar
-  Señal hidráulica
-  Señal Sónica o electromagnética guiada

 Enlace mecánico

a.1) Abreviaturas:

AS = Alimentación de aire

ES = Alimentación eléctrica

GS = Alimentación de gas

HS = Alimentación hidráulica

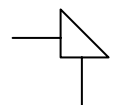
NS = Alimentación de nitrógeno


SS = Alimentación de vapor

WS = Alimentación de agua


b) Símbolos para válvulas de control

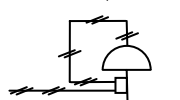
 Válvula de globo, compuerta o de otro tipo

 Válvula de ángulo

 Válvula de tres vías

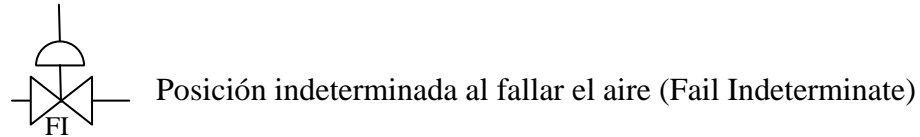
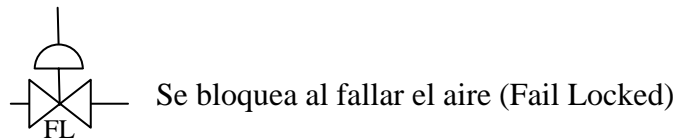
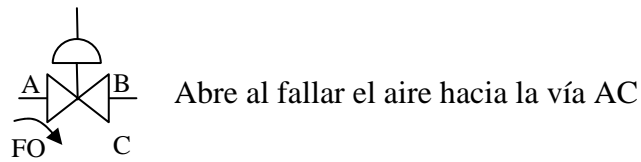
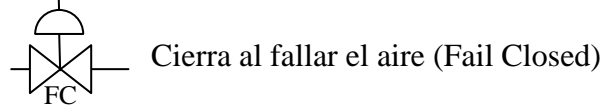
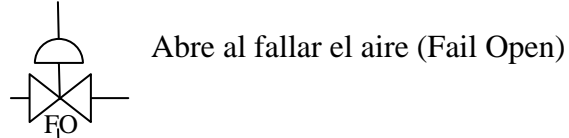
c) Símbolos para actuadores de válvulas

 Sin posicionador

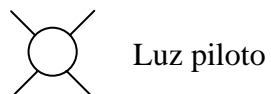
 Con posicionador

----- (M) Motor rotativo

d) Actuación del actuador en el caso de falla de aire o de energía




e) Símbolos varios




f) Símbolos generales:

1. Instrumentos para una variable medida con cualquier número de funciones:




 Montaje en panel

 Montaje detrás del panel

2. Instrumentos para dos variables o instrumento con más de una función:

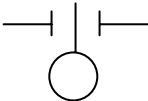
 Montaje local

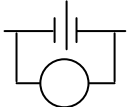
 Montaje en panel

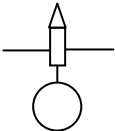
 Montaje detrás del panel

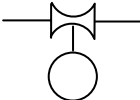
g) Elementos primarios

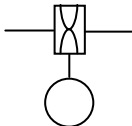
1. Flujo

 Placa de orificio con tomas de las bridas

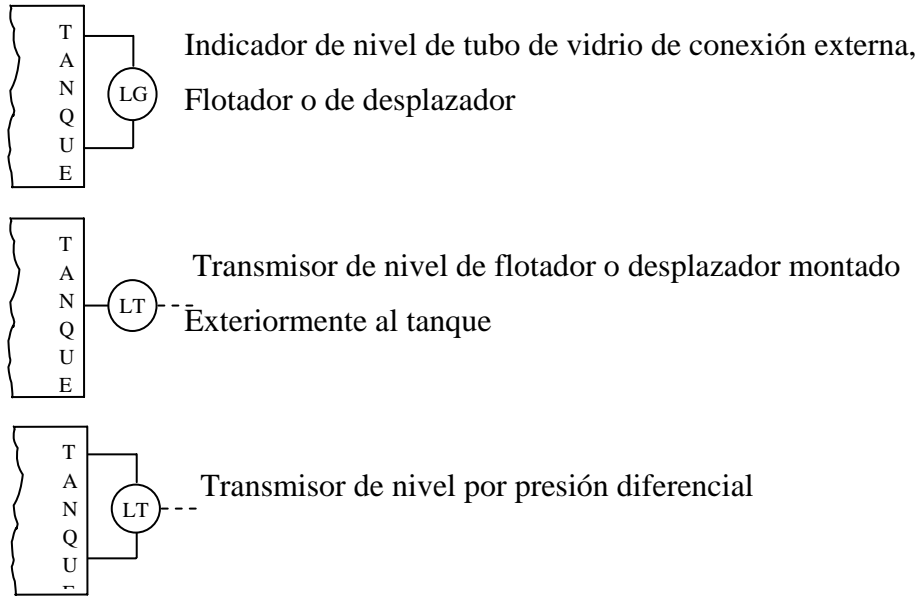
 Placa de orificio con tomas de vena contracta

 Placa de orificio con accesorio de cambio rápido

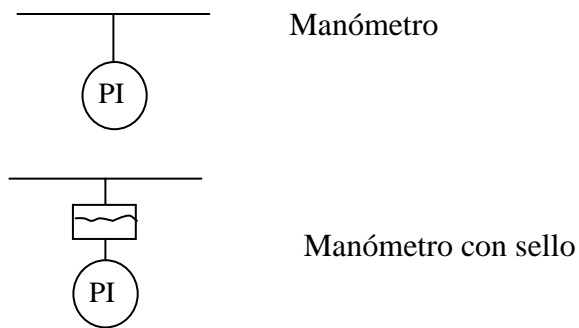
 Tubo de Venturi

 Medidor de flujo de turbina

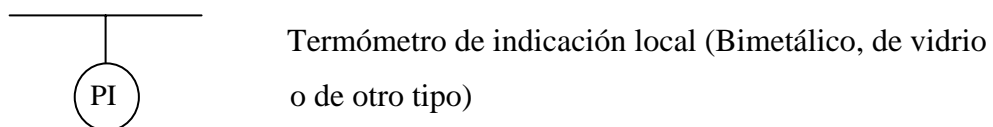
2. Nivel

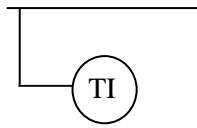


3. Presión o vacío



4. Temperatura





Indicador de temperatura que usa termopar o RTD

CAPITULO III

METODOLOGÍA

El desarrollo de este trabajo requirió de una metodología que consta de varias etapas, con el fin de obtener los mejores resultados.

3.1 Revisión Bibliográfica

La etapa inicial de este trabajo consistió en la recopilación de toda la información necesaria para desarrollar este tema y así tener una mayor comprensión del mismo, por lo tanto se requirió de diferentes materiales bibliográficos relacionados con los sistemas de control de proceso, en especial las válvulas; tales como: libros, internet, publicaciones técnicas, tesis y otros documentos, los cuales aportaron información de interés y que permitió facilitar la comprensión del tema en cuestión para el desarrollo exitoso de la monografía.

3.2 Recopilación y análisis de la información

En esta etapa se seleccionó el material bibliográfico referente a las válvulas de control para manejo de gas, además de publicaciones técnicas, así como libros y tesis usándolos como instrumento para la recolección de información de los cuales se obtuvo los fundamentos teóricos necesarios para la realización de los objetivos planteados, mientras que las técnicas de análisis aplicadas fueron la normalización de procedimientos durante la investigación, la elección del material que mejor se ajustase a los planteamientos teóricos y metodológicos, junto a técnicas multivariadas para verificar estructuras con datos multidisciplinarios donde se esclarecieron las aplicaciones lógicas, para constatar la discriminación o la consistencia de unas válvula sobre otras.

En vista de que para hallar la aplicación de las diferentes válvulas de control, se necesitó de artículos muy amplios referentes al tema, se acotó solo la parte de interés y se le realizó un respectivo análisis.

3.3 Etapas del desarrollo

Etapa 1: Revisión Bibliográfica. En esta etapa se recopiló toda la información pertinente a los tipos de válvulas y sistemas de control de proceso del gas natural.

Duración: 8 semanas.

Etapa 2: Descripción de las etapas del negocio del gas natural. En esta etapa se describieron las diferentes fases del negocio del gas natural.

Duración: 1 semana.

Etapa 3: Identificación de sistemas de control. En esta etapa se identificaron las características fundamentales de un sistema de control de procesos.

Duración: 1 semana.

Etapa 4: Clasificación de las válvulas. En esta etapa se clasificaron los tipos de válvulas de acuerdo al fluido controlado, sus diseños y funcionalidad en cada etapa..

Duración: 1 semana.

Etapa 5: Presentación de aplicaciones de las válvulas. En esta etapa se mostraron las aplicaciones de las distintas válvulas de control.

Duración: 1 semana.

Etapa 6: Análisis de eficiencia y diseño en la selección de válvulas. En esta etapa se analizaron criterios de eficiencia y diseño en los procesos de selección de válvulas de control.

Duración: 2 semanas.

Etapa 7: Consideración de oportunidades de nuevas tecnologías. En esta etapa se consideraron las oportunidades de aplicación de nuevas tecnologías en procesos de control con válvulas.

Duración: 1 semana.

Etapa 8: Establecimiento de criterios para selección de válvulas. En esta etapa se establecieron los criterios de selección y aplicación de las válvulas de control.

Duración: 2 semanas.

Etapa 9: Redacción y Presentación del Proyecto. En esta etapa se redactó la monografía de control, transporte y almacenaje de gas y se elaboró la presentación para la ponencia de la misma.

Duración: 2 semanas

DESARROLLO

4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DEL NEGOCIO DEL GAS NATURAL

La industria del gas natural comprende una fase de explotación y una de Procesamiento. La primera consta de una etapa de Producción, otra de Separación y una de Compresión. La segunda requiere una etapa de Tratamiento previa a los procesos de Extracción de Líquidos y Fraccionamiento. Adicionalmente la industria incluye actividades de Transporte, Distribución y Utilización tal como se aprecia en la figura 4.1

En la industria del gas natural se extrae el recurso energético gaseoso almacenado en los depósitos subterráneos naturales y posteriormente es procesado para obtener productos puros con fines comerciales adecuados a las necesidades energéticas requeridas por cada consumidor final.

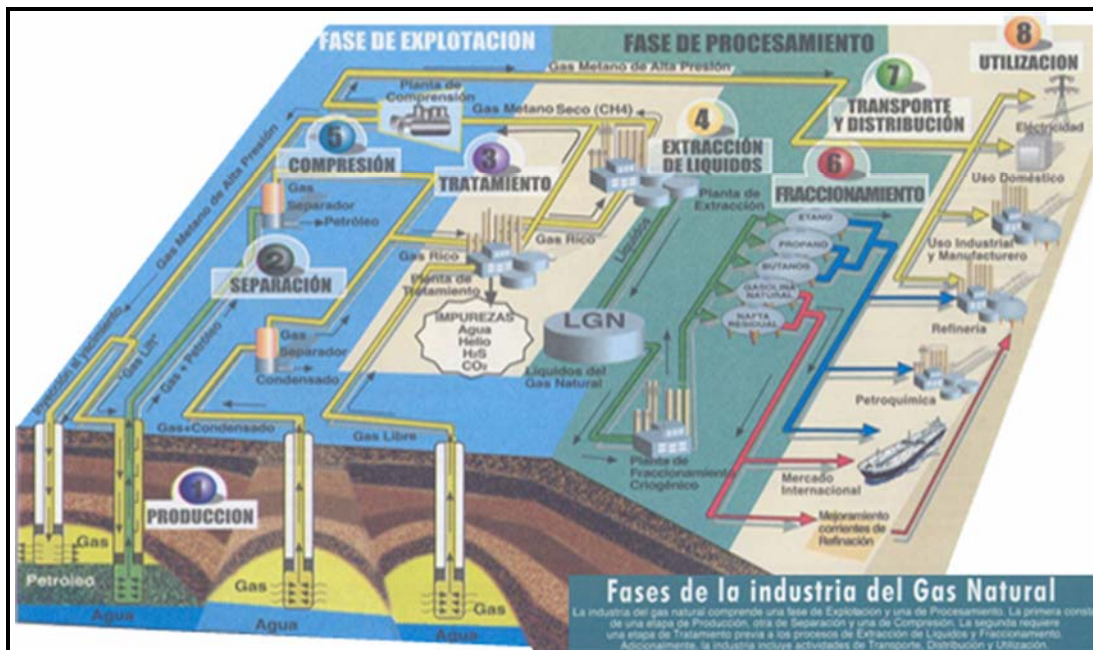


Figura. 4.1 Esquema general del negocio del gas

4.1.1 Producción.

La primera etapa de la industria del gas natural es la actividad de producción, que consiste en llevar el gas desde los yacimientos hasta la superficie a través de los pozos productores. En el subsuelo el gas natural se encuentra disuelto o en la capa de gas en los yacimientos de petróleo; en estado gaseoso en los yacimientos de condensado (‘‘Gas Asociado’’) y en yacimiento de gas libre (‘‘Gas no Asociado’’).

En esta etapa normalmente son usadas válvulas conocidas como, válvulas de levantamiento artificial debido a que el gas natural generalmente se encuentra asociado al petróleo, estas válvulas extraen el petróleo mediante la inyección de gas a alta presión por el espacio anular (espacio comprendido entre las tuberías de producción y revestimiento) de la tubería para desplazar una masa de líquido hasta la superficie. Dichas válvulas contienen un dispositivo que se calibra en el taller a una presión determinada, tal que a cierta profundidad debe abrir y dejar pasar el gas del espacio anular para que así se produzca el levantamiento de petróleo.

4.1.2 Separación.

Una vez en la superficie, el gas natural es sometido a un proceso de separación de los líquidos (petróleo, condensado y agua) en recipientes metálicos a presión llamados separadores. El gas que sale de este proceso es un gas natural rico. El gas libre no requiere separación, va directamente a tratamiento.

4.1.3 Tratamiento.

Es un proceso previo a la fase de procesamiento, para eliminar las impurezas que trae el gas natural, como agua, dióxido de carbono (CO_2), helio y sulfuro de hidrogeno (H_2S). El agua se elimina con productos químicos que absorben la humedad (trietilenglicol TEG) (Tamices Moleculares). El H_2S se trata y elimina en una planta de endulzamiento en contacto directo con AMINAS. Estas impurezas se recuperan y pueden ser comercializadas para otros fines.

4.1.4 Extracción de líquidos

Es el proceso al que se somete el gas natural rico libre de impurezas, con la finalidad de separa el gas metano seco (CH_4) de los llamados ``Líquidos del gas Natural`` LGN, integrados por etano, propano, butano, pentano, (gasolina natural) y nafta residual a través de procesos de refrigeración mecánica y expansión súbita por medio de válvulas Joule Thompson controlando a su vez las temperaturas de ebullición de cada componente.

4.1.5 Compresión

La compresión es un proceso al que se somete el gas metano seco, con la finalidad de aumentarle la presión por medio de una serie de compresores o trenes de compresores que conforman una estación de compresión y enviarlo a los sistemas de transporte y distribución para su utilización en el sector industrial y domestico y en las operaciones de producción de la industria petrolera (inyección a los yacimientos y a los pozos que producen por gas lift).

4.1.6 Fraccionamiento

Los líquidos del gas natural, LGN, se envían a las plantas de fraccionamiento, donde se obtiene por separado etano, propano, butano normal e isobutano, gasolina natural y nafta residual, que se almacenan en forma refrigerada y presurizada en recipientes esféricos.

4.1.7 Transporte y distribución

El gas metano es transportado en estado gaseoso a través de una red de gasoductos (tuberías). El GLP se transporta en camiones hasta los centros nacionales de consumo y llega en cilindros presurizados (bombonas) al sector domestico.

4.1.8 Utilización

El gas metano y los líquidos del gas natural, LGN, son productos limpios y versátiles, que encuentran aplicaciones como agente energético (combustible) y como insumo (materia prima) en diversos sectores industriales del país. Asimismo, el Gas Metano constituye un factor importante que eleva la calidad de vida. Adicionalmente, los volúmenes excedentes de LGN son comercializados en el mercado internacional.

4.2 CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE PROCESOS

Los sistemas de control fundamentalmente se caracterizan por la capacidad que poseen para mantener la Estabilidad, la Exactitud y la Velocidad de respuesta de procesos controlan. Las cuales se resumen con tres letras M, D, A; donde M se refiere a la medición de las variables del proceso: D se refiere a la decisión que se toma con base en las mediciones de las variables del proceso. Finalmente, A se refiere a la acción que se debe realizar de acuerdo con, la decisión tomada, independientemente de la particularidad específica que depende de la estrategia de control que se aplique en cada proceso.

1. Medición (M): la medición de la variable que se controla se hace generalmente mediante la combinación de sensor y transmisor.
2. Decisión (D): con base en la medición, el controlador decide que hacer para mantener la variable en el valor que se desea.
3. Acción (A): como resultado de la decisión del controlador se debe efectuar una acción en el sistema, generalmente ésta es realizada por el elemento final de control.

Todo esto se lleva a cabo a través de componentes básicos los cuales son los que caracterizan a los sistemas de control, tales como: sensor, transmisor, controlador y elemento final de control.

4.2.1 Características de los sistemas de control empleados en las etapas del negocio del gas natural

Algunos de los lazos de control más empleados en las etapas del negocio del gas natural son:

4.2.1.1 ESQUEMAS DE CONTROL DE RELACIÓN

El esquema de control de relación se usa frecuentemente, en todas las etapas del negocio del gas natural, aunque generalmente es aplicado en las etapas de extracción y fraccionamiento del gas seco; porque permite regular la relación entre los flujos de las corrientes. Consiste en medir la rata de flujo de la corriente no controlada y producir cambios en el flujo de la corriente manipulada (a través de la válvula de control), para mantener una relación constante entre los dos flujos.

El control de relación se obtiene a través de dos arreglos o configuraciones básicas, según se muestra en la Fig. 4.2

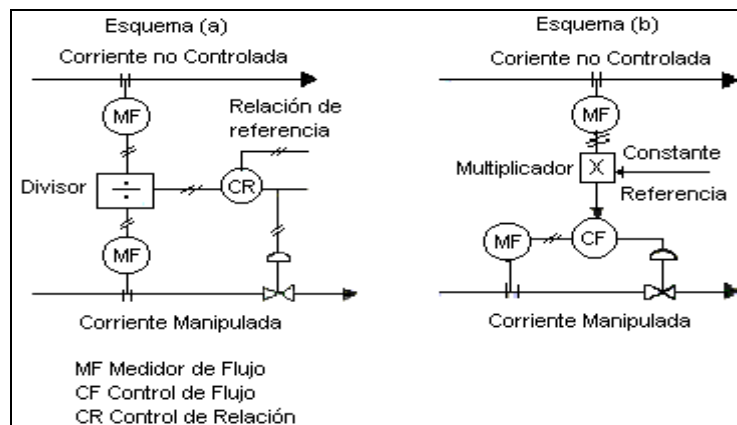


Figura. 4.2 Esquema de control de relación

En el esquema (a) se toman mediciones de los dos flujos, y se calcula su relación actual mediante un instrumento especial llamado relé de relación o divisor. Esta señal se alimenta a un controlador convencional que está calibrado respecto a la relación de referencia que se quiere mantener entre los dos flujos y que actúa en consecuencia sobre la corriente manipulada. Esta estructura de control de relación es ventajosa cuando se requiere conocer constantemente la relación actual entre los flujos de las corrientes en cuestión.

El esquema (b) consiste fundamentalmente de un sistema de control por retroalimentación simple sobre el flujo de la corriente manipulada, donde el valor de referencia para este flujo no es constante sino que depende de la relación de referencia y del valor del otro flujo. Para calcularlo, la señal proveniente del medidor de flujo de la corriente no controlada es multiplicada por la relación de referencia. La salida del multiplicador es la referencia para el flujo de la corriente manipulada que asegura la relación requerida

4.2.1.2 ESQUEMA DE CONTROL EN ALIMENTACIÓN ADELANTADA

La idea básica de control en alimentación adelantada usado en todas las etapas del negocio del gas natural consiste en detectar las perturbaciones cuando se producen (cuando entran al proceso) y hacer ajustes en la variable manipulada para evitar cambios en la variable controlada. No esperamos que la perturbación altere todo el proceso sino que tomamos una acción inmediata tendiente a compensar (anular) los efectos que producirá la perturbación en la salida. En este sentido este es un control por anticipación.

El esquema en alimentación adelantada (ver fig. 4.3) casi no percibirá los efectos de perturbaciones en $u(t)$.

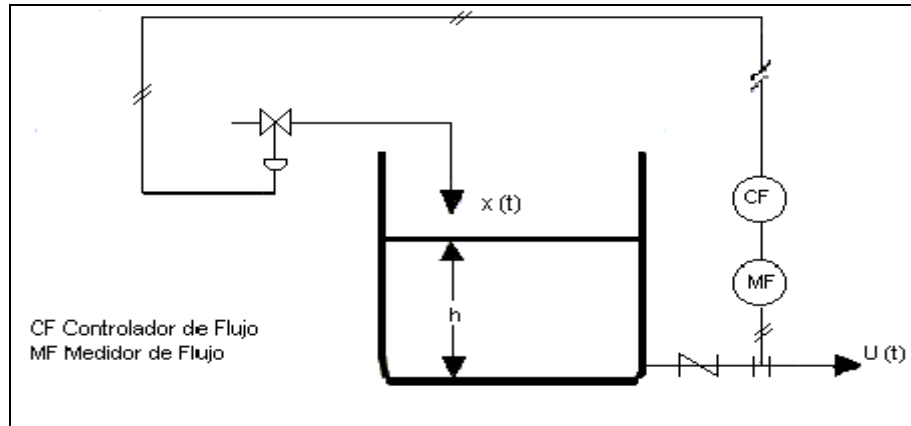


Figura. 4.3 Esquema de control con alimentación adelantada

4.2.1.3 ESQUEMA DE CONTROL POR “OVERRIDE”

El control override es una técnica mediante la cual las variables de proceso son mantenidas dentro de ciertos límites, usualmente con propósitos de protección. Por lo que es usado en todas las etapas como medida de seguridad. Existen otros esquemas de control más extremos orientados a la parada de la planta para enfrentar estados de disfunción grave de los equipos. El control override no es tan drástico. El control override mantiene el proceso en operación pero dentro y bajo condiciones seguras.

Ejemplos:

4.2.1.3.1. Protección de un sistema recalentador:

Usualmente la presión de vapor en un recalentador es controlada a través del uso de un lazo de control de presión sobre la línea de descarga (Lazo 1 Fig. 4.4). Al mismo tiempo el nivel del agua en el recalentador no debe caer por debajo del nivel límite, lo

cual es necesario para mantener el espiral calentador inmerso en agua y por lo tanto prevenir que se queme.

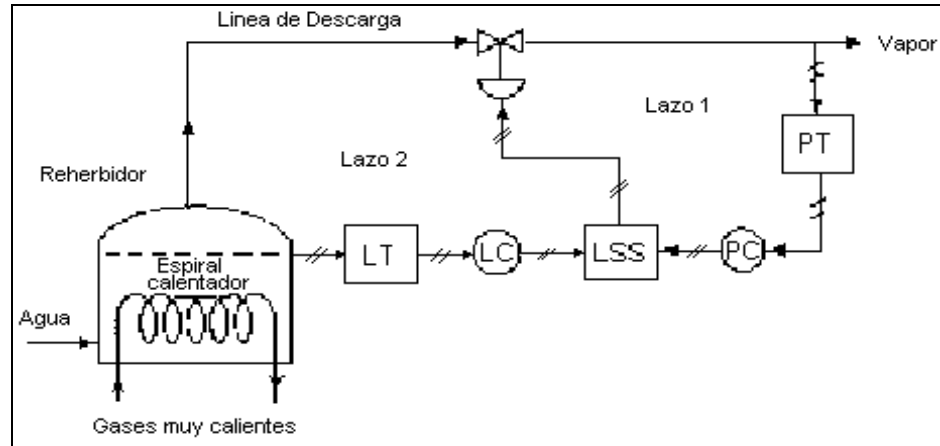


Figura. 4.4 Esquema de control override en un sistema recalentador de vapor

4.2.1.3.2 Protección de un sistema compresor:

La descarga en la etapa de compresion es controlada con un sistema de control de flujo (Lazo 1 en la figura 19). Para prevenir que la presión de descarga exceda un cierto límite superior máximo permitido, se introduce un control override a través de un High Switch Selector (HSS). Éste transfiere la acción de control desde el controlador de flujo hacia el controlador de presión (Lazo 2 en la figura 4.5) cuando la presión de descarga excede el límite superior.

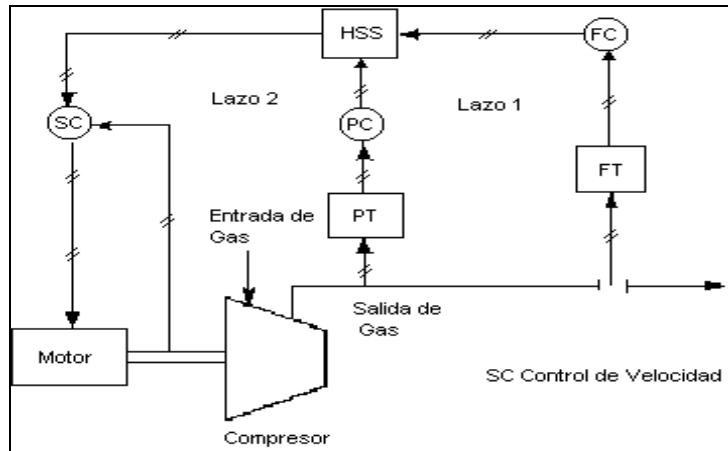


Figura. 4.5 Control OVERRIDE para proteger la etapa de compresión

4.2.1.3.3 Protección de un sistema de distribución de vapor:

Este sistema de control es usado en las redes de distribución de gas, a varios niveles de presión, hacia las diferentes unidades de proceso. La cantidad de gas que se deja descender a la línea de baja presión es controlada por la demanda de presión en esta línea. Para proteger de presiones excesivas la línea de alta presión, se puede instalar un sistema de control override con un HSS, el cual transfiere la acción de control del lazo 1 al lazo 2 cuando la presión en la línea de alta presión excede el límite superior tal como muestra la figura 4.6

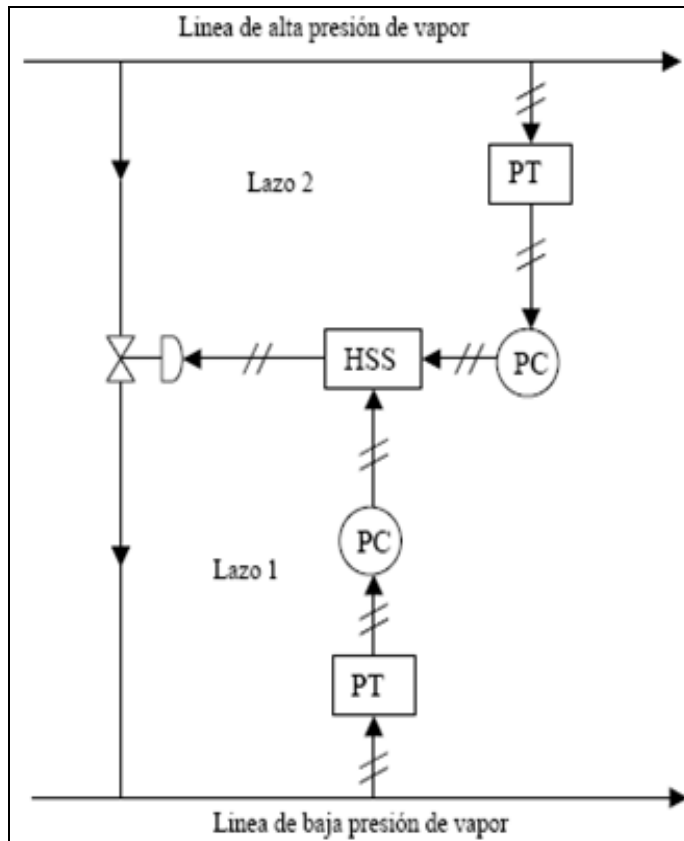


Figura. 4.6 Control OVERRIDE para sistemas de distribución de gas

4.3. CLASIFICACIÓN DE LAS VÁLVULAS

Existe gran variedad de válvulas para lograr los objetivos señalados, las cuales se clasifican en cuatro grandes grupos de acuerdo a la función que efectúa dicho elemento, además pueden ser clasificadas en subgrupos que definen la forma y especificidad de cada válvula. A continuación en la figura 4.7 se muestra un flujo grama con los cuatro grupos funcionales de las válvulas.

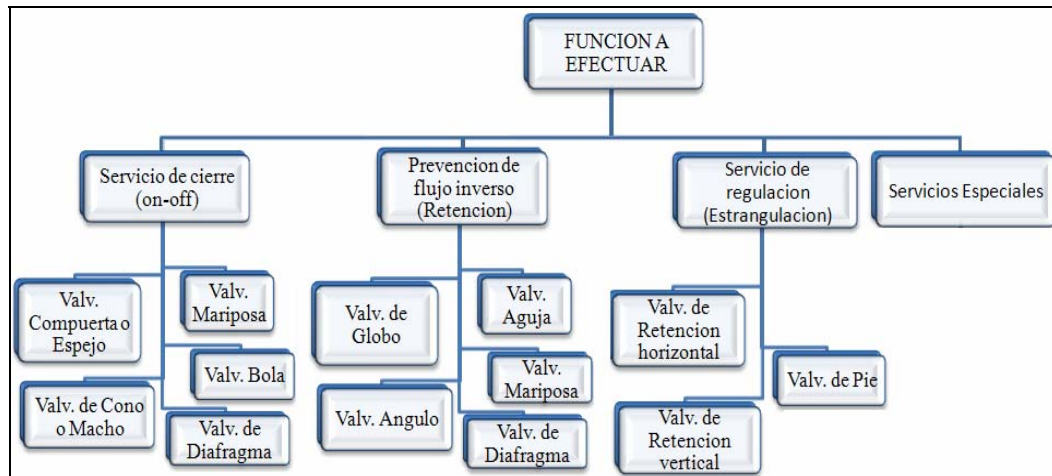


Figura. 4.7 Diagrama de clasificación de válvulas por funcionalidad

4.3.1 Por la operatividad del obturador de la válvula

El desplazamiento del obturador define la geometría y función de la válvula.

- **Multigiro** (válvulas de movimiento lineal): generalmente provocado por el empuje que hace su eje al girar sobre una rosca. *Entre ellas están:* válvula anular, válvula de diafragma, válvula de compuerta, válvula de globo, válvula de cono fijo, válvula de aguja, válvula tipo pinch.
- **Cuarto de giro** (válvula rotativa): el obturador y eje tienen un giro de 0° a 90° desde la posición totalmente abierta a cerrada. Son válvulas de rápida obertura. *Entre ellas están:* válvula de bola, mariposa, tipo plug y esférica.

4.3.2 Por la funcionalidad de la válvula

- Control: Regular la presión / caudal.
- Cierre por sobrevelocidad (ejemplo cierre en caso de rotura de tubería aguas abajo).
- Protección a sobrepresiones.
- Prevenir el retorno del fluido (válvula de retención o antiretorno).

- Servicio de abrir/cerrar.

4.3.3 Por la naturaleza y condiciones físicas del fluido

- Bajas/Altas temperaturas.
- Presiones altas.
- Riesgo de cavitación.
- Características corrosivas del fluido.
- Fluidez/viscosidad: Gas, líquido, sólidos.
- Requerimientos higiénicos (industria alimentaria, farmacéutica,...).
- Riesgo de explosión o inflamabilidad (industria química, petroquímica,...).

4.3.4 Por su presión

- **Uso Estándar:**

125-250 lbs. (Material del cuerpo: Hierro dúctil)

150-300-600 lbs. (Material del cuerpo: Aceros y Aleaciones)

- **Uso Alta Presión**

1500-2500-10,000 y 50,000 lbs. (Material del cuerpo: Aceros y Aleaciones)

4.3.5 Por el tipo de material

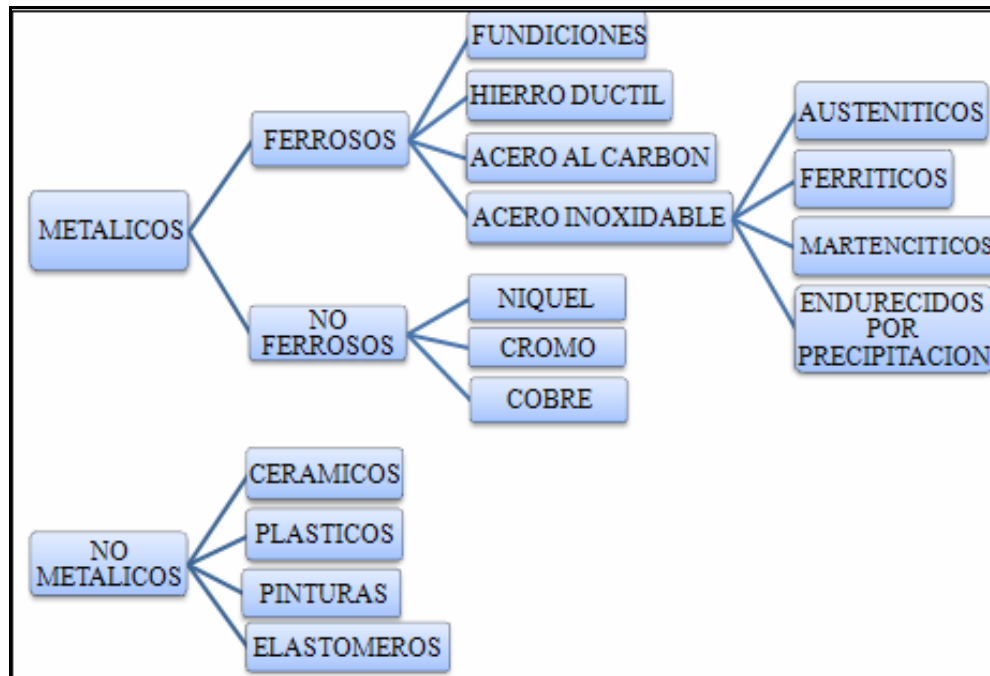


Figura. 4.8 Materiales de construcción de válvulas

4.3.6 Otras formas de clasificación de las válvulas

- Nivel de fugas admisible.
- Conexión a la tubería.
- Una única dirección del fluido o bidireccional
- Número de puertos: la mayoría de las válvulas tienen dos puertos, uno de entrada y otro de salida. Algunas aplicaciones pueden tener una configuración multipuerto, pueden ser entonces válvulas de tres o de cuatro vías.
- Angulo que forma el puerto de entrada y salida de la válvula.

4.3.7 Características generales

- Resistencia mínima al fluido de la tubería.
- Se utiliza totalmente abierta o cerrada.

- Accionamiento poco frecuente.

La siguiente tabla muestra los tipos de válvulas asociados a las diferentes etapas del negocio del gas natural

Tabla 4.1 Tipos de válvulas asociadas a las etapas del negocio del gas natural

Etapas del negocio del gas	Válvulas asociadas
Producción	Válvulas mariposa, tipo bola, diafragma
Separación	Válvulas de bloqueo y seguridad: tipo compuerta y tipo globo
Tratamiento	Válvulas de bloqueo y seguridad: tipo compuerta y tipo globo
Extracción	Válvulas tipo tapón lubricada, compuerta, globo, mariposa y aguja. Válvulas especiales para servicio criogénico: de seguridad de expansión térmica, de conmutación, además válvulas de retención: tipo globo, globo retención y globo con fuelle
Compresión	Válvulas de retención: tipo aguja, ángulo y globo
Fraccionamiento	Válvulas tipo globo, diafragma sin empacar, mariposa, válvulas de retención oscilante, retención tipo mariposa y tipo bola
Transporte, Distribución, Almacenaje y Utilización	: Válvulas de retención SC: tipo globo retención; válvulas de seguridad: tipo globo con fuelle (GNL); válvulas de alivio; válvulas de bloqueo y desvío: tipo bola y compuerta; válvulas de control: automático y auto regulada; válvulas de globo ligera (CC)

4.4. APLICACIÓN DE LAS DISTINTAS VÁLVULAS

4.4.1 Válvula compuerta o espejo

La figura 4.9 muestra la válvula compuerta o espejo con un corte seccional que permite apreciar los componentes y funcionamiento interno de la misma



Figura. 4.9 Válvula compuerta o espejo

❖ **Recomendación y Aplicación**

La válvula de compuerta está diseñada para servicios donde se requiere bloqueo. Tienen un uso bastante extendido en el sector petroquímico ya que permite estanqueidades del tipo metal-metal, además servicios generales, aceites, gas, pastas semilíquidas, líquidos espesos, líquidos no condensables y líquidos corrosivos.

❖ **Ventajas**

Presentan la ventaja de que son fáciles de obtener en todos los tamaños, clases y materiales requeridos, alta capacidad, cierre hermético, bajo costo, diseño y funcionamiento sencillo y poca resistencia a la circulación.

❖ **Desventajas**

Estas válvulas no son adecuadas para servicios de estrangulamiento, debido a que la superficie de los asientos se erosiona rápidamente cuando la compuerta no está en posición cerrada o abierta. Parcialmente abierta puede sufrir vibraciones, se requiere mucha fuerza para accionarla, produce cavitación con baja caída de presión, además de un control deficiente de la circulación.

❖ **Variaciones**

Existen tres (3) tipos básicos de válvulas de compuerta: apertura completa, apertura reducida y tipo Venturi. La diferencia principal entre ellas radica en el tamaño, la forma del área de flujo de la válvula y de disco para el cierre, como lo son: válvula de compuerta tipo cuña sólida, tipo flexible, tipo abierta, válvulas de guillotina, válvulas de cierre rápido. La de apertura completa posee un área de flujo igual al tamaño nominal de la tubería, mientras que en las dos últimas, ésta es menor. Las válvulas de compuerta, están constituidas por 20 ó más componentes, siendo la compuerta, el vástago, el bonete, los asientos y las conexiones, los más significativos, y pueden ser obtenidos en una gran variedad de diseños.

Normalmente este tipo de válvulas son construidas en su cuerpo de latón, bronce, hierro, acero fundido. En su interior normalmente son de bronce, acero inoxidable, acero aleado, monel, cromo, estelita o molibdeno.

Dependiendo del uso que se le dé a la válvula y del tipo de fluido va a cambiar el material de construcción. Otro cambio que surge es la forma de la cuña que puede ser flexible o dividida, también de disco doble y el tipo de unión, a veces es con hilo, otras para soldadura, otras es con bridas, etc.

❖ **Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento**

- Lubricar a intervalos periódicos.
- Corregir de inmediato las fugas por la empaquetadura.
- Enfriar siempre el sistema al cerrar una tubería para líquidos calientes y al comprobar que las válvulas estén cerradas.
- No cerrar nunca las llaves a la fuerza con la llave o una palanca.
- Abrir las válvulas con lentitud para evitar el choque hidráulico en la tubería.
- Cerrar las válvulas con lentitud para ayudar a descargar los sedimentos y mugre atrapados.

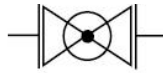
❖ **Especificaciones para el pedido**

- Tipo de conexiones de extremo.
- Tipo de cuña.
- Tipo de asiento.
- Tipo de vástago.
- Tipo de bonete.
- Tipo de empaquetadura del vástago.
- Capacidad nominal de presión para operación y diseño.
- Capacidad nominal de temperatura para operación y diseño.



Figura 4.10 Válvulas de compuerta

4.4.2 Válvula mariposa



La figura 4.11 muestra transversalmente la válvula mariposa donde se puede apreciar los componentes y funcionamiento interno de la misma

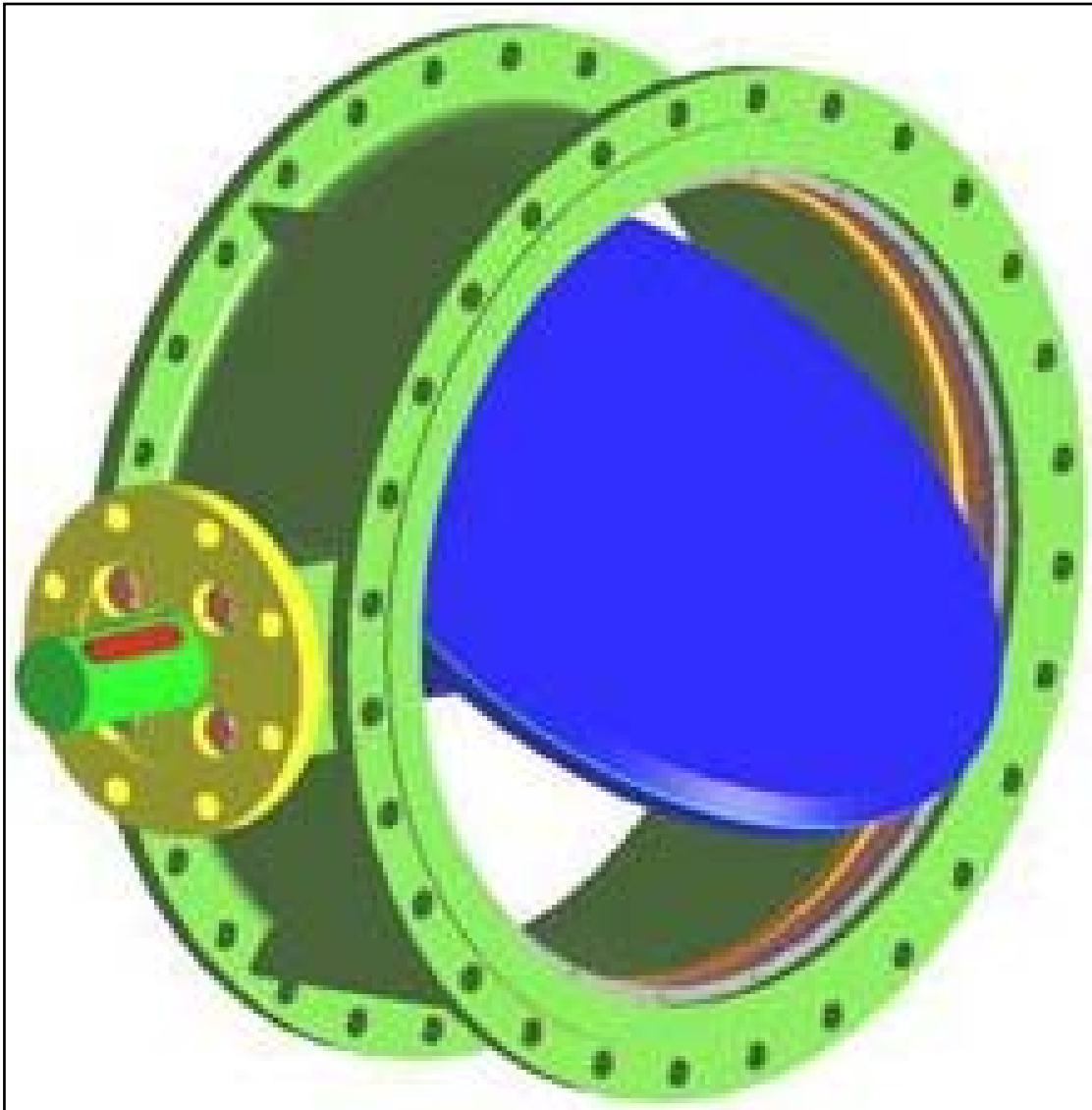


Figura 4.11 Válvula Mariposa

El nombre de esta válvula viene de la acción tipo aleta del disco regulador de flujo, el que opera en torno a un eje que esta en ángulo recto al flujo. Esta válvula obtura y regula.

La válvula de mariposa consiste en un disco (llamado también chapaleta u hoja), un cuerpo con cojinetes y empaquetadura para sellamiento y soporte, un eje, y un disco de control de fluido.

❖ **Recomendación y Aplicación**

Este tipo de válvula es recomendada y usada especialmente en servicios donde el fluido contiene gran cantidad de sólidos en suspensión, ya que por su forma es difícil que estos se acumulen en su interior entorpeciendo su funcionamiento, además de servicio con apertura total o cierre total, servicio con estrangulación, también en los casos donde es necesario el accionamiento frecuente, cuando se requiere corte positivo para gases o líquidos, Cuando solo se permite un mínimo de fluido atrapado en la tubería y para baja ciada de presión a través de la válvula.

❖ **Ventajas**

Las válvulas de mariposa sólo requieren una rotación de 90° del disco para abrirla por completo. Además, son válvulas de control muy eficientes en comparación a las otras válvulas de control del tipo globo ya que la velocidad de la corriente en el flujo no se pierde, porque el fluido circula en forma aerodinámica alrededor del disco, son ligeras de peso, compacta, bajo costo, requiere poco mantenimiento, posee un numero mínimo de piezas móviles, no tiene bolas o cavidades, alta capacidad, la circulación a través de ella es en línea recta y se limpia por si sola, tienen poco desgaste del eje, poca fricción y por tanto un menor par, que resulta en un actuador más barato. El actuador puede ser manual, oleohidráulico o motorizado eléctricamente, con posibilidad de automatización.

❖ **Desventajas**

Todas estas válvulas tienen limitaciones de temperatura debido al material del asiento y el sello, también requieren de alta torsión para accionarlas, además de su capacidad limitada para caída de presión y propensa a la cavitación.

❖ **Variaciones**

Se pueden encontrar de extremos roscados, y para tamaños mayores con bridas o con camisa completa. Poseen disco plano, disco realzado, alto rendimiento.

Normalmente este tipo de válvulas son construidas en su cuerpo de hierro, hierro dúctil, aceros al carbono, acero forjado, aceros inoxidable, aleación 20, bronce, Monel.

Mientras que el disco esta construido de todos los metales; revestimientos de elastómeros como TFE, Kynar, Buna-N, neopreno, Hypalon.

El asiento generalmente es de Buna-N, viton, neopreno, caucho, butilo, poliuretano, Hypalon, Hycar, TFE.

❖ **Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento**

- Se puede accionar con palanca, volante o rueda para cadena.
- Dejar suficiente espacio para el movimiento de la manija, si se acciona con palanca.
- Las válvulas deben estar en posición cerrada durante el manejo y la instalación.

❖ **Especificaciones para el pedido**

- Tipo de cuerpo.
- Tipo de asiento.
- Material del cuerpo.

- Material del disco.
- Material del asiento.
- Tipo de accionamiento.
- Presión de funcionamiento.
- Temperatura de funcionamiento.



Figura 4.12 Válvulas de Mariposa

4.4.3 Válvula de Bola 

La figura 4.13 muestra la válvula de bola con un corte transversal vista desde distintos ángulos que permite apreciar los componentes y funcionamiento interno de la misma

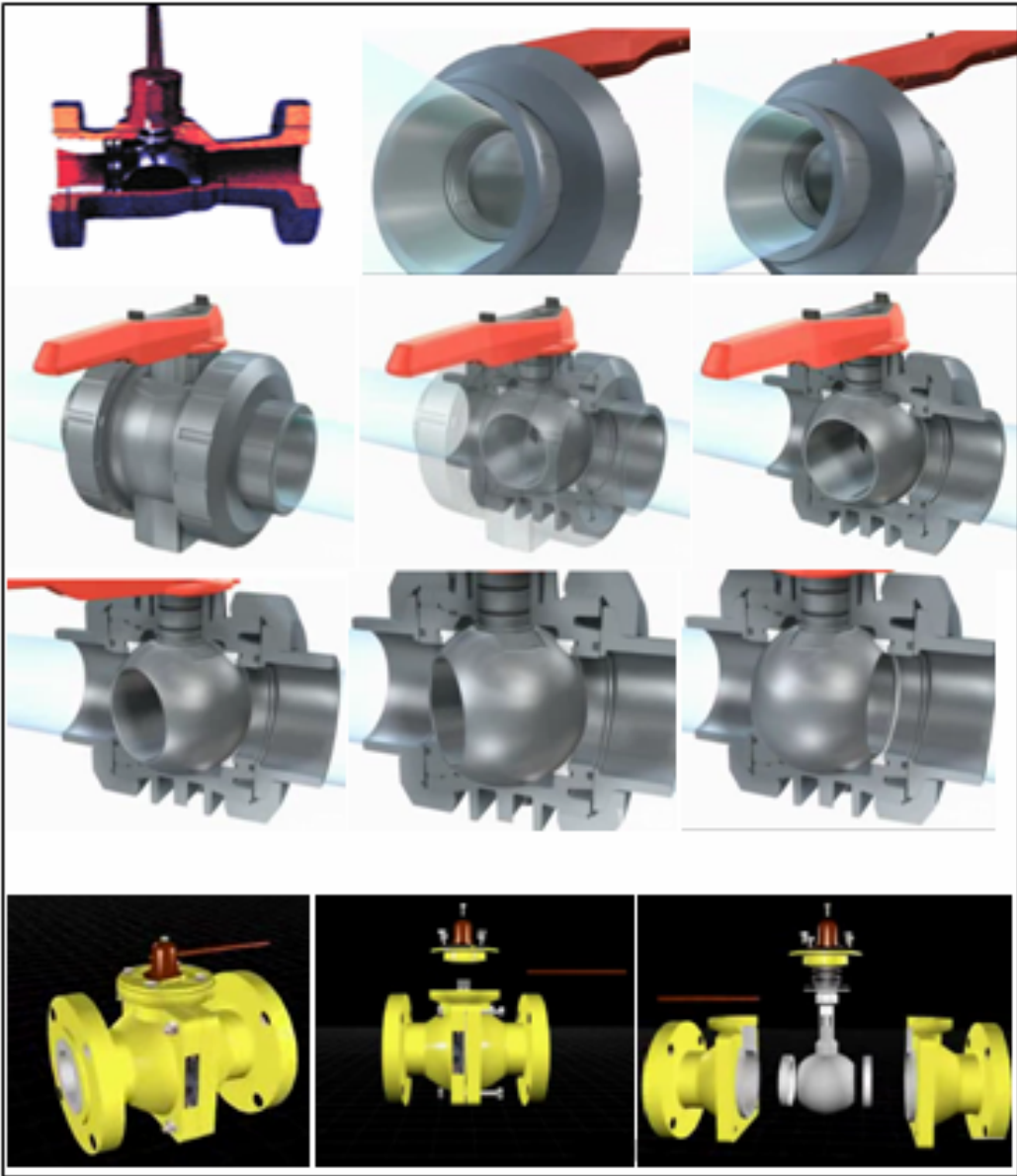


Figura 4.13 Válvula de Bola

Este tipo de válvulas posee un macho esférico que controla la circulación del líquido con un giro de un cuarto de vuelta.

Estas son válvulas de macho modificadas, y su uso estaba limitado debido al asentamiento de metal con metal, el que no permitía el debido cierre.

❖ **Recomendación y Aplicación**

Se puede emplear para servicio de conducción y corte, sin estrangulación con sustancias como vapor, agua, aceite, gas, aire, fluidos corrosivos, pastas aguadas y materiales pulverizados secos, además cuando se requiere apertura rápida, también para temperaturas moderadas y cuando se necesita resistencia mínima a la circulación.

❖ **Ventajas**

Son rápidas para operarlas, de mantenimiento fácil y su caída de presión es función del tamaño del orificio, tienen bajo costo, alta capacidad, corte bidireccional, circulación en línea recta, pocas fugas, se limpia por si sola, no requiere lubricación, tamaño compacto, cierre hermético con baja torsión (par).

❖ **Desventajas**

La válvula de bola está limitada a las temperaturas y presiones que permite el material del asiento, alta torsión para accionarla, susceptible al desgaste de sellos o empaquetaduras y propensa a la cavitación.

❖ **Variaciones**

Los principales componentes de estas válvulas son el cuerpo, el asiento y la bola. Hay dos tipos principales de válvulas bola e igualmente cuatro tipos de cuerpo los cuales son:

Tipos de válvulas de bola:

- **Válvula de bola flotante** (Float ball valve): La válvula se sostiene sobre dos asientos en forma de anillos. (figura 4.14)
- **Válvula de bola guiada** ("Trunnion"): La bola es soportada en su eje vertical de rotación por unos muñones. Estos absorben los esfuerzos que realizan la presión del fluido sobre la bola, liberando de tales esfuerzos el contacto entre la bola y el asiento por lo que el par operativo de la válvula se mantiene bajo. Este diseño es recomendado en aplicaciones de alta presión o grandes diámetros. (figura 4.14)

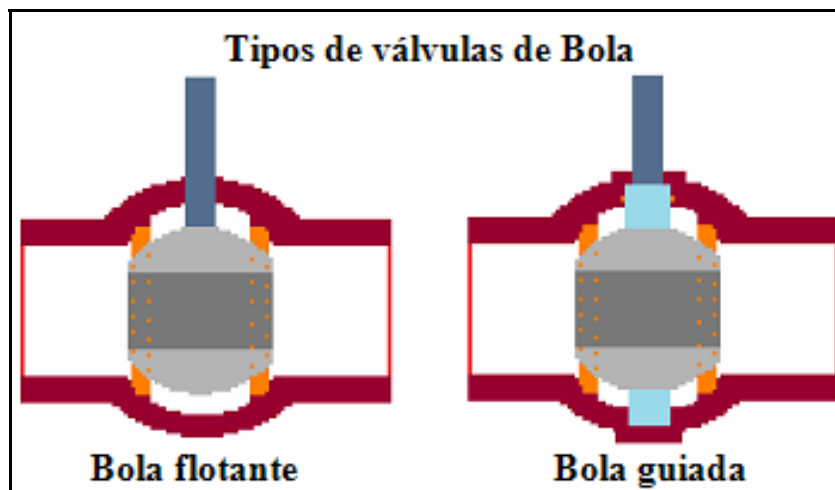


Figura 4.14 Tipos de válvulas Bola

Tipos de Cuerpo:

- **Soldado (Welded)**: Las válvulas de bola soldadas garantizan la ausencia de fugas durante la vida de la válvula, y no requiere de mantenimiento operativo. Esto puede ser un factor muy importante especialmente para válvulas de bola instaladas en tuberías bajo tierra o submarinas. También se elige este diseño en fluidos peligrosos. (figura 4.15)

- **Entrada superior (Top Entry):** La bola se puede extraer desmontando la tapa superior. La válvula puede ser reparada en la instalación. (figura 4.15)
- **Entrada lateral (End Entry):** Cuerpo de una sola pieza. La bola se monta desde una entrada axial. (figura 4.15)
- **Cuerpo partido (Split Body):** El cuerpo lo forma dos o tres piezas. Permite la inspección y mantenimiento de todas las parte internas (figura 4.15)

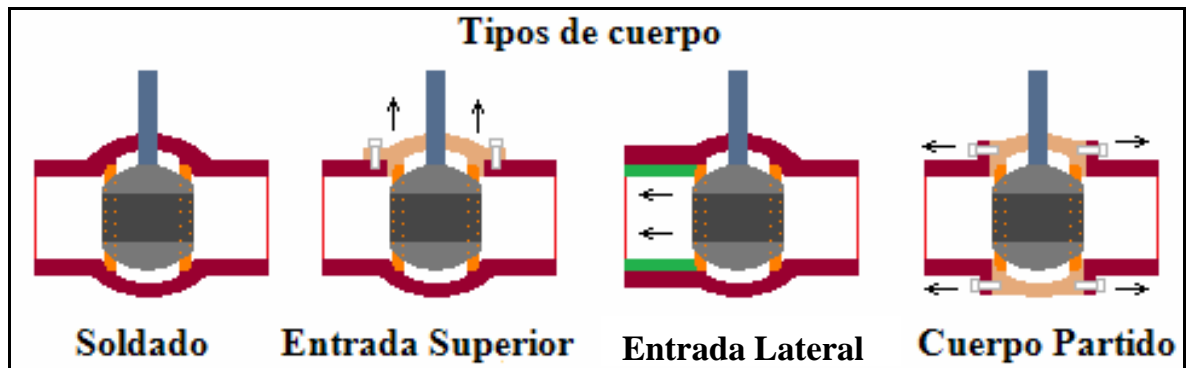


Figura 4.15 Tipos de Cuerpo

Se pueden encontrar de extremo rascado, Bridas y camisa completa

Normalmente son construidas en Cuerpo: hierro fundido, hierro dúctil, bronce, latón, aluminio, aceros al carbono, aceros inoxidables, titanio, tántalo, zirconio; plásticos de polipropileno y PVC. Asiento: TFE, TFE con llenador, Nylon, Buna-N, neopreno.

❖ **Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento**

Dejar suficiente espacio para accionar una manija larga.

❖ Especificaciones para el pedido

- Temperatura de operación.
- Tipo de orificio en la bola.
- Material para el asiento.
- Material para el cuerpo.
- Presión de funcionamiento.
- Orificio completo o reducido.
- Entrada superior o entrada lateral.

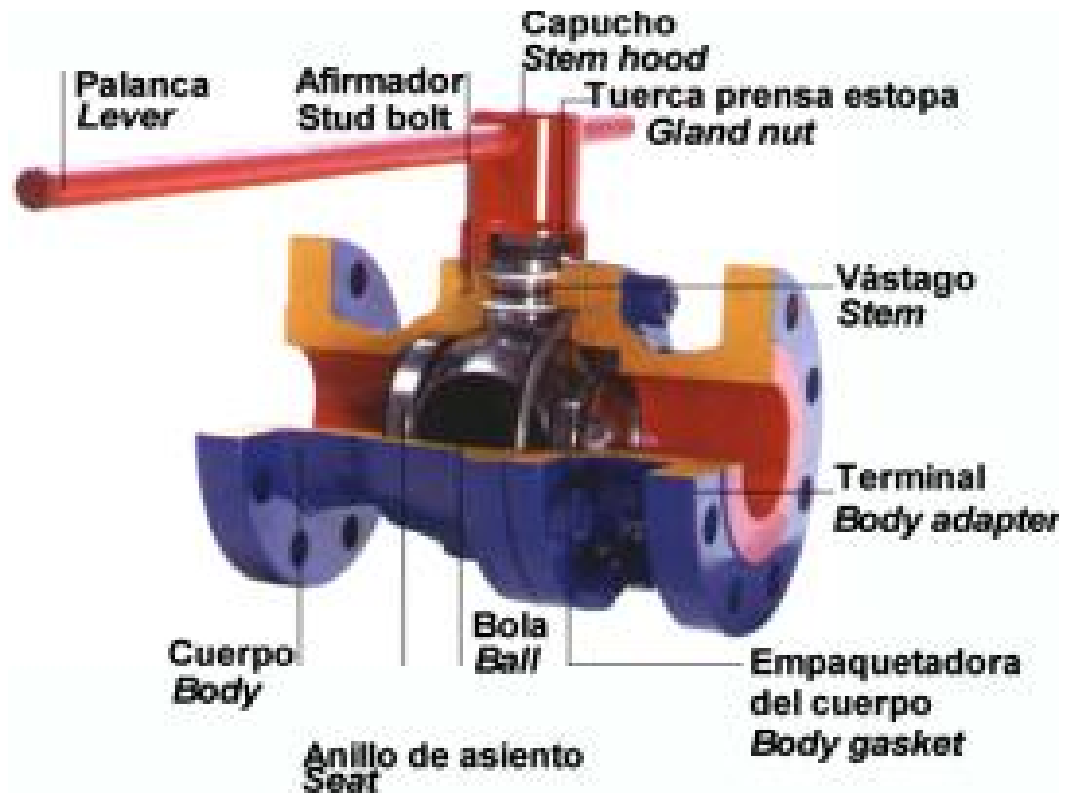




Figura 4.16

4.16 Válvulas de bola

4.4.4 Válvula de Cono o Macho (Plug Valve)



La figura 4.17 muestra la válvula de cono o macho con un corte seccional que permite apreciar los componentes y funcionamiento interno de la misma

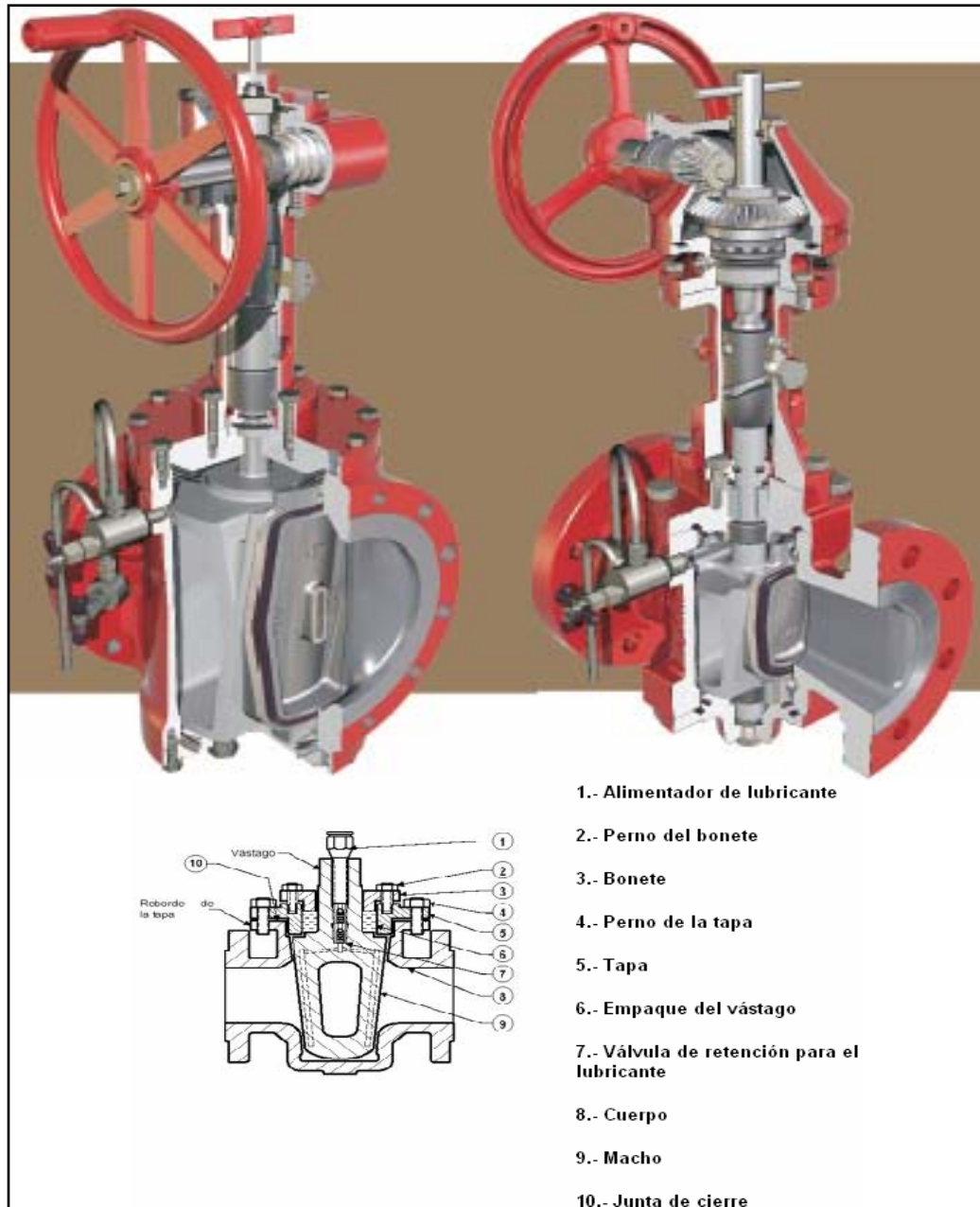


Figura 4.17 Válvula macho o cono (Plug valve)

❖ **Recomendación y Aplicación**

Esta válvula al igual que la de compuerta se destina para el servicio de paso y cierre a 1/4 de vuelta. Dado que el flujo por la válvula es suave y sin interrupción, también puede ser usada en fluidos con alto contenido de sólidos en suspensión,

incluso pastas aguadas muy espesas y para desviación de fluidos, ya que pueden tener una configuración multipuerto. Existe poca turbulencia dentro de ella y por lo tanto la caída de presión es baja.

❖ **Ventajas**

Fácil adaptación al tipo de orificios múltiples, alta capacidad, bajo costo, funcionamiento rápido y cierre hermético

❖ **Desventajas**

Un problema pequeño con las válvulas es accionarla después de haber permanecido en la misma posición un largo tiempo sin moverla porque requiere alta torsión (par) para accionarla, también presentan desgaste del asiento y cavitación con baja caída de presión.

❖ **Variaciones**

El macho es cónico o cilíndrico y tiene un conducto por el cual circula el líquido. Hay dos tipos de válvula de macho:

- **lubricadas:** cuya función es evitar las fugas entre la superficie del macho y el asiento en el cuerpo, y reducir la fricción durante la rotación. Las válvulas lubricadas se pueden utilizar para estrangulación.
- **No lubricadas:** donde el macho posee un revestimiento que elimina la necesidad del lubricante. Las válvulas no lubricadas no suelen ser aptas para estrangulación, salvo con pequeñas caída de presión, por el peligro de contracción y aplastamiento de la camisa.

Se la puede encontrar de una variedad amplia de materiales: los cuerpos por ejemplo son fabricados en latón, bronce, hierro fundido o maleable, aluminio, acero forjado, fundido, inoxidable, pvc, cpvc, pvdf (fluoro de polivinilideno y

polipropileno). Estos últimos son materiales termoplásticos de mucha utilidad en la industria química).

El macho esta fabricado en bronce, acero inoxidable, acero acabado en cromo duro, pvc.

❖ Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

- Dejar espacio libre para mover la manija en las válvulas accionadas con una llave.
- En las válvulas con macho lubricado, hacerlo antes de ponerlas en servicio.
- En las válvulas con macho lubricado, lubricarlas a intervalos periódicos.

❖ Especificaciones para pedido

- Material del cuerpo.
- Material del macho.
- Capacidad nominal de temperatura.
- Disposición de los orificios, si es de orificios múltiples.
- Lubricante, si es válvula lubricada.



Figura 4.18 Válvulas Macho

4.4.5 Válvula de Diafragma



La figura 4.19 muestra la válvula de diafragma con un corte seccional que permite apreciar los componentes y funcionamiento interno de la misma

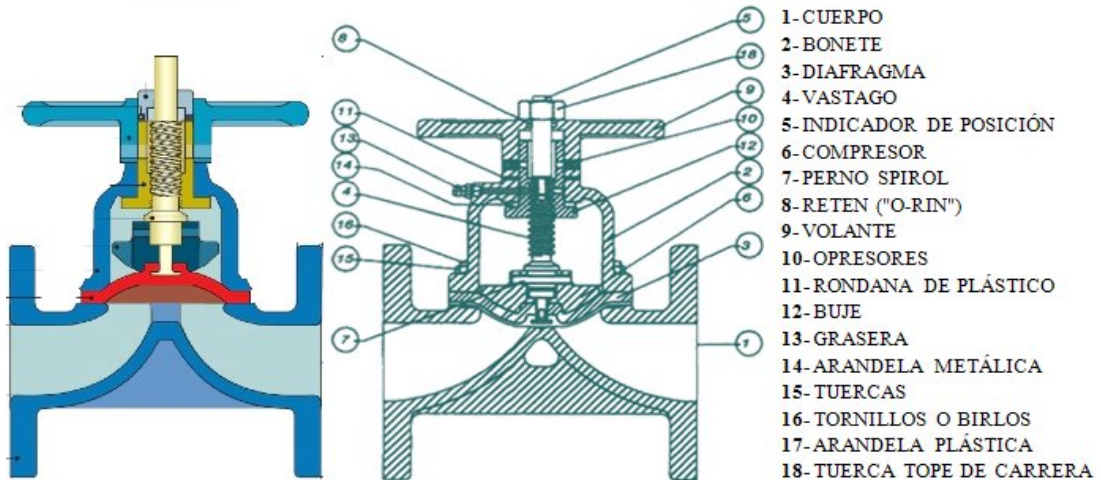


Figura 4.19 Válvula de Diafragma

❖ **Recomendación y Aplicación**

En las válvulas de diafragma se aísla el fluido de las partes del mecanismo de operación. Esto las hace idóneas en servicios corrosivos o viscosos. Las aplicaciones de este tipo de válvula son principalmente para presiones bajas, pastas aguadas, materiales pegajosos o viscosos, pastas semilíquidas fibrosas, lodos y alimentos, que a la mayoría de los demás equipos obstruirían, también son usadas en fluidos corrosivos y productos farmacéuticos.

❖ **Ventajas**

Bajo costo, no tienen empaquetaduras, no hay posibilidad de fugas por el vástago, además son inmunes a los problemas de obstrucción y contaminación hacia el exterior o del exterior, así como corrosión o formación de gomas en los productos que circulan.

❖ **Desventajas**

Diafragma susceptible de desgaste y su duración depende de las presiones, temperaturas y la frecuencia de las aperturas y cierres.

❖ **Variaciones**

Hay dos tipos generales que son: válvulas de diafragma con cuerpo rectilíneo y válvulas de diafragma con cuerpo tipo vertedero o Sauners. Son de fabricación metálicas y plásticos macizos.

❖ **Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento**

- Lubricar a intervalos periódicos.
- No utilizar barras, llaves ni herramientas para cerrarla.

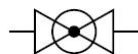
❖ **Especificaciones para el pedido**

- Material del cuerpo.
- Material del diafragma.
- Conexiones de extremo.
- Tipo del vástago.
- Tipo del bonete.
- Tipo de accionamiento.
- Presión de funcionamiento.
- Temperatura de funcionamiento.



Figura 4.20 Válvulas de Diafragma

4.4.6 Válvula de Globo



La figura 4.21 muestra la válvula de globo con un corte transversal que permite apreciar los componentes y funcionamiento interno de la misma

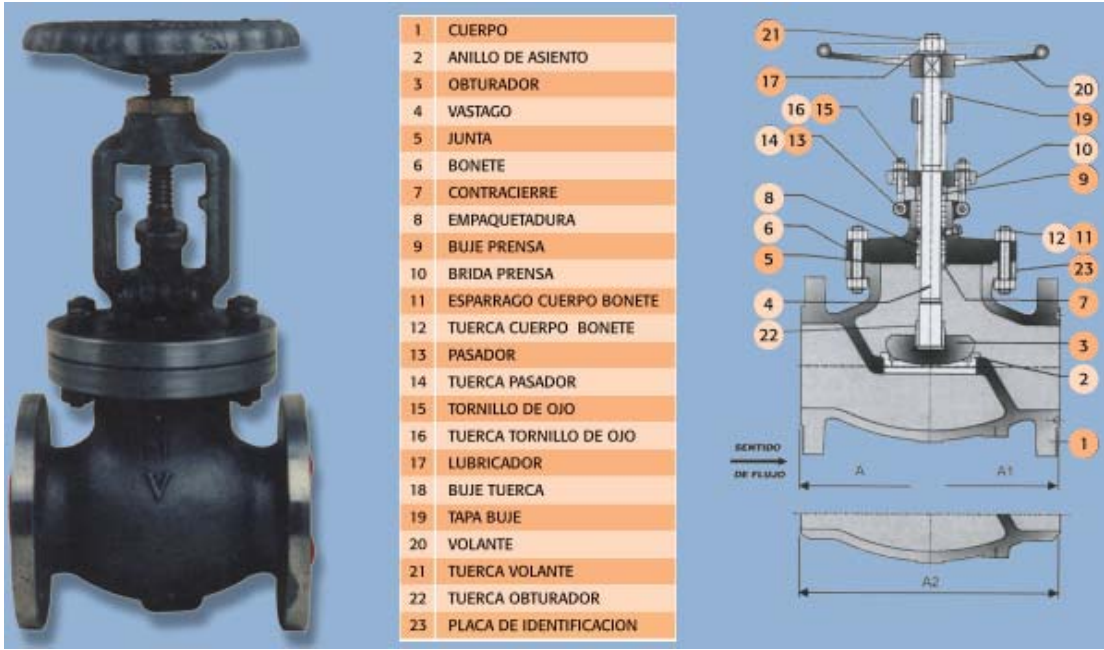


Figura 4.21 Válvula de globo

❖ Recomendación y Aplicación

Son usadas en Servicio general, líquidos, vapores, gases, corrosivos, pastas semilíquidas.

- Estrangulación o regulación de circulación.
- Para accionamiento frecuente.
- Para corte positivo de gases o aire.
- Cuando es aceptable cierta resistencia a la circulación.

❖ **Ventajas**

- Estrangulación eficiente con estiramiento o erosión mínimos del disco o asiento.
- Carrera corta del disco y pocas vueltas para accionarlas, lo cual reduce el tiempo y desgaste en el vástago y el bonete.
- Control preciso de la circulación.
- Disponible con orificios múltiples.

❖ **Desventajas**

- Gran caída de presión.
- Costo relativo elevado.

❖ **Variaciones**

Normal (estándar), en "Y", en ángulo, de tres vías. Estas válvulas globos se construyen de variados tipos como por ejemplo:

- Válvulas de globo tipo esférico.
- Válvulas de globo tipo disco cónico.
- Válvulas de globo tipo aguja.
- Válvulas de globo tipo émbolo o pistón.
- Válvulas de globo tipo ángulo.

Generalmente son construidas en materiales como: Cuerpo: bronce, hierro, hierro fundido, acero forjado, Monel, acero inoxidable, plásticos.

❖ Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

Instalar de modo que la presión este debajo del disco, excepto en servicio con vapor a alta temperatura. Hay que abrir ligeramente la válvula para expulsar los cuerpos extraños del asiento. Apretar la tuerca de la empaquetadura, para corregir de inmediato las fugas por la empaquetadura.

❖ Especificaciones para el pedido

- Tipo de conexiones de extremo.
- Tipo de disco.
- Tipo de asiento.
- Tipo de vástago.
- Tipo de empaquetadura o sello del vástago.
- Tipo de bonete.
- Capacidad nominal para presión.
- Capacidad nominal para temperatura.



Figura 4.22 Válvulas de Bola

4.4.7 Válvula de Aguja

La figura 4.23 muestra la válvula de aguja con un corte seccional que permite apreciar los componentes y funcionamiento interno de la misma

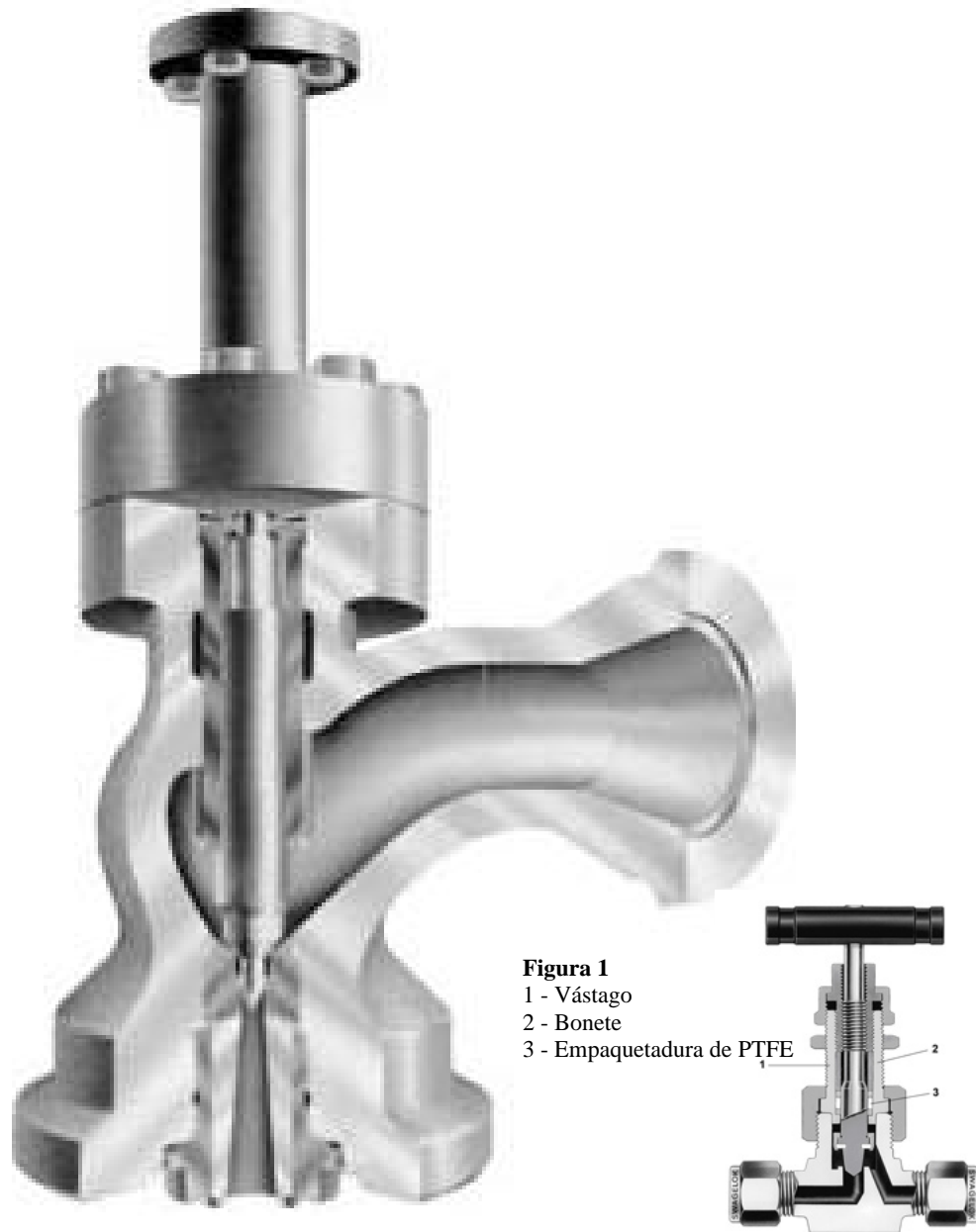


Figura 4.23 Válvula de Aguja

❖ Recomendación y Aplicación

Se utilizan las válvulas de aguja como bypass a la válvula de mariposa o esférica. Primero se opera con la válvula de aguja, que puede trabajar mejor que la principal a grandes diferencias de presión sin cavitación, y una que vez la válvula principal está a presiones equilibrada se realiza su obertura evitando un golpe de ariete de la instalación.

❖ Ventajas

Esta válvula en una buena reguladora de caudal, por su estabilidad, precisión y el diseño del obturador que facilita un buen sellado metálico, con poco desgaste que evita la cavitación a grandes presiones diferenciales.

❖ Desventajas

El desplazamiento del vástago, si es de rosca fina, es lento y el hecho de que hasta que no se gira un buen número de vueltas la sección de paso del fluido es mínima

❖ Variaciones

Es posible encontrar diseños con la disposición de los puertos de entrada y salida de la válvula de forma angular, recta (90°) o lineal (0°).



Figura 4.24 Válvulas de Aguja

4.4.8 Válvula de Retención

La figura 4.25 muestra un corte transversal de la válvula de retención que permite apreciar los componentes y funcionamiento interno de la misma

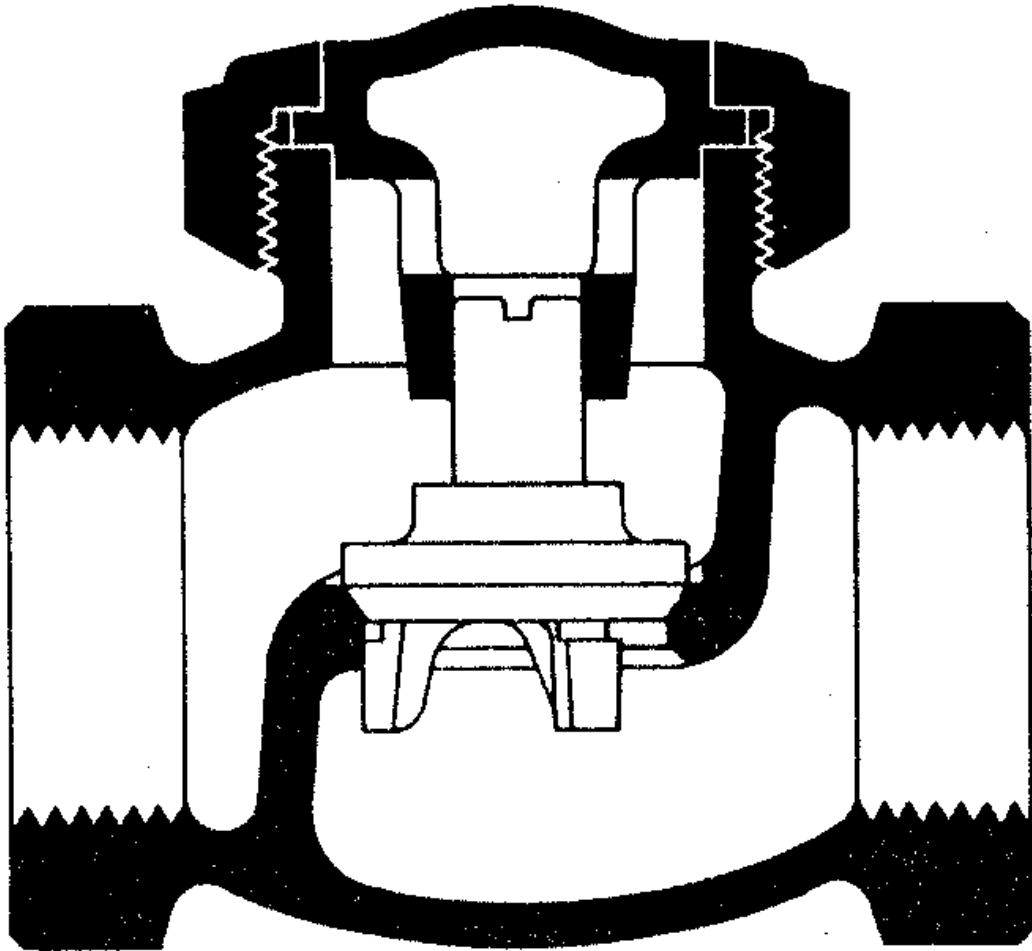


Figura 4.25 Válvula de Retención (tipo de elevación).

Una válvula de retención de elevación es similar a la válvula de globo, excepto que el disco se eleva con la presión normal e la tubería y se cierra por gravedad y la circulación inversa.

❖ **Recomendaciones**

- Cuando hay cambios frecuentes de circulación en la tubería.
- Para uso con válvulas de globo y angulares.
- Para uso cuando la caída de presión a través de la válvula no es problema.

❖ **Aplicaciones**

Tuberías para vapor de agua, aire, gas, agua y vapores con altas velocidades de circulación.

❖ **Ventajas**

- Recorrido mínimo del disco a la posición de apertura total.
- Acción rápida.

❖ **Variaciones**

Tres tipos de cuerpos: horizontal, angular, vertical.

Tipos con bola (esfera), pistón, bajo carga de resorte, retención para vapor.

❖ **Materiales**

Cuerpo: bronce, hierro, hierro fundido, acero forjado, Monel, acero inoxidable, PVC, Penton, grafito impenetrable, camisa de TFE.

❖ **Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento**

- La presión de la tubería debe estar debajo del asiento.
- La válvula horizontal se instala en tuberías horizontales.
- La válvula vertical se utiliza en tubos verticales con circulación ascendente, desde debajo del asiento.
- Si hay fugas de la circulación inversa, examinar disco y asiento.

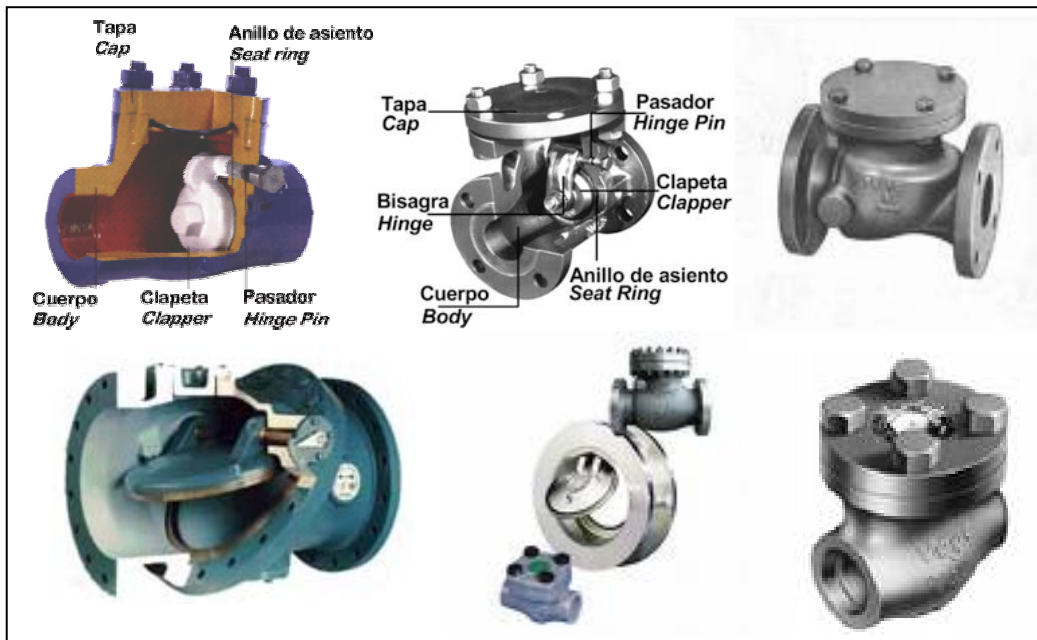


Figura 4.26 Válvulas de Retención

4.4.9 Válvulas para servicio criogénico.

06001; 06002; 06006 Válvula de seguridad de expansión térmica

Tamaño: 1/4" a 1/2"
Rango presión tarado: 5 a 45 bar (06001) 1 a 45 (06002 y 06006)
Rango temperaturas: -196°C a 65°C (06001) -196°C a 150°C (06002 y 06006)
Material cuerpo: Latón
Normativas: AD Merkblatt A2, 97/23/EC
Aprobaciones: TÜV / PED
Aplicaciones: Para aliviar la presión producida por la expansión térmica de gases criogénicos como dióxido de carbono, aire, oxígeno, nitrógeno, argón, metano, etc..



Expansión
térmica

06386; 06416; 06388; 06418 Válvula de seguridad AIT, con tobera integral

Tamaño: desde 1/2" a 1 1/2" (consultar)
Rango presión tarado: 0,2 a 40 bar
Rango temperaturas: -196°C a 185°C
Material cuerpo: Bronce
Normativas: AD Merkblatt A2, 97/23/EC
Aprobaciones: TÜV / PED / ASME
Aplicaciones: Para aliviar el exceso de presión en recipientes fijos o móviles. Adecuado para gases criogénicos como dióxido de carbono, aire, oxígeno, nitrógeno, cuando una capacidad de descarga es requerida.



Válvula de seguridad de
apertura instantánea

06800; 06805; 06801; 06806 Válvulas de seguridad AIT, con tobera integral y fuelle

Tamaños: 1/2" a 1"
Rango de presiones: 3 a 25 bar, (< 3 bar) Máxima contrapresión 15%
Rango temperaturas: -270°C a 225°C
Material cuerpo: Acero inoxidable PN25
Normativas: AD Merkblatt A2, 97/23/EC
Aprobaciones: TÜV / PED
Aplicaciones: Para aliviar el exceso de presión en recipientes fijos o móviles. Adecuado para gases criogénicos como dióxido de carbono, aire, oxígeno, nitrógeno, cuando una capacidad de descarga es requerida.



06510; 06512 Válvula de esfera de 3 vías (Válvula desviadora)

Tamaños: DN15 a DN32
Rango temperaturas: -196°C a 120°C
Material cuerpo: Bronce PN50
Normativas: AD Merkblatt A4, 97/23/EC, 99/36/EG
Aprobaciones: PED / TPED
Aplicaciones: Para la instalación de dos o más válvulas de seguridad asegurando un servicio continuo frente al exceso de presión, facilitando el mantenimiento.
Opciones: Diferentes tipos de conexiones, "locking sleeve" para posicionamiento de la válvula de seguridad.



06401 Válvula de conmutación

Tamaños: DN15 a DN25
Rango temperaturas: -196°C a 185°C
Material cuerpo: Acero inoxidable hasta PN160
Normativas: AD Merkblatt A4, 97/23/EC
Aprobaciones: PED
Aplicaciones: Para la instalación de dos o más válvulas de seguridad para facilitar el mantenimiento y asegurar el uso continuo del proceso.
Opciones: Actuador neumático o eléctrico, fuelle de protección.



con fuelle de protección

Válvulas de conmutación
desviadoras

Válvulas de globo y globo retención

Bronce



013**, 024**

Válvulas de globo / globo retención

Tamaños: DN10 a DN50
Conexiones: preparadas para soldar SW y BW, con manguitos incorporados cobre, inox.; roscadas según BSP y NPT

Rango temperaturas: desde -196°C a 120°C

Material: Cuerpo y tapa Bronce PN50

Opciones:
 013**
 01 conexiones SW, BW y manguitos
 05 conexiones roscadas
 11 conexiones SW, BW, manguitos y vástago extendido
 15 roscada y vástago extendido

024**
 01 Tuerca y manguito
 11 Tuerca y manguito; vástago extendido.

Todas: retención incorporada/obturador proporcional PED / TPED

Aprobaciones:

Aplicaciones: Válvula de interrupción para bloquear el flujo de fluidos criogénicos tales como hidrógeno, argón, dióxido de carbono, etc...

Acero inox. / bronce



013**, 033**

Válvulas de globo / globo retención

Tamaños: desde DN10 hasta DN100; DN25 a DN100 (modelo 033**)

Conexiones: preparadas para soldar SW y BW; roscadas según BSP y NPT; bridas según DIN y ANSI

Rango temperaturas: desde -196°C a 120°C

Material: Cuerpo inoxidable; tapa bronce PN50

Opciones:
 013**
 31 conexiones SW y BW
 35 conexiones roscadas
 21 conexiones SW/BW, vástago extendido
 25 roscada, vástago extendido
 22 ángulo 90°, SW y BW, vástago extendido
 32 ángulo 90°, SW y BW

033**
 31 conexiones bridas
 21 bridas, vástago extendido

Todas: retención incorporada, obturador proporcional, extremos con manguitos para soldar

Aprobaciones:

Aplicaciones: Válvula de interrupción para bloquear el flujo de fluidos criogénicos tales como hidrógeno, argón, dióxido de carbono, etc...

Acero inoxidable



013**, 033**

Válvulas de globo / globo retención

Tamaños: desde DN10 hasta DN100; DN25 a DN100 (modelo 033**)

Conexiones: preparadas para soldar SW y BW; roscadas según BSP y NPT; bridas según DIN y ANSI

Rango temperaturas: desde -196°C a 120°C

Material: Cuerpo y tapa inoxidable PN50

Opciones:
 013**
 51 conexiones SW y BW
 55 conexiones roscadas
 41 SW/BW, vástago extendido
 45 roscada, vástago extendido
 52 ángulo 90° SW y BW
 42 ángulo 90°, SW y BW, vástago extendido

033**
 51 conexiones bridas
 41 bridas, vástago extendido

Todas: retención incorporada, obturador proporcional, extremos con manguitos para soldar

Aprobaciones:

Aplicaciones: Válvula de interrupción para bloquear el flujo de fluidos criogénicos tales como hidrógeno, argón, dióxido de carbono, etc...



01252, 03252 Válvulas de globo con fuelle

Tamaños: desde DN10 a DN50; DN25 a DN50 Modelo 03252
Conexiones: para tubería según DIN / ASTM (01252) y con bridas según DIN / ANSI (03252)
Rango temperaturas: desde -270°C a 225°C
Material cuerpo: Acero inoxidable PN50
Opciones: Obturador proporcional y extremos con manguitos para soldar PED / TPED
Aprobaciones: Válvula de interrupción para bloquear el flujo de fluidos criogénicos tales como hidrógeno, argón, dióxido de carbono, etc...
Aplicaciones: Especial para ser usadas con fluidos inflamables, al obtener niveles de estanqueidad de 10⁻⁴ mbar litro/s al exterior.

Válvulas de globo con fuelle



016**, 036** Válvulas de globo resistentes al fuego

Tamaños: desde DN10 a DN150; DN25 a DN150 (036**); DN200 consultar
Conexiones: para tubería según DIN/ASTM, roscadas según ISO/ANSI (016**), bridas según DIN/ANSI (036**)
Rango temperaturas: desde -196°C a 120°C
Material: Acero inoxidable PN50
Opciones: 016**
 41/45 conexiones preparadas para soldar SW, BW
 42/52 ángulo 90°, preparadas para soldar SW y BW
 45 conexiones roscadas
 43/53 conexiones SW, BW, con actuador
 46 ángulo 90°, SW y BW, con actuador
 036**
 41/51 conexiones con bridas
 11 conexiones con bridas con actuador.
Todas: obturador proporcional; extremos manguitos para soldar.
Aprobaciones: PED / TPED, según EN12567 y EN ISO 10497. API 607
Aplicaciones: Válvula de interrupción resistente al fuego especialmente diseñada para ser usada con GNL (gas natural licuado).



Válvulas para aplicaciones con GNL



01313, 01343, 03343 Válvulas con actuador eléctrico / neumático

Tamaños: DN10 a DN50 (01313); DN10 a DN100 (01343); DN25 a DN100 (03343)
Conexiones: para tubería según DIN / ASTM y roscadas según ISO / ANSI y Bidas según DIN / ANSI
Rango temperaturas: -196°C a 120°C
Material cuerpo: 01313 Bronce PN50
 01343 y 03343 Acero inoxidable PN50
Opciones: Actuador desengrasado uso O₂, obturador proporcional, fuelle de protección internos.
 Actuador eléctrico y conexiones con manguitos en inoxidable.
Accesorios: Posicionador electro neumático, interruptores fin de carrera y electroválvula
Aprobaciones: PED / TPED
Aplicaciones: Válvula de interrupción pilotada para bloquear el flujo de fluidos criogénicos tales como hidrógeno, argón, dióxido de carbono, etc...



Válvulas con actuador

Válvulas de retención



054 Válvulas de retención con cierre en PTFE**

Tamaños: Desde DN10 hasta DN100 (Consultar)
Conexiones: para tubería según DIN / ASTM, roscadas según ISO / ANSI y bridas según DIN / ANSI
Rango de presiones: hasta PN50
Rango temperaturas: -196°C a 120°C
Material cuerpo: **11, 12 y 13 Cuerpo y tapa Bronce
 **15, 16 y 18 Cuerpo Acero inoxidable y tapa Bronce
 **14, 17 y 19 Cuerpo y tapa Acero inoxidable
Opciones: 054**
 12, 14, 16 conexiones SW y BW (inoxidable y cobre)
 13, 15, 17 conexiones roscadas
 18, 19 conexiones bridas
 11 tuerca y manguito (bronce o inoxidable)
Todas: extremos con manguitos para soldar.
Aprobaciones: PED / TPED
Aplicaciones: Para impedir el retorno de fluidos criogénicos como dióxido de carbono, argón, nitrógeno, etc....

Filtros



084 Filtros**

Tamaños: Desde DN10 hasta DN100 (Consultar)
Conexiones: para tubería según DIN / ASTM, roscadas según ISO / ANSI y bridas según DIN / ANSI
Rango de presiones: hasta PN50
Rango temperaturas: -196°C a 120°C
Material cuerpo: **12 y 13 Cuerpo y tapa Bronce
 **14, 15 y 31 Cuerpo Acero inoxidable y tapa Bronce
 **16, 17 y 32 Cuerpo y tapa Acero inoxidable
Opciones: 084**
 12, 14, 17 conexiones SW y BW (inoxidable y cobre)
 13, 15, 16 conexiones roscadas
 31, 32 conexiones bridas
Todos: malla en bronce; diferentes perforaciones (estándar 0,25 mm); extremos con manguitos para soldar.
Aprobaciones: PED / TPED
Aplicaciones: Para proteger equipos en aplicaciones con fluidos criogénicos, como dióxido de carbono, argón, nitrógeno, etc....

Válvula de globo ligera para camiones cisterna



01353 Válvula de globo ligera con actuador para camiones cisterna

Tamaños: DN40 a DN65
Conexiones: preparadas para soldar SW y BW
Rango de presiones: hasta 10 bar r
Rango temperaturas: -196°C a 120°C
Material cuerpo: Acero inoxidable.
Opciones: Extremos con manguitos para soldar
Aprobaciones: PED / TPED
Aplicaciones: Válvula de interrupción en las líneas de llenado desde el camión cisterna al depósito del producto criogénico.

4.5 ANALISIS DE LOS CRITERIOS DE EFICIENCIA Y DISEÑO EN LOS PROCESOS DE SELECCIÓN DE VÁLVULAS DE CONTROL.

En la selección de las válvulas de control de muchos procesos, se debe tener en cuenta criterios de eficiencia y diseño que garanticen el mejor y más adecuado funcionamiento de las válvulas en estos procesos.

Para un óptimo control, es importante que la válvula llegue a una posición específica rápidamente. Una rápida respuesta a pequeñas señales de cambios (1% o menos) es uno de los factores más importantes en el suministro óptimo de control del proceso. La mayor parte de la señal de cambios recibida del controlador es para los pequeños cambios en la posición del obturador. Si una válvula de control de montaje rápido responde a estos pequeños cambios, el proceso mejorará la efectividad.

El tiempo de respuesta de la válvula se mide por un parámetro llamado T63 que es el tiempo medido desde el inicio de la señal de entrada cuando el cambio a la salida alcanza el 63% del cambio correspondiente e incluye tanto la dinámica de la válvula como el tiempo muerto. Esto es una medida de cuánto tiempo necesita el actuador para llegar al 63% una vez que empiece a moverse.

Las condiciones físicas de la válvula, la fricción entre sus piezas móviles y el diseño del actuador influyen significativamente en el efecto de banda muerta por lo que las válvulas de control de diafragma poseen mejor rendimiento debido a que hay menor fricción en la junta del pistón, no existe problema de alineación, y el fluido no afecta la lubricación de la válvula.

La correcta selección de la válvula, actuador y posicionador no es fácil. Ello no es simplemente una cuestión de encontrar una combinación compatible sino que se deben aplicar buenas técnicas y se debe calibrar la válvula para alcanzar los mejores comportamientos dinámicos del bucle.



Figura 4.27 Componentes de la Válvula de Control

4.5.1 Consideraciones para criterio de diseño

Algunas de las más importantes consideraciones de diseño incluyen:

- Banda muerta
- Actuador / posicionador de diseño
- Tiempo de respuesta de la válvula
- Tipo de la válvula y tamaño

4.5.2 Consideraciones para criterio de eficiencia

Los fabricantes de renombre de válvulas de control y sus representantes se dedican a ayudar a seleccionar la válvula de control más adecuada para las condiciones actuales de servicio. Porque hay con frecuencia varias opciones correctas para una misma aplicación, por lo que es importante toda la siguiente información para garantizar la eficiencia de la válvula:

- _ Tipo de fluido a ser controlado
- _ Temperatura del fluido.
- _ La viscosidad del fluido.
- _ Peso específico del fluido.
- _ Capacidad de flujo necesario (máximo y mínimo).
- _ Presión de entrada en la válvula (máximo y mínimo).
- _ Presión de salida (máximo y mínimo).
- _ Caída de presión durante el uso de condiciones normales.
- _ Caída de presión en el cierre.
- _ El nivel de ruido máximo permitido, si viene al caso, y la medición punto de referencia.
- _ Grados de existencia o de parpadear, si se conoce.
- _ Tubería de entrada y salida y el tamaño del programa.
- _ Etiquetado Especial de la información requerida.

- _ Consejo de Administración de Materiales (ASTM A216 grado del CMI, ASTM A217 grado WC9, ASTM A351 CF8M, etc).
- _ Válvulas y conexiones finales (follada, brida clase 600 RF, bridas clase 1500 RTJ).
- _ Acción deseada en la falta de aire (válvula para abrir, cerrar, o mantener la última posición de control).
- _ Instrumento de suministro de aire disponible.
- _ Instrumento de señal (3 a 15 psig, 4 a 20 mA, Hart, etc).

4.5.3 Otras consideraciones para criterio de eficiencia y diseño

Además a nivel de ingeniería y economía, el usuario y el fabricante deben estar de acuerdo en la siguiente información:

- _ Tipo y número de válvulas
- _ Tamaño de la válvula
- _ Cuerpo y construcción de la válvula (ángulo, de doble puerto, mariposas, etc)
- _ Enchufe de la válvula (jaula de estilo, guiada por el puerto, etc)
- _ Tapón de acción de la válvula (push-down- o empujar hacia abajo, abrir)
- _ Tamaño (pleno o restringido)
- _ Corte de materiales necesarios para la válvula
- _ Flujo de acción (el flujo tiende a abrir o el flujo de la válvula tiende a cerrar la válvula)
- _ Tamaño del actuador requerido
- _ Material de embalaje (PTFE V-ring, laminados de grafito, el medio ambiente, sistemas de cierre, etc)
- _ Accesorios necesario (posicionador, el volante, etc)

4.5.4 Análisis de los criterios de eficiencia y diseño en los procesos de selección de válvulas de control

Las consideraciones convierten los atributos que son deseables para una válvula, en directrices de diseño. Los atributos están basados en los requisitos de la industria, mientras que las directrices de diseño están basadas en los principios de la física y de la geometría de las válvulas. Estos criterios subraya el siguiente axioma: La válvula no debe afectar de forma adversa a los fluidos en cuestión (como los gases), y los fluidos en cuestión no deben afectar adversamente a la válvula. Las directrices son en parte, sino en su totalidad, relativas al paso de caudal en el interior de la válvula. El paso del caudal es una consideración crítica, no sólo desde el punto de vista de los requisitos industriales en cuanto a la circulación de sustancias químicas, sino también desde el punto de vista de los últimos avances en la fabricación de nuevos componentes, que necesitan un tratamiento delicado de los gases para minimizar la los daños en dichos componentes.

Muchas válvulas utilizadas en la actualidad en la industria del gas, no han sido diseñadas para los avanzados procesos actuales. De hecho, esos diseños a veces preceden la invención y generalización de los procesos actuales. La dinámica de fluidos simulada por ordenador como herramienta principal de modelos asistidos, permite a los ingenieros probar diferentes geometrías (con diferentes fluidos críticos de sistemas) para saber cómo éstas rendirán y también si satisfacen las directrices de diseño establecidas de acuerdo a los requisitos de la industria. La CFD (Dinámica computacional de fluidos) predice el coeficiente de caudal para cualquier diseño de válvula dado. También ilustra y calcula la velocidad del fluido; fuerzas de arrastre e incremento de los diferenciales de presión a través de la válvula.

Por ejemplo, un diseñador puede probar los tamaños de los orificios de entrada y salida, o sus ángulos en relación uno con el otro. O, puede centrarse en la forma de la cavidad interna en sí misma, y en combinación con la geometría del diafragma.

Además del paso del caudal, tiene también en cuenta aspectos como la integridad y desgaste del material, la generación de partículas y la permeabilidad, los cuales deben ser probados en la fase de diseño por medio del análisis de elementos finitos (FEA según sus siglas en inglés).

El FEA ofrece al diseñador de los componentes de fluidos un análisis paso a paso de los esfuerzos y deformación de cada sección de material o componente, como el diafragma o el cierre en el asiento. Es una herramienta particularmente valiosa para el diseño de los diafragmas de fluoropolímero de larga duración, que deben resistir la permeabilidad y los ataques de los ácidos, lodos y otros productos químicos críticos utilizados en la industria de los. Mientras una vida de servicio prolongada requiere un diafragma flexible, la resistencia a los ácidos requiere un diafragma grueso. Así, el FEA ayuda al diseñador a encontrar el equilibrio entre dos requisitos que compiten entre sí.

Mediante el empleo del software FEA, los diseñadores pueden decidir las propiedades de los materiales; las condiciones que suponen límites, como la temperatura y la presión; las limitaciones de esfuerzo; y la geometría del diafragma. El programa entonces, modela y prueba los diseños en un espacio de tres dimensiones. Los resultados permiten a los ingenieros probar los diferentes contornos de los diafragmas, su espesor y funcionalidad hasta alcanzar el diseño necesario u óptimo.

4.6 OPORTUNIDADES DE APLICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN PROCESOS DE CONTROL CON VÁLVULAS.

4.6.1 Nuevas válvulas de control Neles ROTARYGLOBE

Primer gran avance del siglo XXI en el diseño de válvulas

La nueva válvula de control Neles RotaryGlobe, un gran avance de diseño, que combina las mejores características de las conocidas tecnologías de las válvulas lineal y rotativa, en válvulas reguladoras de pequeño diámetro, capaces de funcionar eficazmente a presiones de hasta 1500 ASME. Las características de caudal de esta nueva válvula son iguales a las de una válvula de globo; por definición, el diseño del cuerpo de tipo globo proporciona un elevado factor de recuperación de la presión. Al igual que en las válvulas de globo, la gama de internos intercambiables, incluye: bajo C_v , bajo ruido e internos anticavitación que permiten el funcionamiento en una amplia gama de aplicaciones con el mismo diseño básico de la válvula. Estos factores, combinados con el tamaño compacto y las propiedades de baja emisión de una válvula rotativa conforman un diseño único que ofrece la máxima precisión y fiabilidad en el control del caudal, además de reducir los costos en recambios y mantenimiento.

Las válvulas Neles RotaryGlobe están diseñadas para controlar una amplia variedad de líquidos, gases y vapores en condiciones de servicio normales, difíciles e incluso severas. Las aplicaciones de la nueva válvula abarcan las industrias petroquímica, química, petróleo y gas.

Diseño innovador

La válvula Neles RotaryGlobe es compacta, ligera y robusta e incluye una gama de internos. Su cuerpo de una pieza, de tipo globo, minimiza las posibles fugas y proporciona unas prestaciones anticavitación mejoradas, además, el eje de movimiento rotativo asegura un buen control de las emisiones a la atmósfera. La característica de caudal se puede seleccionar fácilmente gracias a la gama de internos y también, usando el posicionador inteligente.

El diseño modular permite intercambiar sus componentes en toda la gama de tamaños y las opciones de materiales del cuerpo y la gama de internos lineales, isoporcentuales y equilibrados permite adaptarse a las aplicaciones más difíciles; por ejemplo, en condiciones de alto ruido, el interno de atenuación del ruido puede reducirlo hasta en -20dB. Cada aspecto del diseño ha sido tenido en cuenta cuidadosamente. El cojinete guía, aislado del fluido de proceso para reducir la corrosión potencial y los problemas de erosión, incorpora un eje anti-expulsión.

La nueva válvula, disponible en tamaños de ½" a 2", funciona a temperaturas de entre -80°C a +425°C y cumple todos los requisitos de los estándares ASME. También satisface los últimos requisitos de seguridad y los estándares medioambientales, como por ejemplo, TA-Luft, Clean Air Act, ISO 15848-1

Pruebas de campo

La válvula de control Neles RotaryGlobe ha sido específicamente diseñada para que su mantenimiento sea mínimo. Por ejemplo, el diseño top-entry permite el servicio en tubería. Las partes internas, los valores Cv y las características del flujo son fáciles de cambiar utilizando los internos intercambiables. El último controlador

inteligente Neles ND9000 de Metso asegura las mejores prestaciones de control; su software de fácil uso con diagnósticos online, permite predecir con exactitud el mantenimiento necesario y pueden se usadas en las etapas en cualquiera de las etapas del negocio del gas natural menos el etapa de producción debido a que esta válvula tiene las mismas características que la válvula de globo, pero con algunas mejoras.

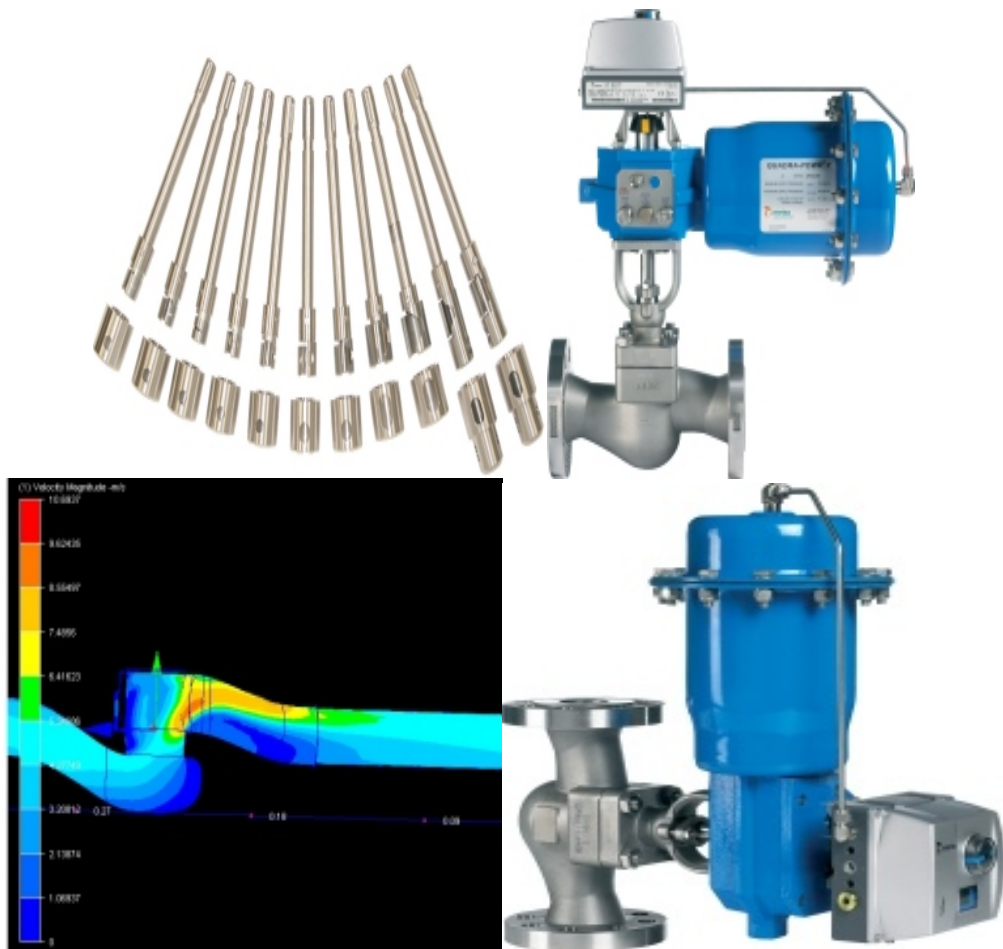


Figura 4.28 Válvulas Neles RotaryGlobe

4.6.2 Válvula de control de intervalos de nueva generación

Sello metal-metal que permite mayor capacidad de descarga

La válvula de control de intervalos HS (HS-ICV) SmartWell, la cual es tolerante a los escombros y diseñada para alta presión en ambientes de aguas profundas caracterizados por condiciones severas de operación. La HS-ICV permite el despliegue de los sistemas SmartWell en los ambientes más extremos.

Las características de la válvula incluyen:

- Un Sello patentado metal-metal, que permite la mayor capacidad de descarga de la industria
- Un perfilador de flujo modificable.
- Sensores de posición opcionales para proporcionar confirmación en tiempo real de movimientos remotamente activados de la válvula.

Ideal para usar a gran profundidad siendo apropiada en la etapa de producción.

El perfilador del flujo de la HS-ICV asegura la integridad completa del sello metal-metal cuando se expone a un flujo fuerte de escombros del pozo. El mandril de la válvula de una sola pieza, evita que los escombros del pozo queden atrapados dentro de la herramienta lo que impiden el movimiento de la válvula. El sello lateral metal-metal permite que la válvula descargue a una máxima presión diferencial de 5.000 libras por pulgada cuadrada (psi). La máxima capacidad de descarga ha sido rigurosamente probada con diferenciales de presión de hasta 10.000 psi.



Figura 4.29 Válvula de control de intervalos HS (HS-ICV) SmartWell

4.6.3 Nueva válvula de control Fisher GX de 3 vías

La válvula Fisher GX de 3 vías, que al igual que el modelo de 2 vías se compone de cuerpo y actuador. Este modelo tiene la capacidad de controlar de forma precisa la temperatura del agua, aceites térmicos, vapor y otros fluidos utilizados en intercambiadores de calor y equipos de lubricación.

El cuerpo de la válvula GX de 3 vías ha sido diseñado para proporcionar estabilidad del flujo y reducir la variabilidad del proceso. Su estabilidad la hace especialmente adecuada en aplicaciones de control de temperatura y PH. Permite tanto el control de mezcla de fluidos (convergente, 2 entradas y 1 salida) como la separación (divergente, 1 entrada y 2 salidas) sin cambio de configuración. El diseño compacto y robusto permite su integración en equipos con limitaciones de espacio. Está disponible con los requerimientos de las normas ASME. El cuerpo de la válvula GX de 3 vías ha sido diseñado para proporcionar estabilidad del flujo y reducir la variabilidad del proceso. Su estabilidad la hace especialmente adecuada en aplicaciones de control de temperatura y PH. Permite tanto el control de mezcla de fluidos (convergente, 2 entradas y 1 salida) como la separación (divergente, 1 entrada y 2 salidas) sin cambio de configuración.

La tecnología para completación inteligente SmartWell de WellDynamics incluye soluciones para control de flujo, aislamiento de zonas, monitoreo permanente y control de fondo de pozo, así como una infraestructura digital y sistemas de fibra óptica.



Figura 4.30 Válvula de control Fisher GX de 3 vías

4.6.4 Válvula selenoide

La válvula selenoide esta compuesta de un controlador incorporado (selenoide). El mantenimiento de este elemento se realiza con el controlador. Se le obliga a cerrar o abrir, y se ve si la presión aguas abajo se modifica o no. Si hay modificación, la válvula está funcionando correctamente.

Para el mantenimiento anual se recomienda abrir la válvula, limpiar todos los elementos, fijarse especialmente en el asiento de la válvula y volver a armar de acuerdo con el plano adjunto.

Algunas válvulas de control automático tienen una llave que siempre debe estar abierta, si se quiere dejar fuera el sistema horario, basta con cerrar esta llave a la posición off y la válvula no abrirá. Dejarla siempre completamente abierta, haciéndola ideal para zonas remota como estaciones de flujo y registro debido a que se puede controlar a distancia.

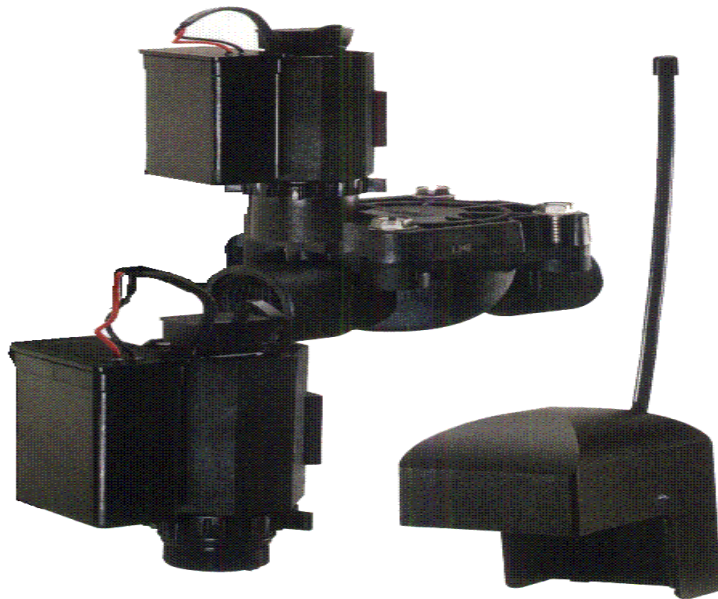


Figura 4.31 Válvula Selenoide

4.7 CRITERIOS DE SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE LAS VÁLVULAS DE CONTROL

4.7.1 Selección de las Válvulas de control

Para la selección de la válvula se debe tener en cuenta los siguientes requerimientos:

- ❖ Consideración de Cálculo
- ❖ Vida de Servicio
- ❖ Características del Sistema

4.7.1.1 Consideraciones de Cálculo

- Presión de entrada

La presión de entrada disminuye cuando la tasa de flujo aumenta.

- Presión de salida.

La presión de salida de la válvula influye en la cavitación, pues ocurre si la presión de salida es mayor a la presión del fluido.

La función básica de una válvula de control, es la de generar una caída de presión, de tal forma que el simple hecho de colocar una válvula de control en la tubería, generaría esta condición.

Mientras mas caída de presión se requiera, más intercambio de energía cinética a potencial se tendrá

Hasta llevar a la aplicación del proceso, a una llamada condición de “uso severo”, para la cual se requerirá de una válvula de control de alta eficiencia y duración.

- Flujo

La válvula debe ser capaz de satisfacer las condiciones del flujo.

- Temperatura

Esta variable es muy importante en el proceso y la válvula de control debe soportar cualquiera que sea la temperatura del proceso.

- Presión de vapor / viscosidad

Es necesario saber la presión de vapor que manejará el proceso así como también la viscosidad del fluido, para evitar cavitación y manejar la fricción interna.

4.7.1.2 Vida de servicio

- Tipo de material



Figura 4.32 Clasificación de materiales

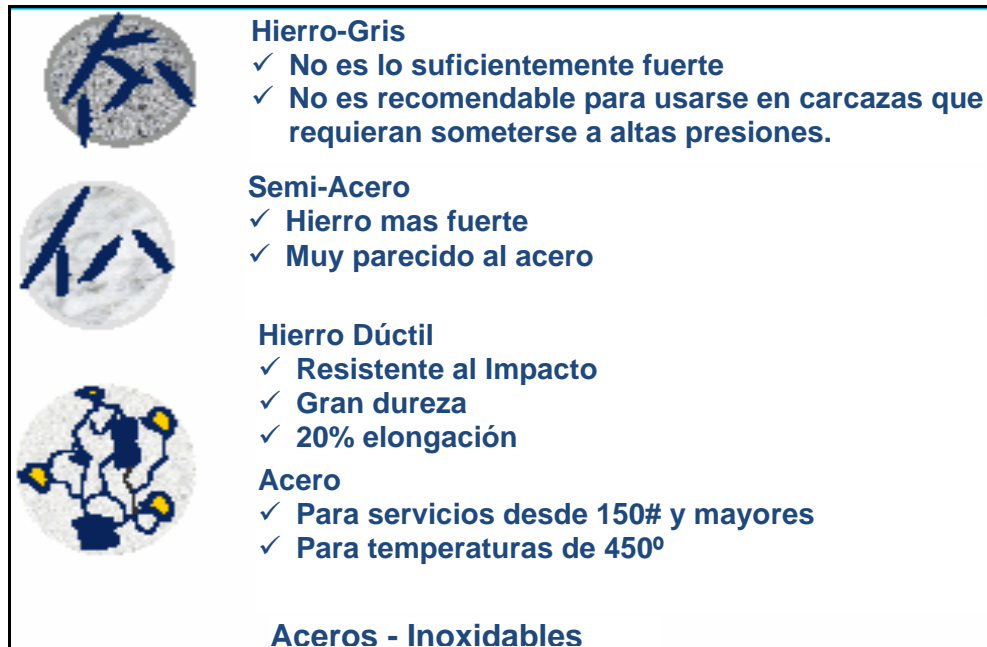


Figura 4.33 Características de los mátales ferrosos

- **Compatibilidad química**
Esta disminuye con un aumento de la temperatura del proceso.
- **Erosión**
Se debe tener en cuenta materiales que eviten y/o controlen la erosión que puede producir el fluido en la válvula.

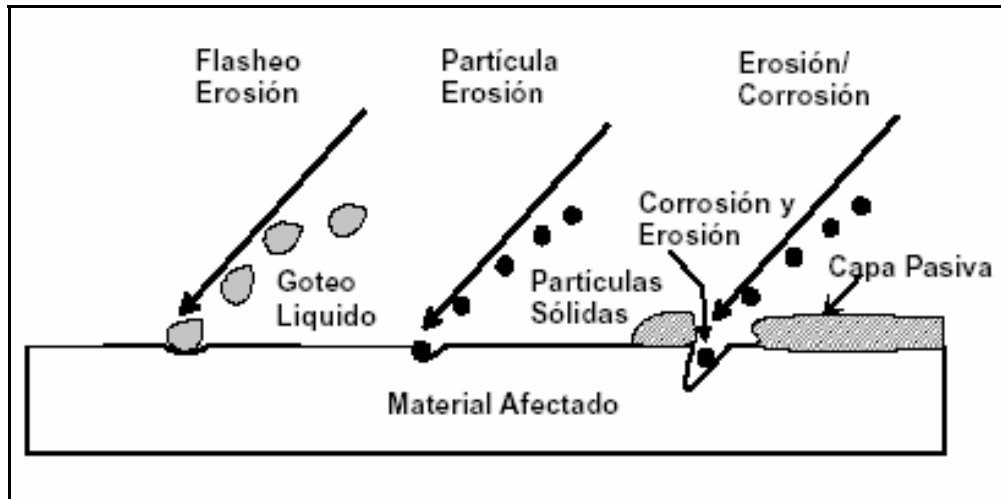


Figura 4.34 Formas comunes de erosión

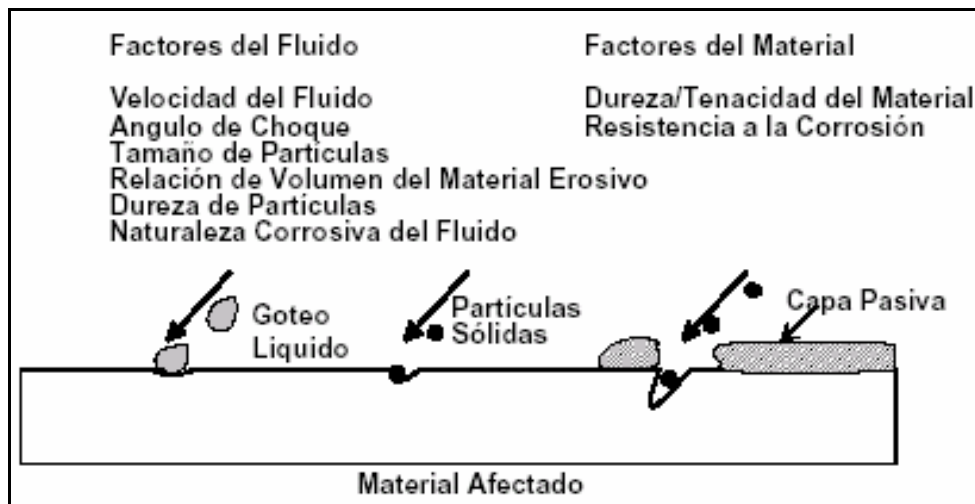


Figura 4.35 Intensidad de la Erosión

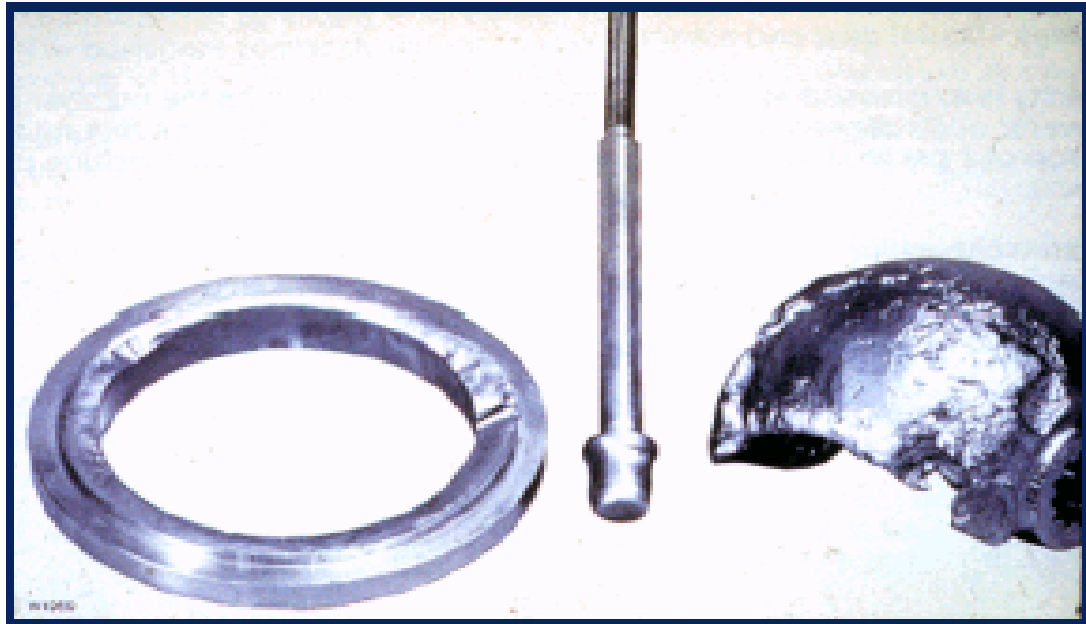


Figura 4.36 Daño por erosión en componentes internos de las válvulas de control

La siguiente tabla muestra los niveles de daño causados por erosión en válvulas asociados a las diferentes etapas del negocio del gas natural

Tabla 4.2 Nivel de daño causados por Erosión

TIPO DE VÁLVULA	COMENTARIO
Válvulas Guiadas en Caja	Relacionado al amarre del tapón en la caja. Conveniente cuando la relación de volumen de partículas es muy bajo o cuando el medio corrosivo es un líquido con flasheo (sin sólidos).
Válvulas de Ángulo Guiadas en Caja	Reduce el daño en el cuerpo.
Válvulas Guiadas en Poste	Reduce el amarre del tapón. El diseño de bujes protegidos ofrece una mayor duración

Tabla 4.2 Nivel de daño causados por Erosión (Continuación)

Válvulas en Ángulo Guiadas en Poste	El cuerpo en ángulo minimiza el daño
Válvulas en Ángulo Guiadas en poste con Alineador Endurecido	El Alineador reduce la erosión a la salida de la válvula y sirve como un elemento de sacrificio
Válvulas de Tapón Rotatorio Excéntrico	El paso de flujo recto minimiza el choque de partes críticas. Con rangos hasta 600 ANSI
Válvulas en Ángulo Flujo Curvo (Tipo Venturi)	Construcción muy resistente. El diseño de flujo curvo aleja el flujo de superficies críticas. rangos hasta 900 ANSI

La siguiente tabla muestra los materiales del cuerpo adecuados para las válvulas asociados a las diferentes etapas del negocio del gas natura

Tabla 4.3 Materiales de cuerpo resistentes a la erosión

Material	Aplicación Típica	Notas
Acero al Carbón (WCC, WCB)	Cuerpo y Bonete	Un material estándar puede seleccionarse para reducir la erosión
Alloy o Cromo Molibdeno (C5, WC9)	Cuerpo y Bonete	Mayor resistencia a la erosión en comparación con el acero al carbón
CF8M SST (316 SST)	Cuerpo y Bonete	Superior resistencia ala erosión y corrosión

- Cavitación y Flasheo

Una selección incorrecta de la válvula puede ocasionar daños por cavitación y flasheo.



Figura 4.37 Daño por cavitación y flasheo en componentes de las válvulas

- Ruido

Otro factor importante en el uso de válvulas de control es la vibración mecánica, generada esta, por el paso del fluido a través de la válvula de control, la resistencia y duración de los equipos, para enfrentar tal fenómeno, se usan diferentes diseños, de sus partes internas y de los materiales.

El nivel de ruido generado por el paso de fluido a través de la válvula, corresponderá directamente a la intensidad de la caída de presión generada.

- Trim

Se refiere a los componentes internos de una válvula de control que modulan el flujo del control de fluidos.

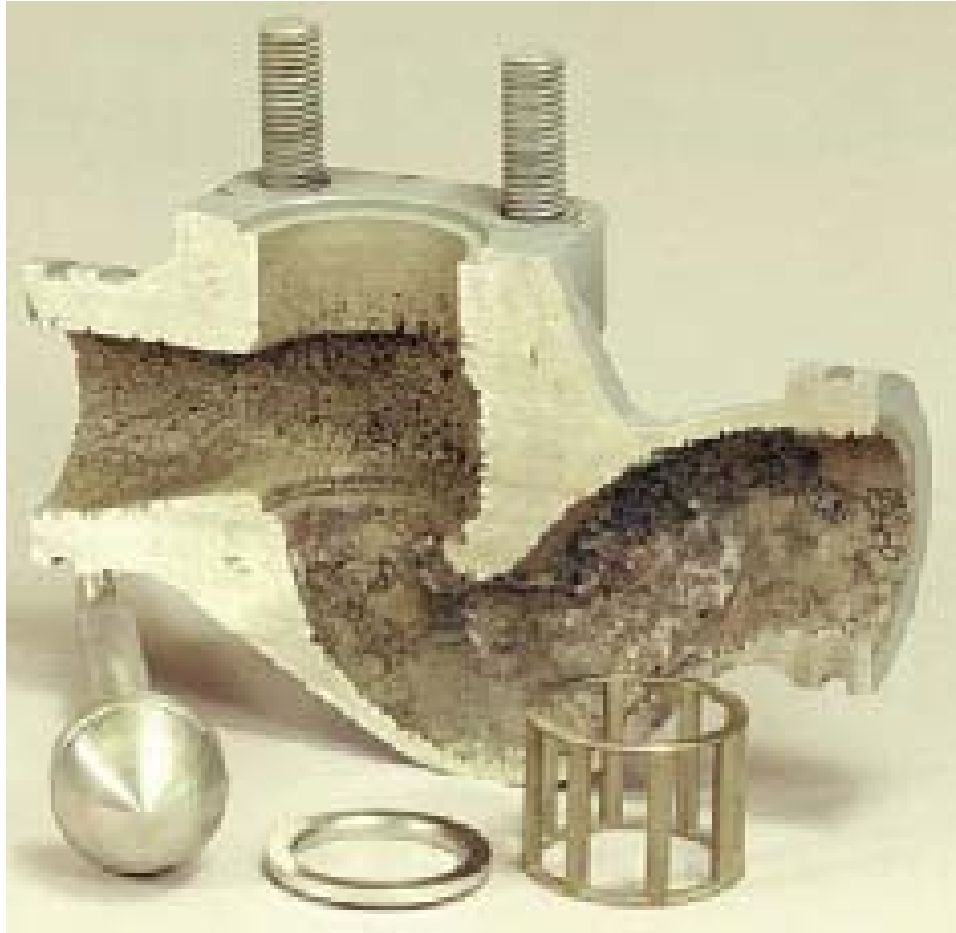


Figura 4.38 Daño en Válvulas

Tabla 4.4 Materiales de TRIM resistentes al daño

<u>Material</u>	<u>Dureza</u>
17-4PHH900	40 Rc
440C	59 Rc
316/Colmonoy6	58 Rc
316/Alloy 6	42 Rc
420 SST HT	50 Rc
416 SST HT	36 Rc

4.7.2 Criterios de aplicación de las válvulas de control

Para llegar a una correcta selección y aplicación de las válvulas de control se debe entender que las características individuales del fluido tienen gran influencia en la selección y puede causar desviaciones del patrón recomendado. En el análisis final, los procedimientos normales deben ser tratados con un buen juicio de ingeniería.

Las válvulas de tapón de paso completo o bola deben ser usadas en lugar de válvulas de compuerta en los servicios donde se pueda asentar sólidos y prevenir los atascamientos de la cuña. Las válvulas de tapón lubricado pueden ser usadas para gases y líquidos de hidrocarburos livianos. Las válvulas de mariposa pueden ser empleadas para servicios de agua de enfriamiento siempre que sea factible por su bajo costo, poco requerimiento de espacio y mantenimiento, especialmente en diámetros grandes, generalmente 3" y mayores.

Se debe evitar el uso de válvulas de globo en diámetros de 3" y mayores ya que su costo es prohibitivo, a menos que exista un requerimiento de estrangulamiento. La Tabla 1 menciona varias características, usos y limitaciones de la mayoría de los tipos básicos de válvulas. Esta información ayudará en la selección de un estilo particular comprendido dentro de un grupo de tipo básico de válvulas donde la selección es delegada al ingeniero (ejemplo: válvulas de retención oscilante versus retención de bola, etc.).

Tabla 4.5 Características, usos y limitaciones de los tipos básicos de válvulas.

TIPO DE VÁLVULA	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	USO	LIMITACIONES
Compuerta	Disco de compuerta accionada por vástago; tornillo y volante movido en ángulo recto al flujo. Los asientos de discos enfrentando dos superficies para cierre	Servicio abierto – cerrado que requiera infrecuente estrangulamiento	No es buena para estrangulamiento. El estrangulamiento puede causar erosión. El embolsamiento al fondo de la válvula puede llenarse con materias extrañas para impedir cierre de la válvula.

**Tabla 4.5 Características, usos y limitaciones de los tipos básicos de válvulas.
(continuación)**

Globo	Disco adherido a los asientos de vástago en aberturas circulares. El fluido cambia de dirección pasando a través de la válvula.	Buena para servicios de estrangulamiento. Las válvulas -Y -producen una calidad de presión y turbulencia menor a la de Globo normal y es preferida para servicios corrosivos o erosivos. Las válvulas -Y - están disponibles en aleaciones especiales y plásticas (ejemplo: Cloruro de Polivinil) para servicios corrosivos.	No recomendada para servicio de abierto y cerrado. El costo y la eficiencia de estrangulamiento en diámetros mayores de 6" es desfavorable.
Ángulo (90°)	Similar a la válvula de globo excepto entrada y salida de 90°.	Igual a la de Globo. Usada para servicio de caída de presiones altas donde un pequeño cambio de temperatura es anticipado en la tubería.	Las curvaturas en sistemas de tuberías están sujetas a esfuerzos que no deben ser aplicados a la válvula.
Tapón	Tapón ahusado con orificio de forma igual al interior del cuerpo de la válvula, válvula abre y cierra con mínima rotación. ¼ de vuelta requerido para abrir y cerrar completamente. Se hacen tres tipos de cuerpos; patrón corto, regular o Vénturi. Las de patrón corto tienen las mismas dimensiones de caras que la válvula de compuerta y se prefiere para la mayoría de los servicios. El patrón válvula produce menos caída de presión y es usada cuando una caída mínima de presión es esencial.	General: Servicio abierto - cerrado. Cierre más positivo que la válvula de compuerta. También puede ser usado para estrangulamiento pero sus características no son tan satisfactorias como las de globo para tales servicios. Para servicio de baja caída de presión. Los asientos no expuestos eliminan la corrosión y erosión.	Pueden ser difíciles de operar.

**Tabla 4.5 Características, usos y limitaciones de los tipos básicos de válvulas.
(continuación)**

Lubricada	El tornillo en el tope del tapón es usado para forzar el lubricante dentro de la ranura en le tapón y hacia el fondo de la cámara, fuerza el tapón ligeramente fuera del asiento. Únicamente ¼ de vuelta es necesario para abrir y cerrar.	Usos los mencionados en “General” arriba y puede ser usada en servicios donde la lubricación no constituye una desventaja. Usada para servicios críticos donde se requiere reempacar bajo presión.	La lubricación puede producir contaminación indeseable en productos de alta pureza. La lubricación requiere un extra esfuerzo. El lubricante determina la temperatura máxima de servicio (659 a 1000°F)
No Lubricada	El mecanismo de la leva levanta el tapón y lo guía sin fricción entre el tapón y el asiento. Se requiere girar la palanca a ¾ para abrir o cerrar.	Ver usos “General” arriba. Usada para servicios donde no es conveniente la lubricación o la temperatura excede los límites del tapón lubricado. Excelente para servicio corrosivo requiriendo cubiertas y aleaciones especiales.	No reempacable bajo presión; no ofrece un sellado tan positivo como tapón lubricado.
Válvulas de Bola	Relacionada con válvulas de tapón excepto que el elemento móvil es una bola. Usan asientos elásticos. Requiere ¼ de vuelta desde la posición completamente abierta a completamente cerrada.	Similar a válvulas de tapón – caída de presión baja a través de la válvula. Válvula de paso completo reduce la retención de sólidos.	Generalmente limitada a rangos de temperatura debido a los asientos elastoméricos. Da un cierre más ajustado que le tapón ya que la presión fuerza la bola hacia el asiento.
Válvulas de Retención		General: Previene retroflujo en las tuberías	
Retención Oscilante	El flujo mantiene la compuerta oscilante abierta, mientras que la gravedad y el reflujo la cierran.es pivoteada en el centro y asegura un cierre sin brusquedad. pesas extremas son usadas en válvulas de retención oscilante normales cuando requiere sensibilidad en cambio de flujo	Donde se requiera una caída de presión mínima. Mejor para líquidos y para diámetros grandes de tuberías.	No es adecuada para tuberías sujetas a flujo de pulsación. Algunos estilos sólo operan e posición horizontal.
Retención de Mariposa	Tipo Doble alerta, resorte descompensación.	Menor caída de presión que la de Retención oscilante. Colocada entre bridas de la tubería.	No es adecuada en tuberías de flujo pulsante. Puede aumentar los problemas de alineamiento.

**Tabla 4.5 Características, usos y limitaciones de los tipos básicos de válvulas.
(continuación)**

Retención de pistón	Patrón de flujo igual al de Válvula de Globo. El flujo fuerza el pistón hacia arriba y hacia atrás y la gravedad lo regresa al asiento.	Buena para vapores, vapor de agua y agua. Adecuada para flujo pulsante.	Diseños para servicio horizontal. No común en diámetros mayores de 6 pulgs. No recomendado para servicios que depositan sólidos.
Retención de Bola	Retención de cierre vertical que consiste de una bola y guías.	Detiene el reflujo más rápidamente que las otras. Buena para líquidos viscosos con depósitos sólidos que podrían impedir el uso de otro tipo de válvula. Es posible instalarla horizontal o verticalmente	No común en diámetros mayores de 6 pulgs. No adecuada en tuberías sujetas a flujo pulsante. Puede actuar como dispositivo de limitación de flujo
Aguja	Similar a la de globo excepto que el tapón es puntiagudo en el extremo. Las Válvulas de acero son frecuentemente hechas de barras.	Válvulas de 2" y menores para uso en plantas piloto y equipo de escala de banco y servicios de instrumentos. Buena para control normal de flujo. Conexión de cubierta con unión esmerilada preferiblemente.	No siempre es posible o deseable un cierre positivo. En algunos diseños, el asiento es rayado si el cierre resulta muy ajustado.
Control Automático	Similar en principio a la válvula de globo pero construida con la precisión necesaria para un control automático exacto. La presión aire actúa sobre el diafragma haciendo que se mueva el vástago, abriendo o cerrando el orificio de la válvula. El tapón de la válvula es ahusado (parabólico) o tiene orificios-V para darle la característica de estrangulamiento deseada. Las válvulas de doble orificio tienen una mejor rango de control y requieren sólo un pequeño esfuerzo para mover el vástago.	Control automático de flujo y presión en procesos.	El costo inicial es alto, pero en muchas áreas del mundo representa un ahorro en mano de obra y mejora los resultados de operación que compensan ampliamente los costos iniciales. Sin embargo no se justifica para producción a pequeña escala o prueba. Las válvulas de doble orificios no son muy buenas para cierres ajustados

**Tabla 4.5 Características, usos y limitaciones de los tipos básicos de válvulas.
(continuación)**

Control Automático Auto Regulada	Elemento sensitivo y válvula de control en una misma unidad.	Donde el control local es satisfactorio, como en estaciones de reducción de presión para servicios de uso general.	Requiere reajuste local para cualquier cambio necesario en el flujo aguas abajo o condiciones de presión.
Válvula de diafragma sin Empacar	El diafragma sella la cubierta, previniendo la comunicación del fluido con la cubierta o vástago. El elemento del asiento puede ser un diafragma de disco separado o un diafragma sólido puede servir como en dispositivo para cierre.	Para servicio de fluidos tóxicos, volátiles y corrosivos o donde no se puede tolerar alguna pérdida por filtración. En este diseño se producen válvulas plásticas. Las válvulas de acero y hierro colado recubiertas de goma, teflón, vidrio, etc. están disponibles.	Selección de diafragmas está limitada a materiales de goma o plástico que no puedan soportar temperaturas por encima de 100°F u operar efectivamente bajo presiones sub-atmosféricas.
Válvula de Mariposa	Disco circular pivoteando en su centro y abertura con un giro de 1/4 de la palanca externa. Operadores de engranaje disponibles para diámetros grandes.	Donde se requiera una caída de presión mínima dimensiones de caras iguales, el bajo costo es un factor, como también la rapidez con que se abre. Puede se usada para estrangulación.	No siempre es posible un cierre positivo excepto cuando el disco o asiento están revestidos con elastómeros adecuados.
Válvula de Alivio	La válvula abre automáticamente cuando la fuerza en el asiento excede la del resorte. Regresa a su posición de cierre cuando la presión cae por debajo de la presión fijada.	Para proteger equipos y recipientes de presiones excesivas.	Requiere inspección periódica para asegurar su capacidad de operación
Disco de Ruptura	El diafragma de metal delgado se rompe al alcanzar la presión pre-diseñada.	Para proteger equipos y recipientes de presiones excesivas cuando el mantenimiento es difícil y la presión excesiva ocurre con poca frecuencia.	El diafragma debe ser cambiado después que ocurra un exceso de presión. completamente despresurizados como resultado de una ruptura del disco. El sistema debe ser cerrado para reemplazar el disco roto a menos que se haya instalado una válvula de bloqueo C.S.O. en la entrada del R.D.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En la evaluación de los criterios de selección de las diferentes válvulas de control en el negocio del gas natural, es necesario tener en cuenta características esenciales del proceso como el tipo de fluido, viscosidad del fluido, temperatura, presión de entrada, presión de salida, caída de presión, entre otras; y dependiendo de estas seleccionar el material adecuado de la válvula, como hierro, acero, acero inoxidable, latón; la compatibilidad química y la erosión a la que podría estar expuesta la válvula en el proceso.

Las etapas del gas natural tienen cada una sus particularidades y condiciones que bien pueden ser normales o extremas, lo que las diferencia entre sí. La etapa de producción se caracteriza por ser muy abrasiva, el gas viene normalmente asociado con petróleo, agua, impurezas como H₂S y CO₂, arena y sólidos en suspensión, por lo que deben usarse válvulas de tipo mariposa, que por su forma no permite que se acumulen estos sólidos y entorpezcan su funcionamiento; si el yacimiento ha perdido energía natural entonces pueden usarse válvulas de levantamiento artificial (Xlift) para llevar el fluido hasta la superficie; luego cuando el fluido se lleva a las tuberías múltiples se usan válvulas tipo bola que puede trabajar con las características del fluido sin obstaculizar su funcionamiento; también son muy útiles las válvulas tipo diafragma que actúan muy bien en servicios corrosivos y lodos con escombros en servicio de conducción y corte. En la etapa de separación del gas natural, el petróleo y agua, se usan válvulas de bloqueo y seguridad, como la válvula de compuerta y de globo las cuales trabajan con líquidos corrosivos, gas y aceites; las de tipo bola garantizan además la ausencia de fugas. Para la etapa que lleva al tratamiento del gas natural se usan las mismas que en la separación, al salir el gas a la etapa de extracción de líquidos se emplean válvulas de seguridad y bloqueo como las de tipo tapón lubricada, compuerta, globo, mariposa y aguja, ya que sirven para cortes

positivos de gas y funcionan muy bien en servicios on – off. En la etapa de extracción de líquidos se emplean válvulas con efecto Joule Thompson, la cual con una reducción súbita de la presión logra disminuir también la temperatura del gas permitiendo la obtención de los líquidos del gas natural, para servicio criogénico las válvulas deben ser de materiales resistentes a temperaturas muy bajas y entre estas se tienen, válvulas de seguridad de expansión térmica que sirven para aliviar la presión producida por la expansión térmica de gases criogénicos; válvula de conmutación, que se usa para la instalación de dos válvulas de seguridad garantizando el mantenimiento y continuidad en el proceso; las válvulas de retención que impiden el regreso de los fluidos criogénicos como válvulas de globo, globo retención y globo con fuelle que bloquean el flujo de fluidos criogénicos. En la etapa de compresión se emplean válvulas de retención que soporten altas presiones y no permitan el retroflujo en las tuberías, como la tipo aguja, tipo ángulo y las tipos globo. Para la etapa de fraccionamiento de los líquidos del gas natural se usan válvulas de tapón lubricada ya que trabaja a rangos altos de temperatura; válvulas tipo globo que son muy eficientes para estrangulamiento en fluidos erosivos, corrosivos e inflamables, además de regular la circulación; válvulas de diafragma sin empacar que trabaja con fluidos volátiles, tóxicos e impide las pérdidas por filtración; válvulas tipo mariposa son muy eficientes en intercambiadores , además de su bajo costo, requieren poco espacio y mantenimiento, especialmente en diámetros mayores de 3”; y válvulas de retención las cuales pueden ser: retención oscilante que trabaja muy bien para líquidos, retención tipo mariposa y retención tipo bola pues retienen el reflujo más rápido que otras válvulas. En las etapas de transporte, distribución, almacenaje y utilización del gas natural se usan válvulas de retención que impidan el regreso de fluidos criogénicos como las tipo globo retención; válvulas de seguridad como la tipo globo con fuelle resistente al fuego que interrumpe el fluido y son especialmente diseñadas para GNL (gas natural licuado); válvulas de alivio que protege los equipos y recipientes de almacenaje de las altas presiones; válvulas de bloqueo y desvío como la tipo bola por ser de rápido cierre y la tipo compuerta que funciona bien en

infrecuente estrangulamiento; válvulas de control para realizar el drenaje completo y para la descompresión ya que de control automático o auto regulada su funcionamiento resulta excelente, ahorrando mano de obra y mejora la calidad de la operación lo que justifica su alto costo; y válvulas de globo ligera que se usan en las líneas de llenado desde el camión cisterna al depósito de producto criogénico.

Entre las etapas del negocio del gas natural, intervienen algunos equipos y tuberías que también requieren el uso de las válvulas de control. En el caso de los intercambiadores se deben instalar válvulas de bloqueo en ambas tuberías de entrada para calentamiento y enfriamiento; válvulas de estrangulamiento en el lado de la salida; y válvulas de aislamiento para inspecciones y limpieza durante la operación. En las tuberías en las cuales la presión exceda 600 Lppcm o en climas congelantes es necesario colocar una válvula adicional de bloqueo. En los puntos en los cuales la tuberías que contienen vapor pueda causar daños por contaminación, es recomendable colocar una segunda válvula de retención. Para servicios vitales en el funcionamiento de las operaciones como el servicio de agua de suministro a calderas, estaciones de vapor de alta presión y otras necesidades como arranques o paradas de planta, es recomendable el uso de válvulas para bloqueo o desvío. Y para las tuberías principales de combustible líquido y gas combustible conectadas a hornos o calentadores de llama, se debe instalar una válvula de bloqueo de cierre rápido como la tipo bola o tapón y ubicarla a más o menos 15 metros de distancia del equipo para fácil acceso en caso de alguna emergencia. Para garantizar la seguridad en los sistemas de distribución del gas natural se deben realizar inspecciones constantes, para verificar detección de fugas, protección catódica, inspección de válvulas de control del flujo, revisión de reguladores, inspección de válvulas de alivio, entre otras, para evitar daños en el sistema de gas debidos a sobre-presión o repararlos rápidamente.

CONCLUSIONES

- .- Las etapas del negocio del gas natural tienen características muy bien definidas y se diferencian por el tipo de fluidos, contaminantes, temperaturas y presiones que intervienen en cada una de ellas.
- .- La apropiada medición, decisión y acción son características fundamentales en los sistemas de control para garantizar la estabilidad, la exactitud y la velocidad de respuesta en cada proceso regulado por los sistemas de control en el negocio del gas natural
- .- En el negocio del gas natural las válvulas se usan para bloqueo, desvío, alivio, estrangulamiento, seguridad y control de las operaciones realizadas.
- .- La correcta selección del diseño de la válvula es fundamental para la mejorar la eficiencia y desempeño en los procesos del negocio del gas natural y garantizar el funcionamiento y continuidad de las operaciones.
- .- Las nuevas tecnologías en procesos de control con válvulas, resultan una opción innovadora que a pesar de ser costosa, puede tomarse en cuenta para mejorar el control en procesos con líquidos, gases y vapores en diferentes condiciones tanto normales como extremas.
- .- La selección y aplicación de las válvulas en el negocio del gas natural, depende de las características del fluido, las condiciones de operación a las que estén expuestas las válvulas, el uso y las limitaciones específicas de cada válvula.

RECOMENDACIONES

- .- Realizar un análisis económico para implementar estrategias de sistemas control por retroalimentación, ya que mejora la respuesta de las válvulas de control al ubicar el posicionador de válvula en el punto exacto, que corresponde a la señal de salida del controlador.

- .- Realizar inspecciones periódicas de los procesos que usan válvulas para examinar su correcto funcionamiento, eficiencia y corregir las fallas o daños que se pueden presentar.

- .- Impartir charlas instructivas y manuales de uso al personal que labora en la planta para que conozca el adecuado manejo y funcionamiento de todas las válvulas empleadas en cada uno de las operaciones del proceso.

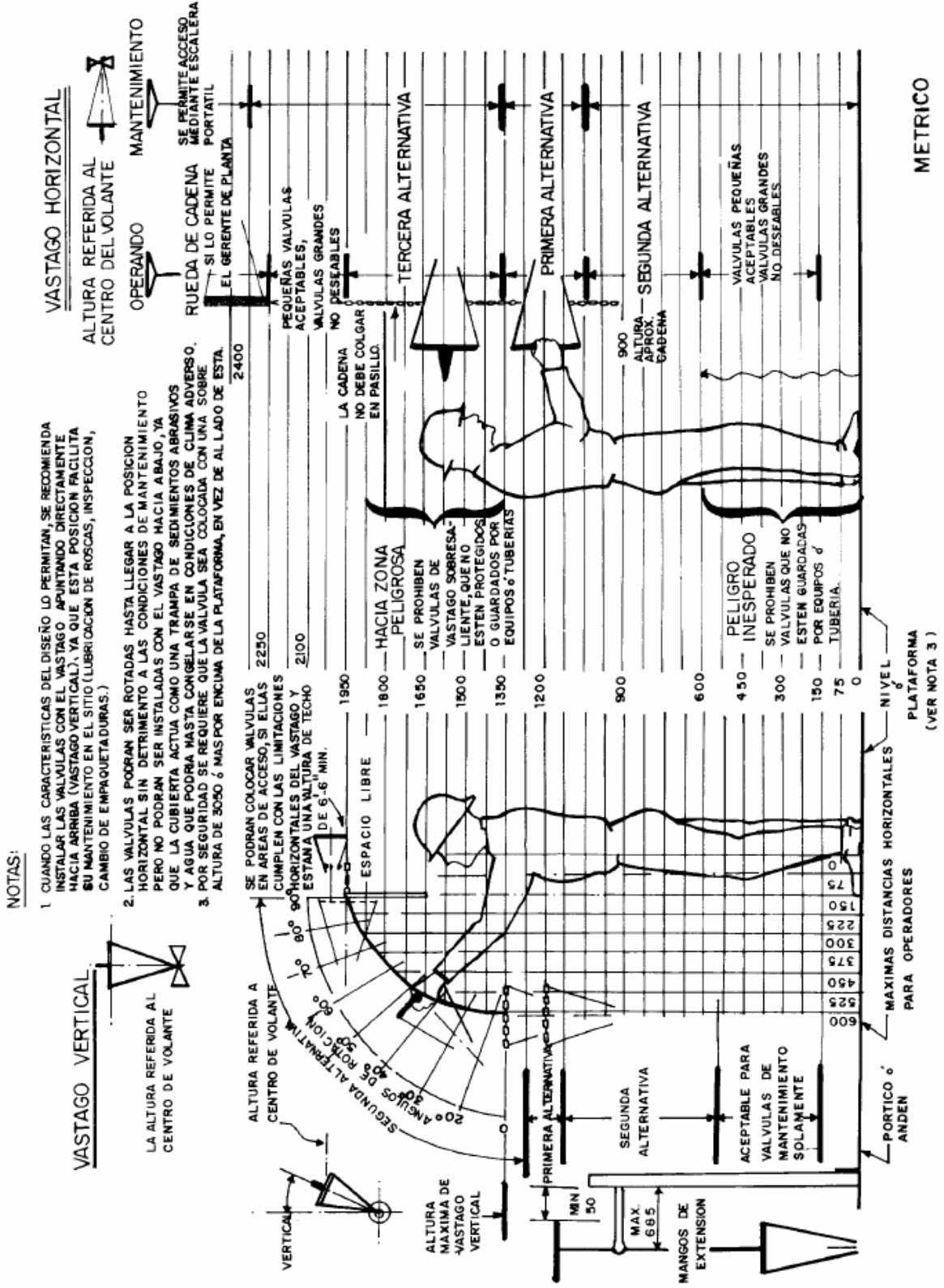
- .- Tener en cuenta los avances tecnológicos de diseños de válvulas que permiten un mantenimiento más fácil, ya que la sustitución por alguna de estas válvulas resulta un ahorro económico significativo a largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Crane., FLUJO DE FLUIDOS EN VALVULAS, ACCESORIOS Y TUBERIAS, editorial McGraw-Hill Book Co., ed. 15, New York, 1977
2. Pdvsa., MANUAL DE INSPECCIÓN DE VÁLVULAS PARA LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL, pi-08-03-01, vo.15, Venezuela, 1995
3. Smith C. y Corripio A., CONTROL AUTOMÁTICO DE PROCESOS TEORÍA Y PRÁCTICA, editorial Limusa., ed. 1, México D.F., 1991
4. Baron B., SISTEMAS DE CONTROL: Universidad de Oriente Venezuela.
5. Katsuhito O., INGENIERÍA DE CONTROL MODERNA, editorial Prentice Hall, ed. 3, Madrid, 1979
6. Valvias., GUIA ONLINE DE VALVULAS & ACTUADORES, editorial Valvias.com, Barcelona-España, 2006
7. Directindustry., EL SALON VIRTUAL DE LA INDUSTRIA, editorial Directindustry.es, España, 2005
8. Salvador A de Cárcer., VALVULAS CRIOGENICAS PARA REGULACION Y CONTROL, editorial Spirax Sarco Limited, Barcelona-España, 2006
9. Pdvsa., MANUAL DE INGENIERIA DE DISEÑO PARA ACCESABILIDAD Y ESPACIO PARA VALVULAS, pi. 10605.1.750, vol.13-III, Venezuela, 1993

ANEXOS

Figura A1. Guía de ingeniería Accesibilidad y espacio para válvulas



TODAS LAS DIMENSIONES SON EN MILIMETROS

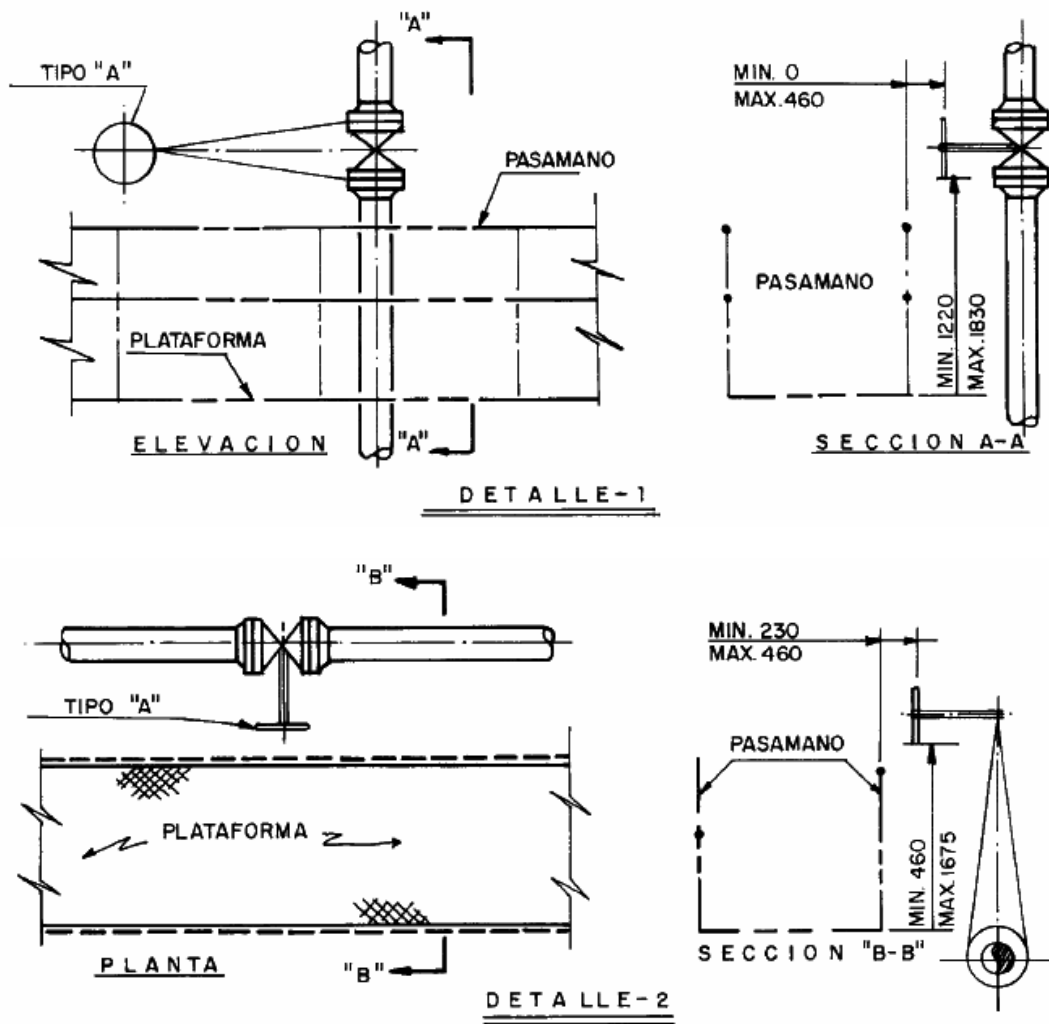
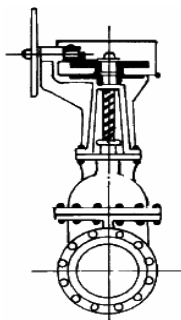


Figura A2. Arreglo típico de acceso para válvulas de compuerta con actuador de engranaje (tipo "A")



- El tipo "A" es estándar y regularmente suministrado con el eje del piñón en ángulo recto con relación el eje de la tubería.
- El tipo "A" es obligatorio. Los tipos "B" y "C" pueden usarse solamente cuando el tipo "A" no sea accesible.
- Todas las dimensiones son en milímetros.

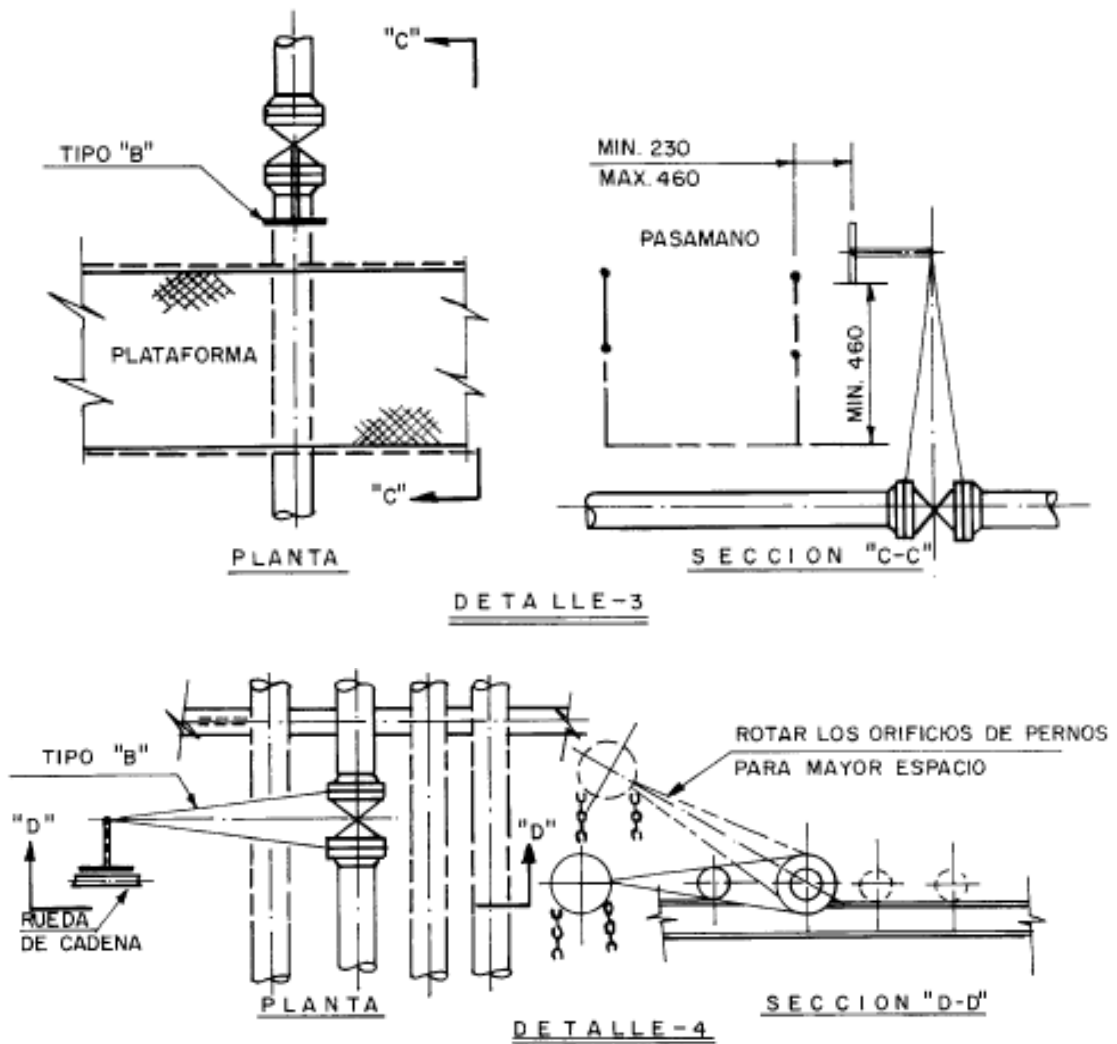
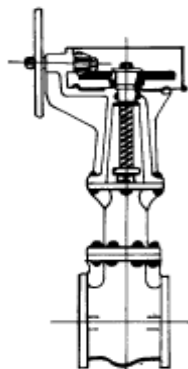


Figura A3. Arreglo típico de acceso para válvulas de compuerta con actuador de engranaje (tipo “B”)



- El tipo “B” es suministrado con el eje del piñón en paralelo al eje de la tubería.
- El tipo “B” se usa solo cuando el tipo “A” no pueden ser aplicado.
- Todas las dimensiones son en milímetros.

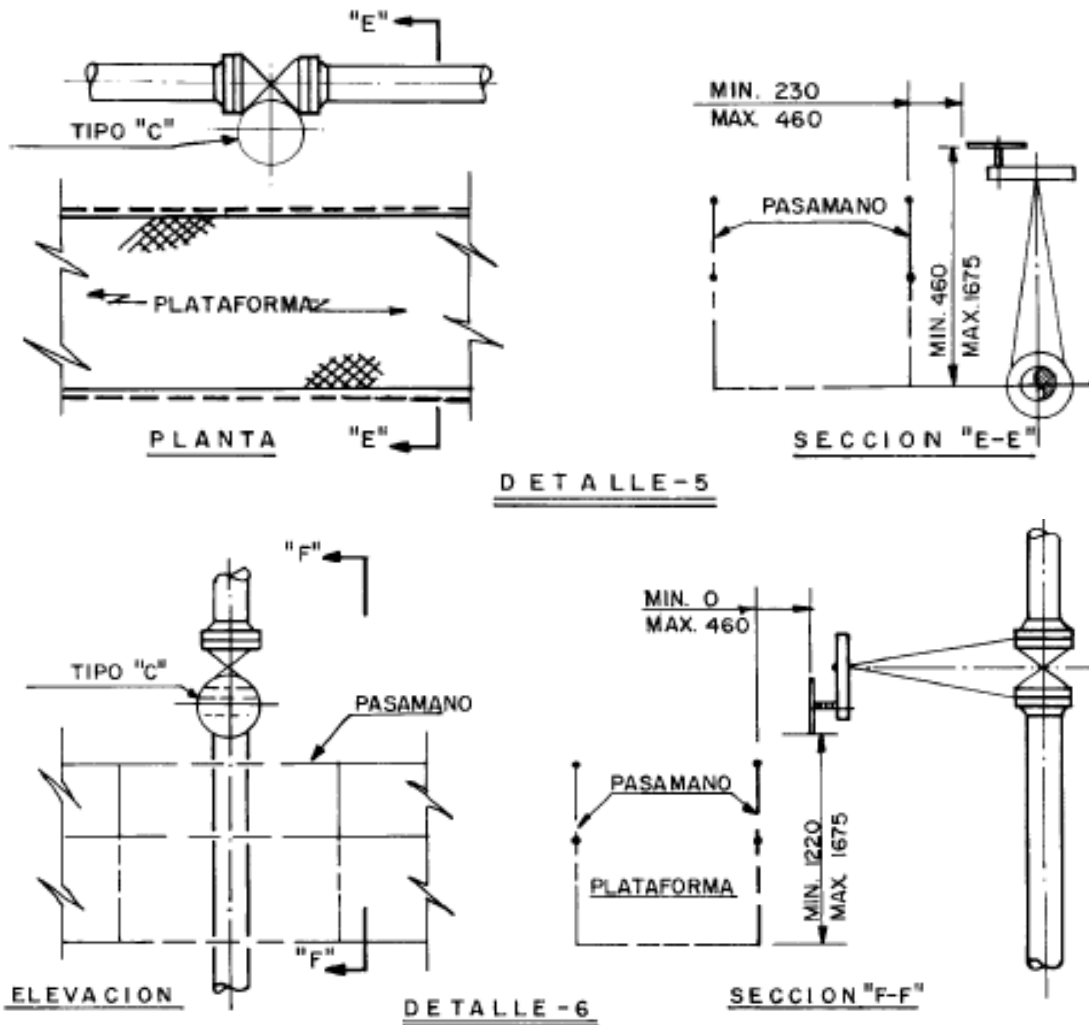
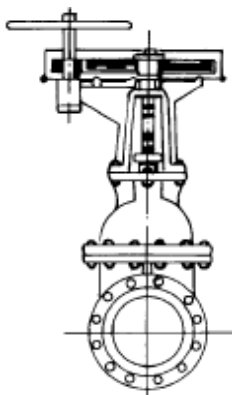


Figura A4. Arreglo típico de acceso para válvulas de compuerta con actuador de engranaje (tipo “C”)



- El tipo “C” es opcional con costo adicional se suministra con un engranaje cilíndrico de dientes rectos paralelo al vástago de la válvula.
- El tipo “C” se usará solamente cuando el tipo “A” no pueden ser aplicado.
- Todas las dimensiones son en milímetros.

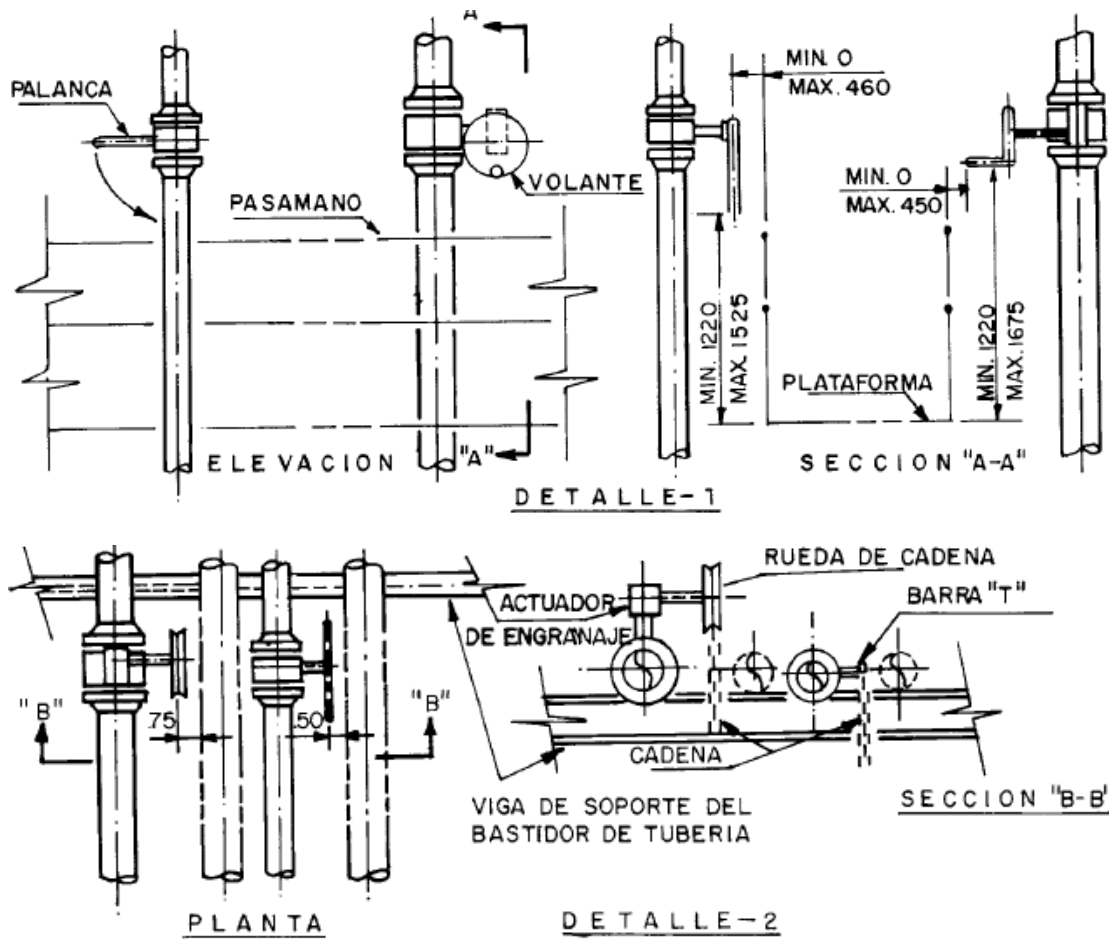
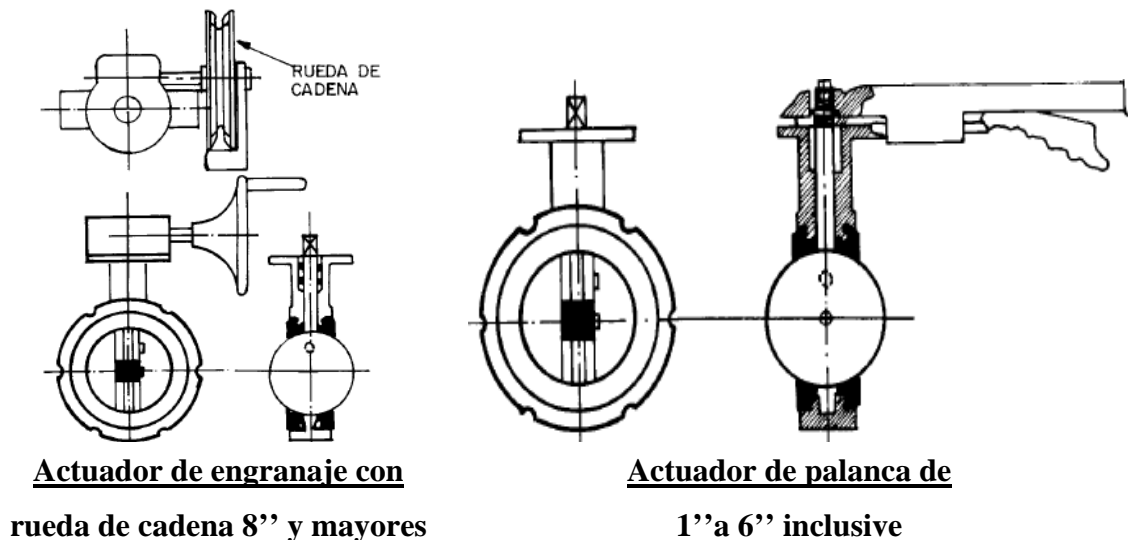


Figura A5. Arreglo típico de acceso para válvulas de Mariposa



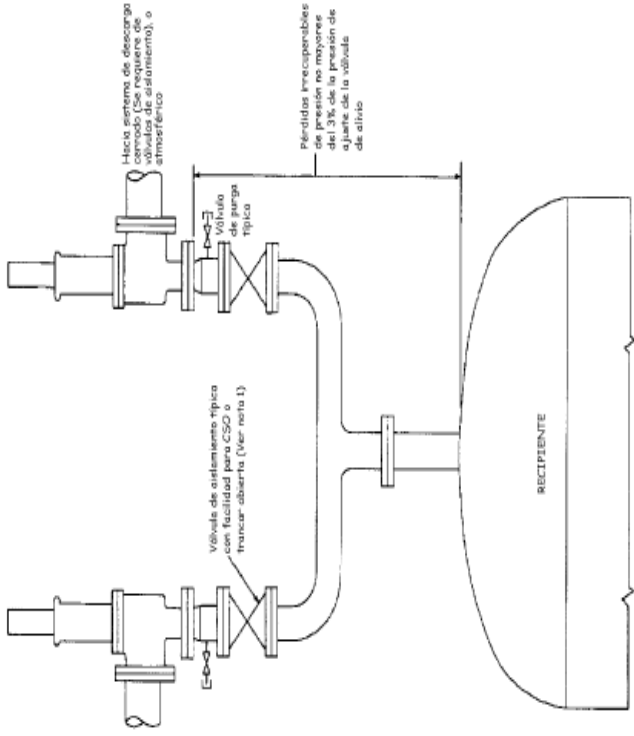


Figura A6. Arreglo de válvula de alivio con 100% de respaldo de capacidad de alivio

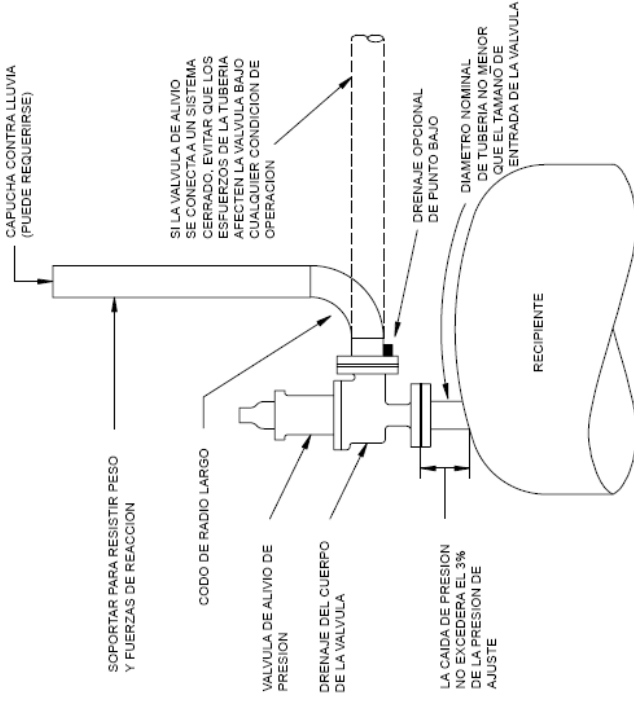


Figura A7. Arreglo típico de válvula de alivio de presión sin válvula de aislamiento

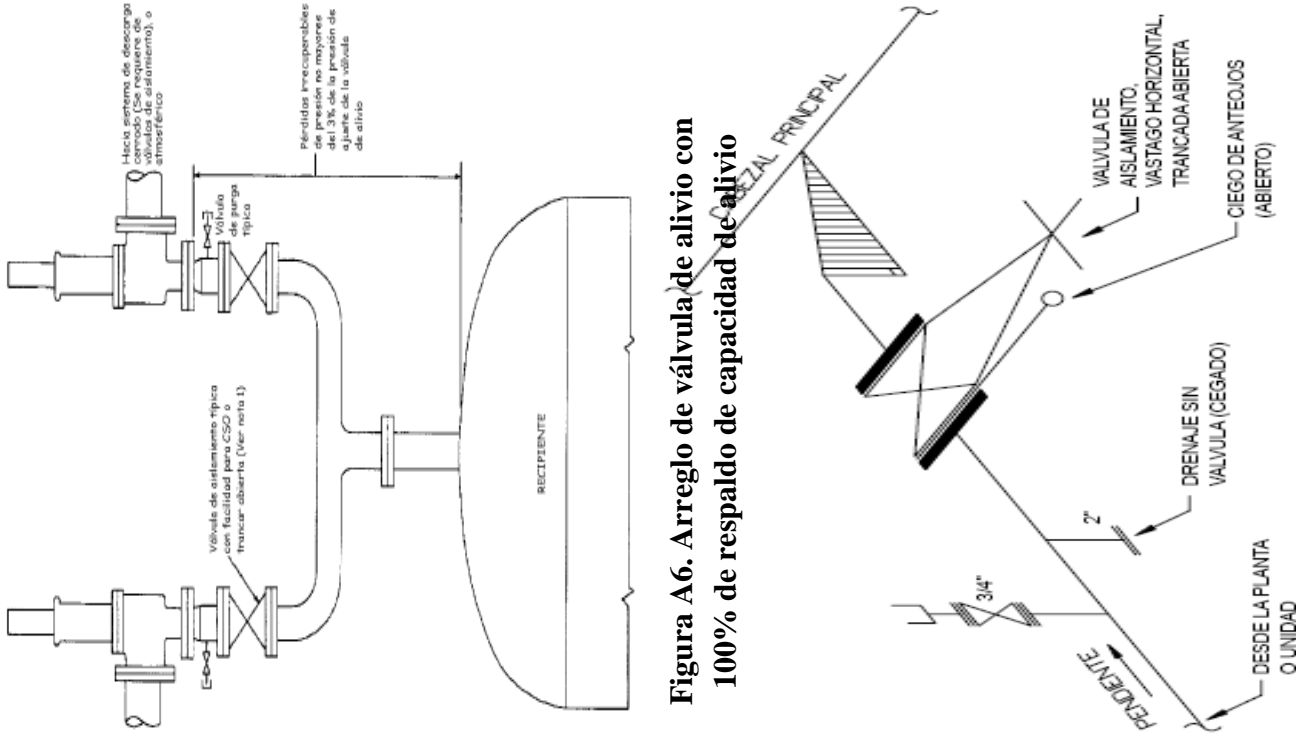


Figura A8. Arreglo típico de válvula de aislamiento para cabezales y sub cabezales

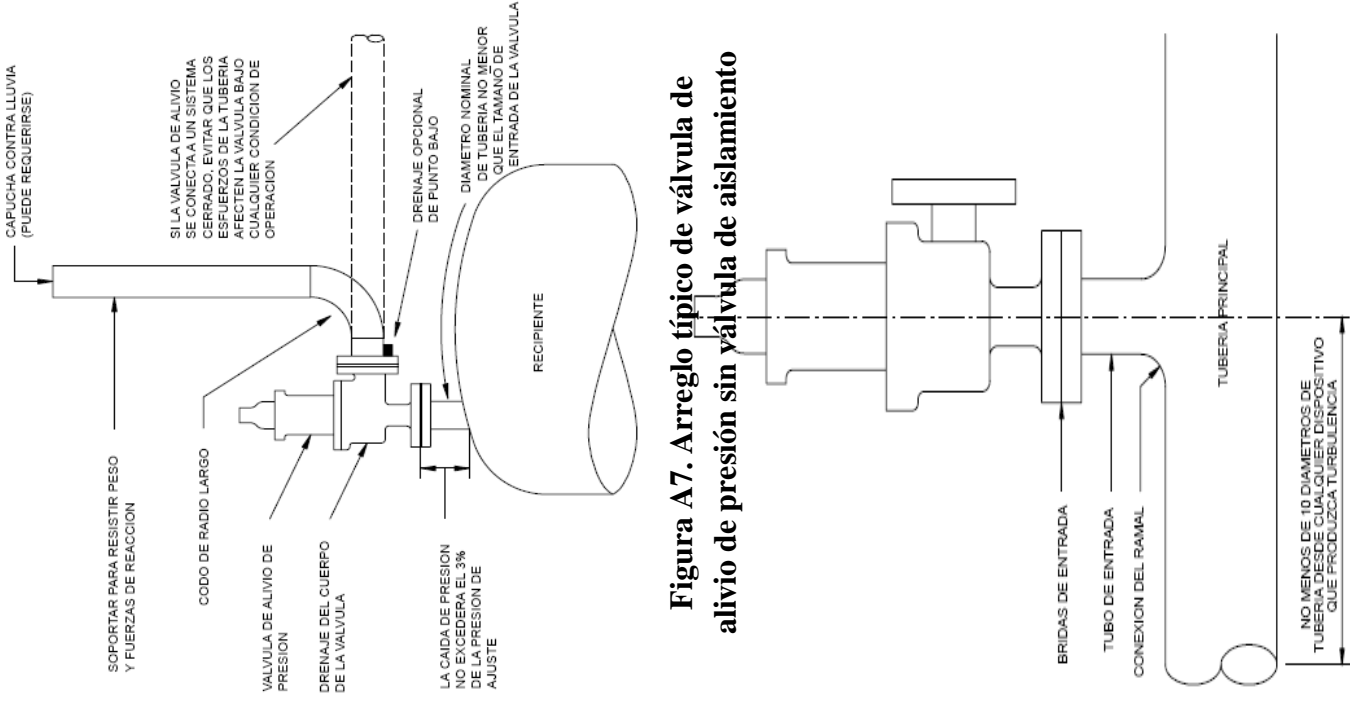
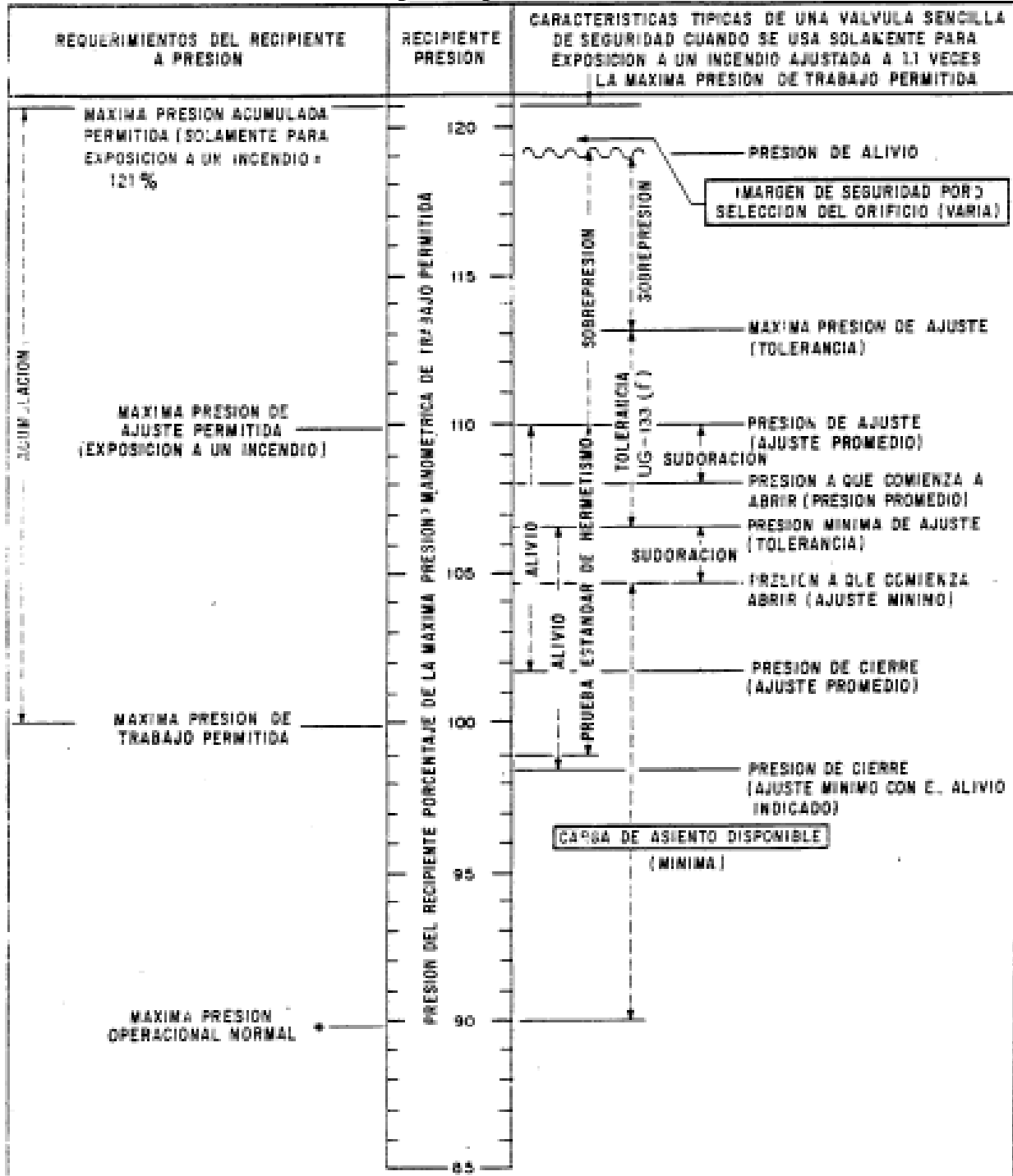


Figura A9. Instalación típica para evitar turbulencia excesiva a la entrada de una válvula de alivio de presión

Tabla A1 Condiciones de presión para una válvula de alivio de seguridad instalada en un recipiente a presión (fase vapor) válvula suplementaria usada solamente para exposición a un incendio



Normas relacionadas con la selección de válvulas

Las normas de diseño, fabricación y selección válvulas contemplan un amplio rango de aplicaciones como el petróleo, gas, químicos, además de industria energética y de fabricación.

Las válvulas están principalmente diseñadas de acuerdo a la norma API 6D (Norma para válvula en tuberías) y ANSI B16.34 (Válvulas embridadas, roscadas o extremos soldados) o API 6A (Norma para equipos de perforación).

Otras normas relacionadas con la selección de válvulas son: ANSI B16.5, ANSI B16.25 o ANSI B16.10. Además las válvulas también están diseñadas para satisfacer los requerimientos ANTI-FUEGO, según las normas BS6755 API 6FA & API 607.

Finalmente las válvulas son probadas conforme a las normas: API 598, MSS-SP-61, API 6D o API 6A.

La siguiente tabla provee un listado de los principales estándares y especificaciones que cubren diseño, producción y prueba usados en la fabricación de válvulas.

Tabla A2 Listado de los principales estándares y especificaciones que cubren diseño, producción y prueba usados en la fabricación de válvulas.

API SPECIFICATION 6D	Esta especificación cubre válvulas de compuerta, bola, tapón y retención en series 150 a 2500.
API STANDARD 600	Esta norma cubre válvulas de compuerta de acero, bridas y extremos para soldar en serie hasta 2500 y diámetro nominal hasta 24 pulgadas.
API STANDARD 607	Esta norma cubre los requerimientos para prueba y evaluación del comportamiento de válvulas de sello blando operado con un cuarto de vuelta, cuando son expuestas a ciertas condiciones de fuego.

**Tabla A2 Listado de los principales estándares y especificaciones que cubren diseño, producción y prueba usados en la fabricación de válvulas.
(continuación)**

API SPECIFICATION 6FA	Cubre los requerimientos para prueba y evaluación, el rendimientos de valvulas API SPEC 6 A y API SPEC 6 D cuando son expuestas a condiciones especificas de fuego.
API SPECIFICATION IN 6A	Cubre reglones de equipos utilizados en sistemas de control presurizados requeridos durante la producción de un poco, incluyendo conexiones, anillos de sello, válvulas, cabezales y arboles de navidad.
ASME/ANSI B16.5	Cubre relación presión temperatura para bridas en acero, materiales, dimensiones, tolerancia, marcaje y prueba. Las bridas de bonetes y terminales no son cubiertas por esta norma.
ASME/ANSI B.16.10	Cubre dimensiones cara-cara y término-a-término para válvulas bridadas y con extremos para soldar
ASME/ANSI B16.25	Cubre la preparación de perfiles para soldar tanto para válvulas como para tuberías, incluyendo los requerimientos de transición de contornos. Los biseles están dados para ser usados con y sin backing rings.
ASME/ANSI B16.34	Provee los criterios basicos nesarios en el diseño de valvulas. Cubre dimensiones y tolerancias para fundir, forjar y fabricar valvulas en acero bridadas y con extremos para soldar. Dispone de un listado de relación presion temperatura para todos los materiales.
MSS SP-6	Esta norma provee los acabados de brida para válvulas y tuberías.
MSS SP-55	Se usa para determinar la calidad de superficie de partes fundidas. Esta norma proporciona fotografías de defectos comunes y categoría estos defectos en varios niveles.
ASME SECTION VIII	Esta sección del código ASME provee de datos para diseño cálculos y propiedades materiales.

API 6D

SIZE	150#	300#	600#	800#	900#	1500#	2500#
Flotante	Desde 1/2" hasta 6"	Desde 1/2" hasta 6"	Desde 1/2" hasta 6"	Desde 1/2" hasta 2"	-	-	-
Guiada	Desde 2" hasta 56"	Desde 2" hasta 56"	Desde 2" hasta 56"	-	Desde 2" hasta 36"	Desde 2" hasta 36"	Desde 2" hasta 36"

API 6A

SIZE	2000	3000	3000	10000
Guiada	Desde 2-1/16" hasta 7-1/16"	Desde 2-1/16" hasta 7-1/16"	Desde 1-13/16" hasta 7-1/16"	Desde 1-13/16" hasta 7-1/16"

La elección del mejor material para el diseño de las válvulas se rige bajo los parámetros de las normas de la asociación NACE MR-075/ISO 1556 cuando es necesario un estricto control de calidad del servicio de la válvula. La siguiente tabla da una idea para la selección de los materiales para las principales aplicaciones de la industria.

Tabla A3 Normas para la selección de los materiales para las principales aplicaciones de la industria.

Tipo	Construcción		Presión	
API 6D	Flotantes	Atornilladas	150# 300# 600# 900# 1500	
		Roscadas	800#	
		Soldadas	150# 300# 600# 900# 1500#	

Tabla A3 Normas para la selección de los materiales para las principales aplicaciones de la industria. (continuación)

	Guiadas	Atornilladas	150# 300# 600# 900# 1500# 2500#	
		Soldadas	150# 300# 600# 900# 1500# 2500#	
API 6A	Guiadas	Atornillada	2000 3000 5000 10000	
Top entry	Guiadas	Atornillada	150# 300# 600# 900# 1500# 2500#	

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

TÍTULO	EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LAS DIFERENTES VÁLVULAS DE CONTROL UTILIZADAS EN EL NEGOCIO DEL GAS NATURAL
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CVLAC / E MAIL
Jesse José, Lezama Cumana	CVLAC: 14.634.971 EMAIL: Jesselezama@hotmail.com

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

Evaluación de Criterios

Selección de Válvulas

Gas Natural

Sistemas de control

Nuevas Tecnologías de Válvulas

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÀREA	SUB ÀREA
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería de Petróleo

RESUMEN (ABSTRACT):

El desarrollo del presente trabajo constituye la evaluación de los criterios de selección de las válvulas de control en el negocio del gas natural. El cual influye de manera determinante en la producción y en los procesos del negocio del gas, así como también de los equipos y las válvulas de control que intervienen en cada uno de estos. Por lo que se describen las diferentes etapas del negocio del gas natural, las características de un sistema de control; además se presentan, describen y clasifican los tipos de válvulas de control, diseño, aplicación, ventajas, desventajas, limitaciones y recomendaciones en la instalación y mantenimiento. Para los criterios de eficiencia y diseño de las válvulas de control se tomaron en cuenta variables importantes como procedencia del fluido y sus posibles contaminantes, diámetro y material de tuberías involucradas, nivel de corrosión, viscosidad del fluido, temperatura del fluido, presión de entrada y salida, caída de presión del proceso, siendo estas fundamentales en la selección del tipo y número de válvulas a utilizar en los diferentes procesos. También se presentan algunas aplicaciones de las nuevas tecnologías en las válvulas de control. Se establecen los criterios de selección de las válvulas de control como criterios de calculo, vida de servicio y características del sistema; y resultados de estudios anteriores; En el caso de las válvulas a boca de pozo, se describen las más utilizadas para las condiciones de temperatura y presión del fluido con el fin de garantizar un flujo adecuado y satisfactorio. La correcta selección de las válvulas de control, su aplicación y mantenimiento a nivel de ingeniería, costos, seguridad industrial para los equipos y personal humano son de vital y significativa importancia para certificar la eficiencia en la producción en todos los procesos involucrados en el negocio del gas natural.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
Avendaño, Isvelia	ROL	CA	AS x	TU	JU
	CVLAC:	8.024.255			
	E_MAIL	isvelia2009@gmail.com			
	E_MAIL				
Salas, Yraima	ROL	CA	AS	TU	JU x
	CVLAC:	8.478.649			
	E_MAIL	yrasal57@yahoo.es			
	E_MAIL				
Viloria, Lisandro	ROL	CA	AS	TU	JU x
	CVLAC:	11.008.423			
	E_MAIL	lisandro11008@hotmail.com			
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2009	10	22
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
MONOGRAFÍA. EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LAS DIFERENTES VÁLVULAS DE CONTROL UTILIZADAS EN EL NEGOCIO DEL GAS NATURAL	Application/ msword

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H
I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v
w x y z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

ALCANCE

ESPACIAL: _____ (OPCIONAL)

TEMPORAL: _____ (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniero de Petróleo

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pregrado

ÁREA DE ESTUDIO:

Departamento de Petróleo.

INSTITUCIÓN:

Universidad de Oriente. Núcleo Anzoátegui.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

DERECHOS

De acuerdo al artículo 44 del Reglamento de Trabajo de Grado:

“Los Trabajos de Grado son exclusiva propiedad de la Universidad y solo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participará al Consejo Universitario”

Jesse J., Lezama C.

C.I: 15.354.194

AUTOR

Avendaño, Isvelia

ASESOR

Salas, Yraima

JURADO

Viloria, Lisandro

JURADO

Patiño, Raida

(Coordinadora Comisión Trabajo de Grado)

POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS