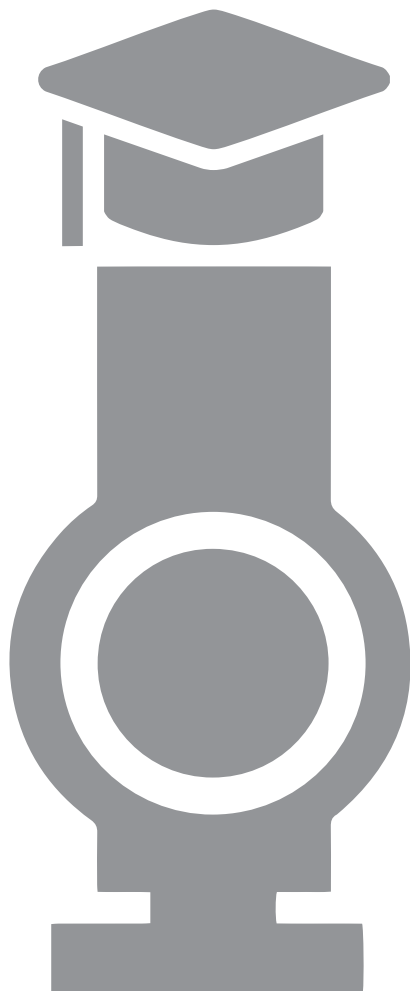


LESER Docens

Conocimiento Técnico en Válvulas de Seguridad



LESER

The-Safety-Valve.com

LESER Válvulas de Segurança Ltda.



Rio de Janeiro, Brasil
2026

Copyright© 2026 por LESER Válvulas de Segurança Ltda.
Todos los derechos reservados, incluyendo el derecho de reproducir
este libro o partes del mismo en cualquier forma.
Para más información, diríjase a LESER Válvulas de Segurança Ltda.,
en la dirección: Rua Ipadu, 521 | Rio de Janeiro/RJ | CP: 22713-460 | Brasil,
o a través de los contactos:
55 21 3195 5350 | vendas@leser.com.br | www.leser.com

Impreso en Brasil

Edición y Revisión
Paulo Poffo - Director de Ventas y Marketing (LESER)
Erik Rocha - Gerente de Cuentas (LESER)

Diagramación y Arte
Gabriel Guedes - Analista de Marketing y Comunicación (LESER)

Dados Internacionais da Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

LESER Docens: Conhecimento Técnico em
Válvulas de Segurança / LESER Válvulas de
Segurança; [edição e revisão Paulo Poffo, Erik
Rocha]. - 3. ed. Rio de Janeiro: LESER, 2026.

Bibliografia
ISBN 978-65-988084-0-2

1. Engenharia 2. Equipamento industrial
3. Indústria I. Segurança, LESER Válvulas de
II. Poffo, Paulo. III. Rocha, Erik. IV. Título.

25-287489

CDD-620

Índices para catálogo sistemático:

1. Engenharia 620

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

LESER Válvulas de Segurança Ltda. | Rio de Janeiro, Brasil
Espanol | 1ª edición | Julio, 2026
Publicado por LESER Válvulas de Segurança Ltda.

Introducción

El LESER Docens

Las válvulas de alivio de presión desempeñan un papel esencial en la prevención de accidentes y en la protección de las personas, del medio ambiente y de los equipos y procesos industriales. Sin embargo, para que cumplan su función de manera eficaz, es imprescindible un profundo conocimiento técnico sobre su selección, aplicación, instalación, mantenimiento y conformidad con normas y estándares internacionales.

Con el compromiso de promover la difusión del conocimiento técnico y contribuir a la formación de profesionales altamente calificados, LESER presenta este libro como parte del programa LESER Docens. Esta iniciativa tiene como objetivo ofrecer un contenido estructurado y profundo sobre válvulas de seguridad, abarcando desde conceptos fundamentales hasta temas avanzados y desafíos complejos encontrados en la industria. Este libro nace de la experiencia consolidada de LESER, líder mundial en el desarrollo y la fabricación de válvulas de seguridad de alta calidad. Basándonos en décadas de experiencia, investigación e innovación, hemos reunido en este material un compendio de información técnica esencial, organizada de manera didáctica para atender tanto a profesionales experimentados como a aquellos que están comenzando su trayectoria en el sector.

Cada capítulo de este libro ha sido cuidadosamente elaborado para proporcionar una comprensión amplia de los principales aspectos que involucran a las válvulas de seguridad. Exploramos temas como principios de funcionamiento, dimensionamiento, instalación correcta, procedimientos de inspección y mantenimiento, además de requisitos normativos estándares y mejores prácticas en la industria.

Al embarcarse en esta jornada de aprendizaje con LESER Docens, usted estará invirtiendo en su desarrollo profesional y en la seguridad de los procesos industriales en los que actúa. Nuestro compromiso es proporcionar el conocimiento necesario para que usted enfrente desafíos técnicos y tome decisiones acertadas en su día a día. Le invitamos a explorar cada página de este libro con dedicación y curiosidad. Que esta lectura sea enriquecedora y que el conocimiento aquí compartido contribuya a su formación y crecimiento en el sector industrial.

¡Buena lectura!

LESER

Especialista em Válvulas de Alivio de Presión

LESER fue fundada en 1818, en Hamburgo, Alemania, como una fundición de latón, y en 1970 la empresa pasó a especializarse en válvulas de seguridad.

Actualmente, con más de 1.500 colaboradores en todo el mundo, diversas filiales y socios comerciales en más de 100 países, LESER es el mayor fabricante de válvulas de seguridad de Europa y una de las empresas líderes del sector en el mercado global.

Con el objetivo de proteger a las personas, el medio ambiente y la industria contra la sobrepresión, LESER cuenta con 9 líneas de productos, 40 modelos, 1.500 accesorios, más de 2.000.000 de configuraciones posibles y una producción de más de 130.000 válvulas de seguridad por año en su fábrica ubicada en Hohenwestedt, Alemania.

LESER en Brasil

LESER Válvulas de Segurança Ltda., o LESER Brasil, fue fundada en 1998 en Río de Janeiro, siendo la primera filial del Grupo LESER. La filial atiende al mercado brasileño con una estructura propia capaz de ofrecer soporte técnico durante todo el ciclo de vida del proyecto, desde la ingeniería hasta la fase de operación. La línea de montaje certificada con el sello ASME UV permite la ejecución de procedimientos especiales de pintura y una variedad completa de ensayos no destructivos disponibles.

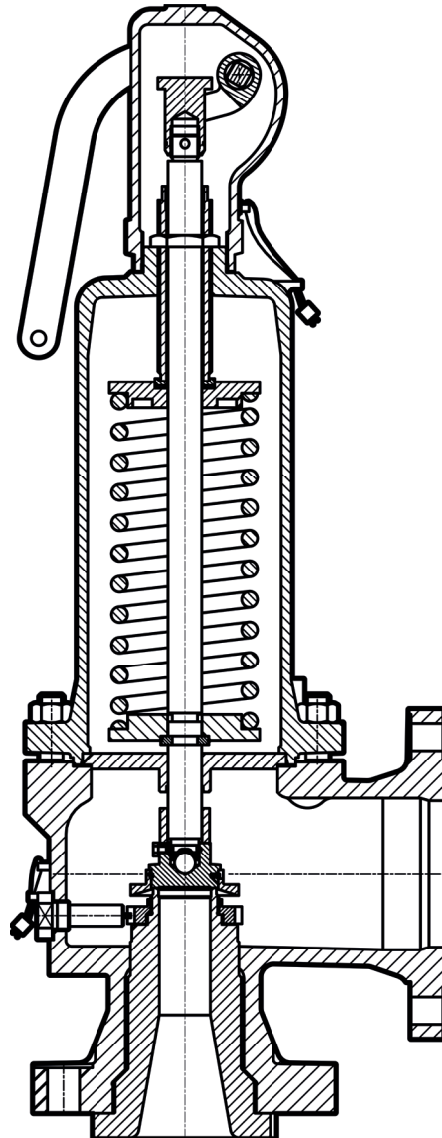
Con el mayor inventario de válvulas de seguridad de América Latina, LESER Brasil garantiza plazos de entrega cortos y confiables, además de servicios de mantenimiento y reparación de válvulas de seguridad con certificación VR (Valve Repair). Para los demás estados, una red de representantes comerciales está disponible para brindar soporte técnico y comercial completo.

Sumario

El Contenido

Capítulo 1: Presión	11
1.1. Definiciones de Presión	11
1.2. Escenarios Comunes de Sobrepresión	13
1.3. Sobrepresión	19
1.4. Contrapresión	21
1.5. Recierre o diferencial de alivio (Blowdown)	26
1.6. Tipos de Presión	28
1.7. Definición de Presión de Apertura (Set Pressure)	31
1.8. Presión de Ajuste en Frio - CDTP (Cold Differential Test Pressure)	34
1.9. Influencias: CDTP x Set Pressure	34
1.10. Influencia de la Pérdida de Carga en la Entrada	38
Capítulo 2: Tipos de Dispositivos de Seguridad	43
2.1. Tipos de Dispositivos y Principios de Funcionamiento	43
Capítulo 3: Válvulas de Alivio de Presión	49
3.1. Definiciones y Principios de Funcionamiento	49
3.2. Influencias en el Funcionamiento	51
3.3. Condiciones de Operación	55
3.4. Construcción	62
3.5. Fuelle de Balance	71
3.6. Opcionales	73
Capítulo 4: Válvulas de Seguridad Pilotadas (Pilot-Operated)	79
4.1. Definiciones y Principios de Funcionamiento	79
4.2. Condiciones de Operación	82
4.3. Construcción	88
4.4. Opcionales	90
4.5. Modelos Pop y Modulate Action	98
Capítulo 5: Válvulas de Cambio (Change-Over)	101
5.1. Definiciones y Principios de Funcionamiento	101
Capítulo 6: Sistema Neumático Auxiliar (SLS)	107
6.1. Definiciones y Principios de Funcionamiento	107
6.2. Ventajas del SLS	112

Capítulo 7: Normas	115
7.1. Tipos y Definiciones de Normas	115
7.2. ASME	117
7.3. API	122
7.4. PED 2014/68/EU (DIN 4126)	126
7.5. NR-13	129
Capítulo 8: Dimensionamiento	135
8.1. Definiciones de Dimensionamiento	135
8.2. Datos Importantes y Necesarios	137
8.3. Dimensionamiento Según API	139
8.4. Dimensionamiento Según ASME	142
8.5. Dimensionamiento Según AD 2000 / ISO 4126	144
Capítulo 9: Instalación	151
9.1. Definiciones y Buenas Prácticas	151
9.2. Instalaciones No Convencionales	156
Capítulo 10: Mantenimiento	159
10.1. Estanqueidad	159
10.2. Prueba de Apertura	160
10.3. Prueba de Contrapresión	162
10.4. Prueba Funcional de la Palanca	164
10.5. Cambio de Presión (Rango del Resorte)	164
10.6. Cotas Críticas	167
10.7. Cuidados en el Montaje y Desmontaje	168
10.8. Centro de Mantenimiento y Reparación de LESER	173
Capítulo 11: Extras	177
11.1. Conversión de Unidades y Materiales Disponibles	177
11.2. Selección de la Línea Correcta de Válvulas de Seguridad	182
11.3. Portafolio de Productos de LESER	184
11.4. Atención Local	194
11.5. Unidades de LESER en el Mundo	195
Referencias	197



Modelo API

Capítulo 1

Presión

1.1. Definiciones de Presión

La presión es la medida de la fuerza ejercida por un cuerpo sobre una superficie. El concepto de presión está presente en diversas situaciones de nuestra vida cotidiana, tales como:

- Presión arterial humana

La presión arterial es la fuerza que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias mientras el corazón bombea y recibe el flujo sanguíneo. Niveles de presión arterial por encima de los valores normales indican hipertensión y valores muy bajos se consideran hipotensión, un factor de riesgo para enfermedades cardiovasculares. El control de la presión es esencial para la salud del corazón y puede verse influenciado por factores como la alimentación, el estrés, la actividad física y la predisposición genética.

- Presión de los neumáticos en automóviles

La presión de los neumáticos en los automóviles es fundamental para la seguridad y el rendimiento del vehículo. Todos los vehículos tienen una presión recomendada (libras por pulgada cuadrada), dependiendo del modelo y la carga transportada. Neumáticos con presión inadecuada pueden comprometer la adherencia, aumentar el consumo de combustible y acelerar el desgaste irregular del caucho.

- Presión del agua a una profundidad de 10.000 m (Fosa de las Marianas)

La Fosa de las Marianas, el punto más profundo conocido del océano, puede alcanzar aproximadamente 1.100 bar (o 16.000 psi), lo que representa más de 1.000 veces la presión atmosférica al nivel del mar. Esta presión extrema representa un desafío para los equipos sumergibles, que requieren estructuras reforzadas para soportar la inmensa fuerza ejercida por el agua. Pocas formas de vida pueden sobrevivir en tales condiciones, adaptándose a la ausencia de luz y a la enorme presión.

- Presión en la superficie de la Tierra

La presión atmosférica al nivel del mar es de 1 bar (o 101,3 kPa / 14,7 psi) y resulta del peso del aire sobre nosotros. Esta presión disminuye con la altitud, siendo menor en lugares elevados, como montañas, donde el aire es más enrarecido. Influye en fenómenos climáticos, como los vientos y las tormentas, además de afectar la respiración y el punto de ebullición del agua, que ocurre a temperaturas más bajas en altitudes elevadas.

- Presión en el interior del Sol

En el núcleo del Sol, donde ocurren las reacciones de fusión nuclear, la presión alcanza niveles extremos de alrededor de 250 mil millones de atmósferas (o $2,5 \times 10^{16}$ Pa). Esta presión colosal es necesaria para mantener la fusión del hidrógeno en helio, liberando la inmensa cantidad de energía que alimenta nuestra estrella. La enorme fuerza gravitacional del Sol mantiene esta presión, permitiendo que continúe brillando durante miles de millones de años.

- Presión en una planta industrial

La presión en una planta industrial varía según los procesos y equipos utilizados. En sistemas de vapor, las calderas pueden operar con presiones entre 5 y más de 100 bar (o 500 a 10.000 kPa), dependiendo de la aplicación. Por su parte, los sistemas hidráulicos y neumáticos pueden trabajar con presiones que van desde los 6 bar (neumáticos) hasta más de 300 bar (hidráulicos). El control preciso de la presión es esencial para la seguridad, la eficiencia y el cumplimiento de normas técnicas y reglamentaciones industriales.

En términos más precisos, la presión (P) es una magnitud física escalar definida como la fuerza (F) ejercida perpendicularmente sobre una superficie por unidad de área (A). Matemáticamente, se expresa mediante la ecuación fundamental:

$$P = \frac{F}{A}$$

Donde:

- P = Presión (Pascal, Pa);
- F = Fuerza aplicada perpendicularmente a la superficie (Newton, N);
- A = Área sobre la cual se distribuye la fuerza (metros cuadrados, m^2).

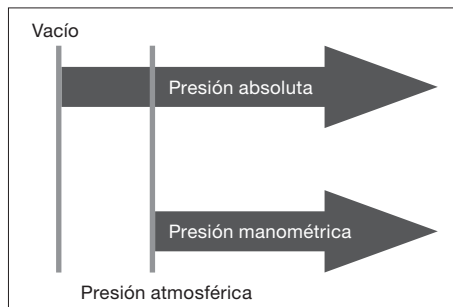
La unidad estándar de presión en el Sistema Internacional de Unidades (SI) es el Pascal (Pa), donde $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$. Sin embargo, otras unidades son

frecuentemente utilizadas en diferentes contextos industriales y científicos, tales como:

- Bar: 1 bar = 10^5 Pa;
- Atmósfera (atm): 1 atm \approx 101.325 Pa;
- Milímetros de mercurio (mmHg): 1 mmHg \approx 133.3 Pa;
- Libras por pulgada cuadrada (psi): 1 psi \approx 6.895 kPa.

La presión puede clasificarse en diferentes categorías, dependiendo del contexto de aplicación:

- Presión absoluta (Pa): Medida con respecto al vacío absoluto (referencia cero).



- Presión manométrica (P_m): Medida con respecto a la presión atmosférica local. Es frecuentemente utilizada en aplicaciones industriales.
- Presión diferencial (ΔP): Diferencia de presión entre dos puntos de un sistema, esencial para el control de flujo y el dimensionamiento de equipos.

En la ingeniería y en la industria, la correcta medición y control de la presión son fundamentales para garantizar la seguridad, la eficiencia de los procesos y el cumplimiento de las normas técnicas.

1.2. Escenarios Comunes de Sobrepresión

En los sistemas industriales, el aumento de la presión más allá de los límites operacionales diseñados puede resultar en fallos catastróficos, comprometiendo la integridad de los equipos, interrumpiendo la producción y representando riesgos significativos para el medio ambiente y la seguridad de los operadores. Para mitigar estos riesgos, es esencial comprender los principales escenarios que pueden llevar al aumento no deseado de presión y aplicar dispositivos adecuados de protección, como válvulas de seguridad.

El estándar API 521 Ed. 7:2020, en el ítem 4.4, presenta una relación detallada de los diversos escenarios potenciales de sobrepresión. La correcta identificación de estas condiciones es fundamental para el dimensionamiento adecuado de los dispositivos de alivio, garantizando la confiabilidad y seguridad de los sistemas industriales.

Los escenarios más comunes de sobrepresión son:

- Expansión Térmica (Alivio Térmico);
- Incendio Externo (Caso de Fuego);
- Llenado Excesivo;
- Reacción Química;
- Descarga Bloqueada.

Cuando ocurre cualquiera de estos escenarios de aumento de presión, la válvula de seguridad asume un papel crítico en la protección del sistema industrial, en la preservación del medio ambiente y, principalmente, en la seguridad de las personas presentes en la instalación. El funcionamiento de la válvula de seguridad debe seguir los siguientes principios operativos:

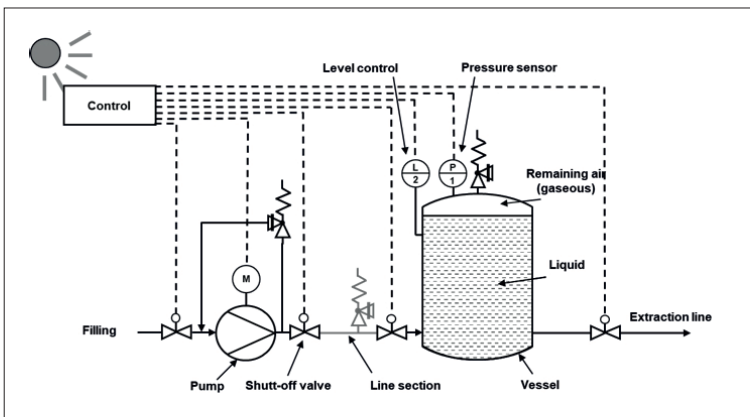
1. Alivio de la presión excedente – La válvula de seguridad y alivio debe abrirse automáticamente cuando la presión del sistema alcance el límite de alivio predefinido, permitiendo la descarga controlada del fluido hacia una zona segura.
2. Prevención de fallas estructurales – La actuación de la válvula impide que la presión sobrepase la presión acumulada máxima permitida (PAMP), garantizando la integridad de los equipos y tuberías del sistema.
3. Restauración de las condiciones normales de operación – Tras la estabilización de la presión del sistema dentro de los parámetros aceptables, la válvula debe cerrarse automáticamente, evitando pérdidas innecesarias de fluido y restableciendo las condiciones normales del proceso.

1.2.1. Expansión Térmica (Alívio Térmico)

La expansión térmica ocurre cuando un fluido experimenta un aumento de temperatura, resultando en su dilatación. En sistemas que contienen medios incompresibles, como los líquidos, esta expansión puede generar un aumento significativo de presión, especialmente en segmentos cerrados de tuberías. Este fenómeno es frecuentemente observado en largas secciones de oleoductos, líneas de abastecimiento industrial o redes de transporte de fluido en plantas químicas y refinerías.

Para mitigar este riesgo, la instalación de válvulas de alivio de presión es esencial. En muchos casos, la liberación controlada de un pequeño volumen de fluido a través de la válvula es suficiente para evitar que la presión alcance niveles críticos, previniendo así fallos estructurales, como la ruptura de tuberías, conexiones bridadas u otros componentes del sistema.

Además, en diversas áreas de la planta industrial, las válvulas de alivio de presión originalmente dimensionadas para otros escenarios de sobrepresión pueden ser aprovechadas para proporcionar protección contra la expansión térmica. Sin embargo, esta práctica debe ser analizada con rigor, teniendo en cuenta factores como el ajuste de la presión de alivio, la compatibilidad del fluido y el impacto operacional, para garantizar que la válvula cumpla su función de manera eficaz y segura.



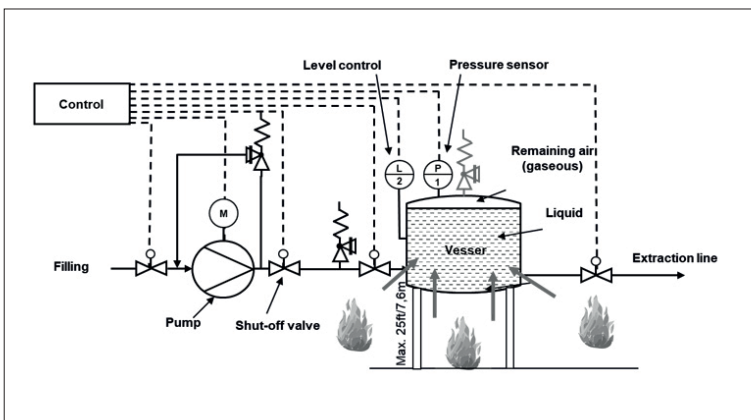
1.2.2. Incendio Externo (Caso de Fuego)

Cuando ocurre un incendio en una instalación industrial, el calor generado puede afectar directamente a los tanques de almacenamiento, tuberías y otros equipos presurizados, resultando en un aumento significativo de la temperatura de los fluidos contenidos en el sistema. Este calentamiento introduce energía adicional al medio confinado, promoviendo el aumento de la presión interna.

A diferencia de la expansión térmica, donde el aumento de presión es causado por el calentamiento de un fluido incompresible en un volumen cerrado, el escenario de incendio externo presenta características distintas. Durante un incendio, la transferencia de calor ocurre de forma intensa y continua, pudiendo llevar a la vaporización de líquidos y al aumento de la presión a un ritmo acelerado.

Debido a estas particularidades, el dimensionamiento de las válvulas de alivio de presión para protección contra incendios se realiza con base en un flujo de masa específico, adecuado para el alivio eficaz de la sobrepresión generada por el fuego.

Muchas veces, un tanque está protegido únicamente con una válvulas de alivio de presión calculada para el peor escenario y, de esta forma, la misma se dimensiona para todos los casos de protección considerados.

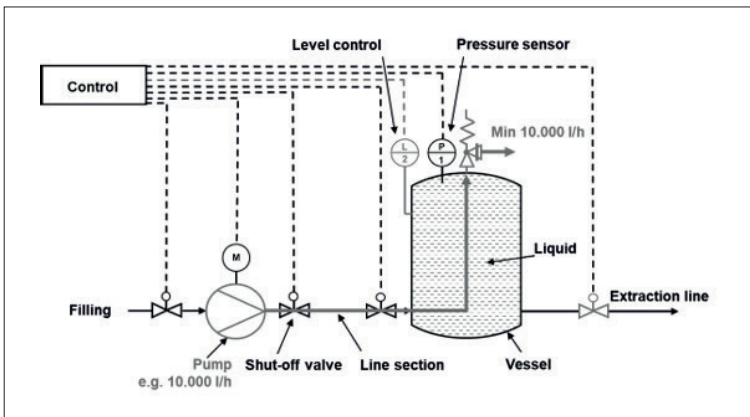


1.2.3. Llenado Excesivo

El llenado excesivo es un escenario de sobrepresión que ocurre cuando un determinado fluido continúa siendo introducido en un recipiente a presión, tanque de almacenamiento o sistema cerrado, incluso después de haber alcanzado su nivel máximo operacional. Este fenómeno puede ocurrir debido a fallos en el sistema de monitoreo de nivel, errores operativos o defectos en los dispositivos de control de presión y caudal.

Un ejemplo típico de esta condición ocurre cuando una bomba de alimentación continúa operando mientras la válvula de descarga permanece cerrada, lo que resulta en la acumulación continua de fluido en el reservorio. Sin un mecanismo de alivio adecuado, la presión en el interior del recipiente puede elevarse más allá de los límites diseñados, comprometiendo la integridad del sistema y pudiendo llevar a la ruptura mecánica de los componentes.

El dimensionamiento de la válvula debe considerar la tasa máxima de flujo de la bomba de alimentación, garantizando que, como mínimo, el volumen de fluido introducido en el sistema pueda ser descargado adecuadamente.



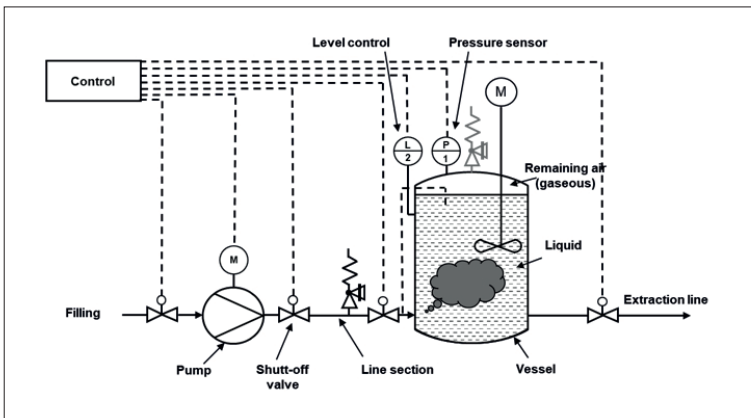
1.2.4. Reacción Química

La reacción química causa sobrepresión cuando un proceso reactivo se desarrolla de manera imprevista o descontrolada. Este fenómeno puede ser

desencadenado por fallos en el sistema de enfriamiento, alteraciones en las condiciones operativas o por la mezcla accidental de sustancias químicas incompatibles.

Durante una reacción química, la conversión de reactivos puede resultar en la generación rápida y significativa de gases a partir de un volumen reducido de líquido. Este aumento repentino de presión puede ocurrir en un tiempo extremadamente corto, exigiendo un mecanismo de alivio eficiente para evitar fallos estructurales en el sistema.

Para mitigar riesgos, la protección del recipiente a presión se realiza mediante una válvula de alivio de presión dimensionada específicamente para el caudal necesario para el alivio de los gases generados, garantizando que la presión permanezca dentro de los límites operativos seguros.

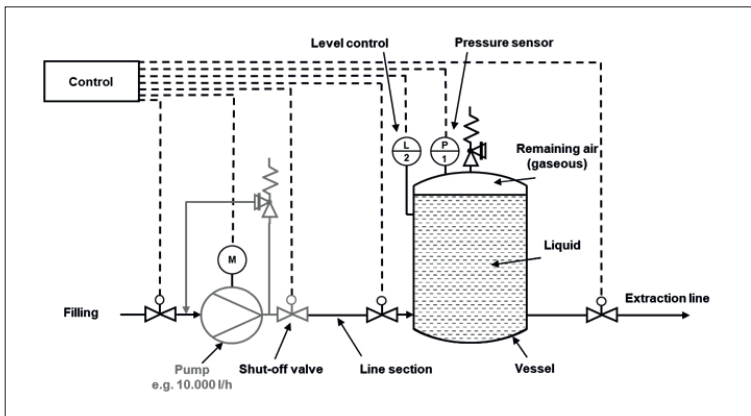


1.2.5. Descarga Bloqueada

La descarga bloqueada ocurre cuando la válvula de cierre instalada inmediatamente después de la salida de una bomba cierra inadvertidamente mientras la bomba permanece en funcionamiento. Este bloqueo impide el flujo a través del sistema, resultando en un aumento súbito de presión en la línea de descarga, lo que puede causar una sobrecarga mecánica en la bomba, daños en la tubería y sobrecalentamiento del fluido.

Para evitar estos problemas, es fundamental la instalación de una válvula de alivio de presión en la línea de descarga de la bomba. Esta válvula debe dimensionarse para aliviar el caudal excedente, redirigiéndolo hacia un punto seguro del sistema, como el depósito de succión de la bomba o una línea de recirculación dedicada. Este mecanismo crea un circuito de “bypass”, permitiendo que el fluido continúe circulando y previniendo fallos en el equipo.

El dimensionamiento de la válvula de alivio de presión debe considerar la capacidad máxima de caudal de la bomba, garantizando que todo el fluido bombeado pueda ser descargado de forma segura hasta que se corrija la condición anormal.



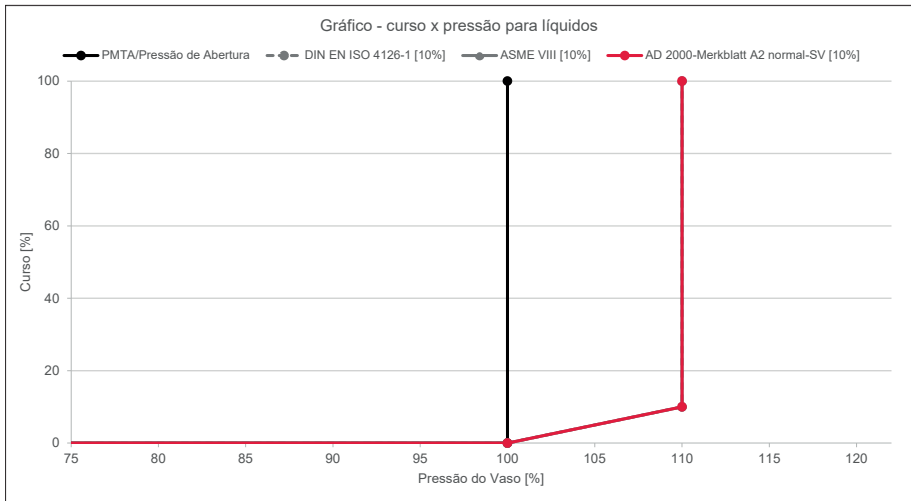
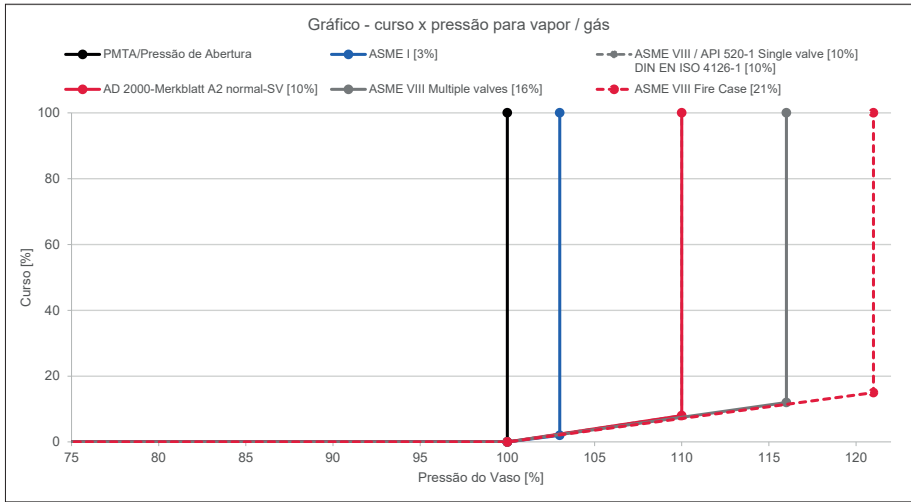
1.3. Sobrepresión

Para las válvulas de alivio de presión, el término sobrecarga de presión se refiere al aumento de la presión por encima de la presión de apertura de la válvula, necesario para que esta alcance su carrera máxima y, en consecuencia, la capacidad total de alivio proyectada. Este valor es fundamental en el dimensionamiento y el rendimiento de la válvula, garantizando que actúe de manera eficiente para proteger el sistema contra condiciones de presión excesiva. La sobrepresión normalmente se expresa como un porcentaje de la presión de ajuste.

En la mayoría de los sistemas presurizados, la presión no debe superar la presión máxima de trabajo admisible (MAWP) en más del 10%. Las normas y estándares establecen límites para la sobrepresión máxima, siendo 10% un valor típico, aunque puede variar entre el 3% y el 21%, dependiendo de la norma aplicable y del tipo de sistema protegido.

Dentro del límite máximo de sobrepresión permitido, la válvula de alivio de presión debe alcanzar su apertura completa, garantizando la capacidad de alivio certificada para proteger el equipo contra fallos por exceso de presión.

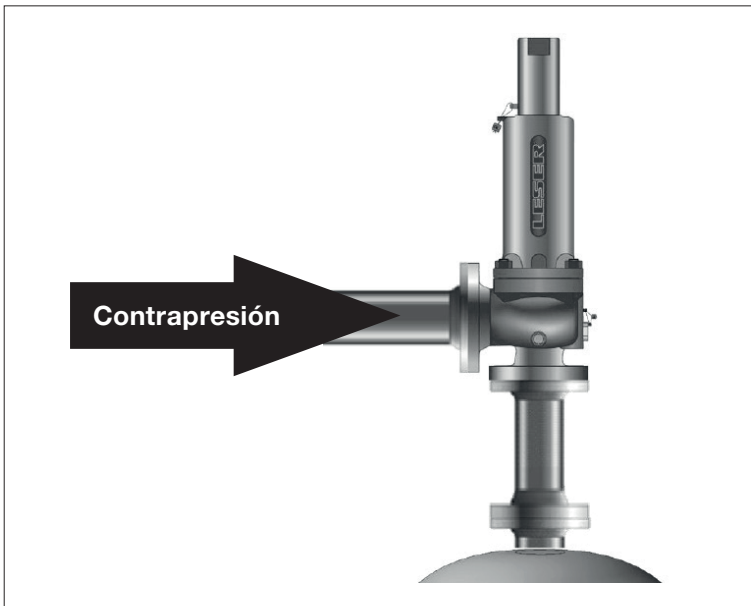
Sobrepresión (Valores máximos)					
Norma	DIN EN ISO 4126-1	AD 2000-Merkblatt A2	ASME VIII / XIII	API 520-1	ASME I
Fluido					
Vapor / Gas	10% o 0,1 bar, el valor mayor aplicado	5% Full Lift 10% Normal / Proporcional- SV < 1 bar: 0,1 bar	10% o 3 psi (0,21 bar), el valor mayor aplicado Caso de Fuego: 21% Instalación de múltiples válvulas de seguridad: 16%	10%	3%
Líquidos	10% o 0,1 bar, el valor mayor aplicado	10% < 1 bar: 0,1 bar	10% o 3 psi (0,21 bar), el valor mayor aplicado Instalación de múltiples válvulas de seguridad: 16%	10%	N/A



1.4. Contrapressão

Otro concepto esencial para el funcionamiento adecuado de una válvula de de alivio de presión es la contrapresión. Para esta, la contrapresión se

define como la presión existente en la salida de la válvula, es decir, la presión presente en el sistema de descarga. Este factor puede influir directamente en el desempeño de la misma, afectando su capacidad de alivio, estabilidad operativa y presión de apertura. El correcto dimensionamiento y el análisis de la contrapresión son fundamentales para garantizar que la válvula opere conforme a los requisitos normativos y mantenga su eficiencia en la protección del sistema contra la sobrepresión.



Esta contrapresión puede dividirse en dos tipos: Contrapresión Superimpuesta y Contrapresión Construida. La contrapresión total es la suma de ambos tipos:

$$\text{Superimpuesta} + \text{Construida} = \text{Contrapresión total}$$

1.4.1. Contrapresión Superimpuesta

La Contrapresión Superimpuesta es la presión presente en la salida de la válvula de alivio de presión antes de su apertura, resultante de fuentes

externas, como otros dispositivos de alivio de presión descargando en el mismo sistema de escape o presión constante en el colector de descarga.

La Contrapresión Superimpuesta influye directamente en la presión de apertura de la válvula de alivio de presión y, por lo tanto, debe ser considerada en el dimensionamiento para garantizar su correcto funcionamiento. Esta contrapresión puede clasificarse en dos tipos:

1. Contrapresión Superimpuesta Constante – Permanece estable durante la operación, siendo generada por factores como presión fija en el sistema de descarga o presencia continua de gases en el colector de escape.
2. Contrapresión Superimpuesta Variable – Fluctúa según las condiciones del sistema, pudiendo ser causada por otros dispositivos de alivio de presión descargando en el mismo sistema de escape, variaciones del proceso o cambios en las condiciones operativas.

Por lo tanto, siempre que exista Contrapresión Superimpuesta, es fundamental analizarla en relación con su tipo (constante o variable) y sus valores, para garantizar que no comprometa el desempeño de la válvula de seguridad. Medidas correctivas, como el ajuste de la presión de apertura, el uso de válvulas balanceadas o la adecuación del sistema de descarga, deben adoptarse según sea necesario para asegurar el funcionamiento adecuado de la válvula y la protección eficaz del sistema.

1.4.2. Contrapresión Construida

La Contrapresión Construida ocurre exclusivamente durante la apertura de la válvula de alivio de presión, siendo generada por el flujo del fluido a través del sistema de descarga. Cuando la válvula alivia la presión hacia la atmósfera o hacia una línea de escape, elementos como la rugosidad de la tubería, codos, restricciones y longitudes excesivas provocan pérdidas de carga, resultando en la formación de contrapresión en la salida de la válvula.

La magnitud de la Contrapresión Construida depende directamente del dimensionamiento de la línea de descarga y debe ser considerada para evitar impactos en el rendimiento de la válvula, como la reducción de la capacidad de alivio, inestabilidad operativa y variaciones en la presión de cierre.

La Contrapresión Construida puede impactar directamente la capacidad de alivio y el rendimiento de la válvula. El aumento excesivo de esta contrapresión puede causar problemas operativos, como la reducción del caudal aliviado, inestabilidad en la apertura y cierre de la válvula, además

de aumentar la probabilidad de ocurrencia de fenómenos indeseables como el chattering (golpeteo rápido y repetitivo del disco contra el asiento) y el fluttering (oscilaciones continuas del disco sin cierre completo).

Para evitar estos problemas, es fundamental calcular correctamente la contrapresión construida, asegurando que permanezca dentro de los límites aceptables establecidos por las normas aplicables. El dimensionamiento adecuado de la tubería de descarga, la minimización de restricciones y la elección de válvulas apropiadas son medidas esenciales para garantizar el funcionamiento seguro y eficiente de la válvula.

Estos límites máximos varían de acuerdo con la norma utilizada. Es posible verificar los límites según la tabla:

Norma / Estandar	Límites para válvulas convencionales	Límites para válvulas balanceadas
AD 2000 info.sheet A2 2020	6.3.2 Presiones de contrapresión permitidas, por ejemplo, 15 % (a = 0,15) [...]	6.3.2 [...] o con fuelles, hasta el 30 % (a = 0,3) de la presión de ajuste Pe, pudiendo este valor obtenerse en los catálogos del fabricante, si es necesario.
ASME VIII Sec. 1 (non-mandatory appendix M) 2019	M-7 Líneas de descarga de alivio de dispositivos de alivio de presión [...] (c) La presión estática desarrollada en la brida de descarga de una válvula convencional accionada por resorte directo no debe exceder el 10% de la presión de ajuste cuando esté operando a su capacidad nominal.	Otros tipos de válvulas presentan diferentes niveles de tolerancia a la contrapresión, y deben seguirse las recomendaciones del fabricante.
API 520-1 2014	5.3.3.1.3 En una aplicación convencional de válvula de alivio de presión (PRV), cuando la sobrepresión permitida es del 10%, la contrapresión generada no debe exceder el 10% de la presión de ajuste. Se puede permitir una contrapresión generada máxima mayor para sobrepresiones permitidas superiores al 10%, siempre que la contrapresión generada no exceda la sobrepresión permitida. [...]	5.3.3.2.1 Se debe utilizar una válvula de alivio de presión balanceada (PRV balanceada) cuando la contrapresión total (contrapresión superimpuesta + contrapresión generada) no exceda aproximadamente el 50% de la presión de ajuste. [...] Los factores de corrección de capacidad, conocidos como factores de corrección por contrapresión, son proporcionados por los fabricantes para considerar esta reducción en el flujo. [...]
ISO 4126-9 2008	7. Tubería de salida [...] NOTA: La contrapresión permitida generalmente se expresa como un porcentaje de la diferencia entre la presión de apertura y la contrapresión superimpuesta. Por ejemplo, la contrapresión inherente puede estar limitada al 15%.	-

Dependiendo del tipo de contrapresión, ya sea Superimpuesta o Construida, se requieren medidas para prevenir el mal funcionamiento que esta pueda causar en el proceso.

Contra- presión	Tipo	Especificación	Medida
	Construida	$\leq 10\%$	Sin medida
		$> 10\% - 30\%$ o 50%	Fuelle de compensación
		$> 10\% - 70\%$	Válvula Pilotada
	Superimpuesta Constante	$\leq 30\%$ o 50%	Fole de compensação
		$\leq 70\%$	Válvula Pilotada
		$\leq 90\%$	Corrección de CDTP
	Superimpuesta Variable	$\leq 30\%^1$ o $50\%^2$	Fuelle de compensación
		$\leq 70\%$	Válvula Pilotada

1.5. Recierre o Diferencial de Alivio (Blowdown)

En válvulas de seguridad y alivio, el blowdown (recierre) se define como la diferencia entre la presión de apertura y la presión de cierre de la válvula, es decir, la presión a la cual el disco vuelve a asentarse luego del alivio de la sobrepresión.

Este diferencial se expresa habitualmente como un porcentaje de la presión de ajuste. Un control adecuado del blowdown permite limitar la pérdida innecesaria de fluido y contribuye a la estabilidad operativa de la válvula, evitando fenómenos de apertura y cierre inestable, como el chattering, y manteniendo la protección del sistema presurizado.

El comportamiento del blowdown está estrechamente relacionado con el diseño de la válvula y con el mecanismo de recierre empleado. En válvulas

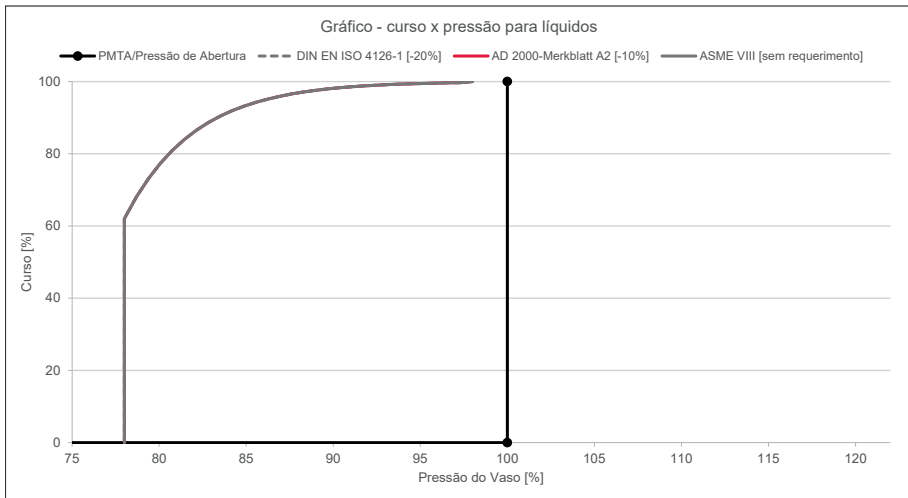
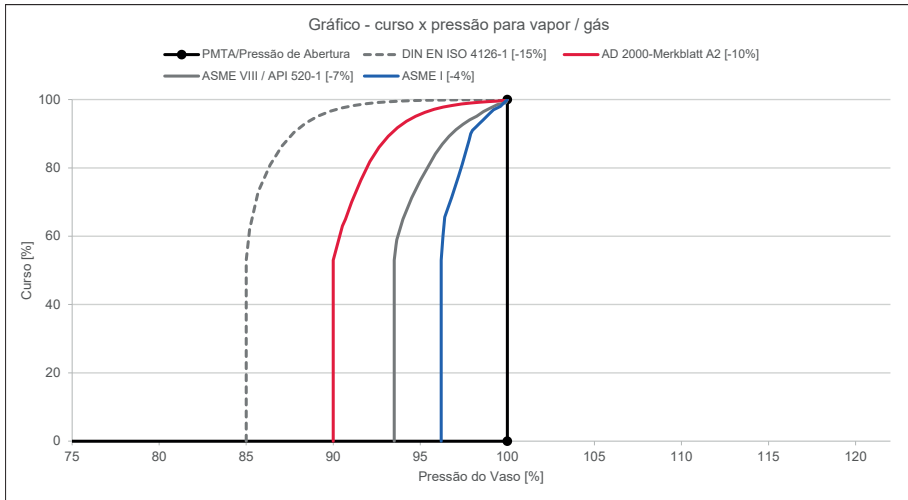
con blowdown ajustable, típicamente utilizadas en servicios de gases y vapor, el diferencial de recierre puede regularse mediante anillos de blowdown para lograr una operación estable.

En válvulas con recierre fijo, habituales en aplicaciones con líquidos, el blowdown es inherente al diseño y suele ser significativamente mayor. Los criterios y límites aplicables dependen del código o estándar de diseño correspondiente y se resumen en la figura siguiente.

La importancia del control del blowdown radica en definir un diferencial adecuado entre la presión de apertura y la de cierre, de modo que, tras el alivio de la sobrepresión, la presión del sistema pueda descender por debajo de la presión de cierre resultante. Esto permite un cierre completo y estable de la válvula, evitando ciclos indeseados de apertura y cierre y facilitando el retorno del sistema a condiciones normales de operación.

A continuación, la tabla presenta los valores típicos de blowdown para distintas normas y estándares, así como para diferentes escenarios operativo.

Blowdown (Valores máximos)					
Norma/ Estándar	DIN EN ISO 4126-1	AD 2000-Merkblatt A2	ASME VIII / XIII	API 520-1	ASME I
Fluido					
Vapor / Gas	-15 % o 0,3 bar, el valor mayor aplicado	-10% < 3 bar: 0,6 bar	-7% o 3 psi (0,21 bar), el valor mayor aplicado	-7%	-4%
Líquidos	-20% o 0,6 bar, el valor mayor aplicado	-20% < 3 bar: 0,6 bar	Sin requerimiento	-20%	N/A



1.6. Tipos de Presión

En los sistemas industriales, diferentes niveles de presión actúan sobre recipientes a presión, calderas y otros equipos presurizados que requieren

protección contra sobrepresión. La correcta comprensión de estos conceptos es fundamental para la selección y el dimensionamiento adecuados de las válvulas de alivio de presión, de modo que el sistema opere dentro de límites estructurales y operativos seguros.

Tipos de Presión — Punto de Vista del Equipo Presurizado. Desde el punto de vista del equipo presurizado, las presiones relevantes están asociadas a los límites estructurales definidos por el diseño mecánico del recipiente o sistema.

Máxima presión de trabajo permitida — La máxima presión de trabajo permitida, o Maximum Allowable Working Pressure (MAWP), es la máxima presión a la cual un equipo presurizado puede operar de forma segura bajo las condiciones de diseño especificadas, sin comprometer su integridad estructural.

La MAWP es un parámetro propio del equipo, determinado por el fabricante o por un profesional habilitado, y depende, entre otros factores, de:

- El diseño y la construcción del recipiente;
- El espesor y las propiedades de los materiales utilizados;
- La temperatura máxima de operación;
- Los códigos y normas de diseño aplicables.

La MAWP constituye un límite estructural del equipo y debe ser respetada por el sistema de protección contra sobrepresión.

Acumulación — Durante eventos transitorios de sobrepresión, como fallas en el control del proceso o bloqueos en líneas de descarga, la presión interna del equipo puede superar momentáneamente la MAWP. Este incremento temporal se denomina acumulación y se expresa como un porcentaje de la MAWP.

La acumulación admisible está definida por los códigos de diseño del equipo y representa el margen máximo por el cual la presión puede exceder la MAWP durante un período limitado, sin comprometer la seguridad estructural del recipiente.

Presión Máxima de Acumulación — La presión máxima de acumulación, o Maximum Allowable Accumulated Pressure (MAAP), representa la máxima presión que el equipo puede alcanzar durante un evento de sobrepresión mientras los dispositivos de alivio se encuentran en operación.

Desde el punto de vista del equipo, este valor se expresa conceptualmente como:

MAAP = MAWP + Acumulación

La MAAP constituye el límite superior de presión admisible del equipo bajo condiciones excepcionales de operación.

Tipos de presión — Punto de Vista de la Válvula de Alivio de Presión. Desde el punto de vista de la válvula de alivio de presión, las presiones relevantes describen su comportamiento funcional durante un evento de sobrepresión y no representan límites estructurales del equipo.

Presión de Apertura — La presión de apertura, o set pressure, es la presión a la cual la válvula comienza a abrir bajo condiciones especificadas. Este valor se establece mediante el ajuste de la válvula y define el inicio de su actuación.

Sobrepresión — La sobrepresión, o overpressure, es el incremento de presión por encima de la presión de apertura necesario para que la válvula alcance una mayor apertura y, finalmente, su capacidad nominal de descarga.

La sobrepresión es un parámetro propio de la válvula y depende de su diseño y del código técnico aplicable.

Presión de Alivio — La presión de alivio, o relieving pressure, es la presión a la cual la válvula se encuentra completamente abierta y descargando el caudal requerido para limitar el aumento de presión del sistema.

Desde el punto de vista funcional:

$$\text{Presión de Alivio} = \text{Presión de Apertura} + \text{Sobrepresión}$$

Este punto corresponde a la condición de descarga plena de la válvula.

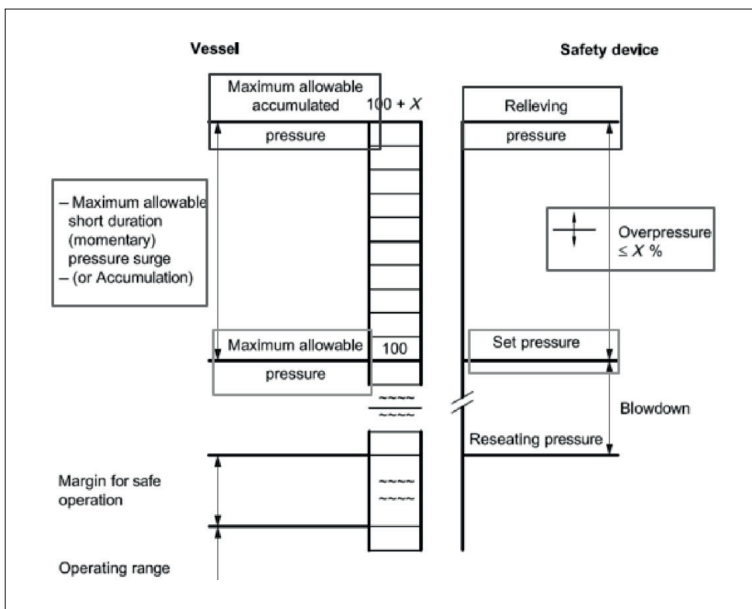
Recierre — El recierre, o blowdown, define el diferencial de presión entre la presión de apertura y la presión de cierre de la válvula, es decir, la presión a la cual el disco vuelve a asentarse una vez finalizado el alivio de la sobrepresión. El recierre influye directamente en la estabilidad del cierre de la válvula y en la prevención de ciclos indeseados de apertura y cierre.

Relación entre equipo y válvula — Para que un equipo presurizado esté correctamente protegido, la válvula de alivio de presión debe ser seleccionada y dimensionada de manera tal que la presión de alivio no exceda la MAAP del equipo.

Desde un punto de vista conceptual, esta condición puede expresarse:

$$\text{Presión de Alivio} \leq \text{MAAP}$$

De este modo, el correcto dimensionamiento de la válvula de alivio de presión permite limitar la presión máxima del sistema dentro de los márgenes estructurales definidos por el diseño del equipo, asegurando su integridad mecánica y la seguridad operativa bajo condiciones normales y transitorias.



1.7. Definición de Presión de Apertura (Set Pressure)

La presión de apertura, o set pressure, es uno de los parámetros fundamentales en la selección y el ajuste de las válvulas de alivio de presión. Se define como el valor de presión, bajo condiciones especificadas de proceso, al cual la válvula inicia su apertura, comenzando a aliviar la sobrepresión del sistema que se desea proteger.

La presión de apertura es un parámetro propio de la válvula, cuyo valor se establece mediante el ajuste del mecanismo de cierre. No obstante, dicho valor está condicionado por los límites de presión admisibles del equipo presurizado, en particular por la máxima presión de trabajo permitida (Maximum Allowable Working Pressure – MAWP). Por esto, todo sistema presurizado debe contar, como mínimo, con una válvula de alivio de presión ajustada a una presión de apertura igual o inferior a la MAWP del equipo.

Este criterio permite que la actuación de la válvula se produzca antes de que se excedan los límites estructurales del sistema y que, durante un evento de sobrepresión, la válvula alcance el régimen de descarga necesario para limitar el incremento de presión dentro de los márgenes admisibles.

De esta forma, la correcta configuración de la presión de apertura es esencial para garantizar la protección del sistema contra fallos mecánicos, previniendo daños estructurales, riesgos operativos e impactos ambientales derivados de una posible sobrepresión.

La correcta definición y el correcto ajuste de la presión de apertura son, por lo tanto, aspectos esenciales para la protección del sistema frente a sobrepresiones, contribuyendo a la prevención de daños estructurales, riesgos operativos e impactos ambientales.

Condiciones de proceso asociadas a la presión de apertura — La presión de apertura corresponde al punto en que la válvula inicia su apertura bajo las condiciones de proceso aplicables. En consecuencia, debe interpretarse considerando la temperatura operativa del sistema y las condiciones de presión que afectan a la válvula en el instante de actuación, incluyendo las influencias de contrapresión que puedan estar presentes. Estas condiciones determinan el comportamiento real de apertura de la válvula y deben estar claramente establecidas tanto durante el ajuste como durante la verificación de la presión de apertura.

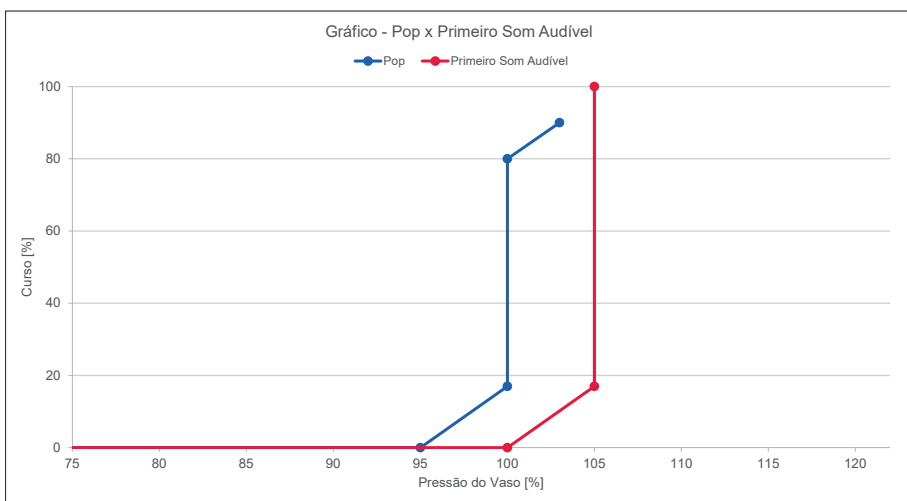
La definición de la presión de apertura corresponde al criterio observable mediante el cual se considera que la válvula ha alcanzado su presión de apertura durante el ensayo. Este criterio es propio del fabricante, depende del diseño de la válvula y del estado físico del fluido, y se encuentra documentado en los registros de certificación correspondientes, por ejemplo en NB-18 (Pressure Relief Device Certifications), publicación del National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors.

Las definiciones de presión de apertura más utilizadas son las siguientes:

- Primer Sonido Audible (First Audible Discharge) — En esta definición, la presión de apertura se establece en el instante en que se detecta la

primera descarga audible, es decir, el primer indicio audible asociado al inicio de la descarga del fluido a través de la válvula. Esta definición se utiliza en determinadas válvulas destinadas a servicio con fluidos compresibles (gases o vapor), de acuerdo con el criterio adoptado por el fabricante y documentado en NB-18.

- **Apertura Rápida (Pop)** — En esta definición, la presión de apertura se establece en el punto Pop, caracterizado por una apertura rápida del disco. Este comportamiento está asociado a un cambio marcado en el balance de fuerzas que actúan sobre el obturador, influido por la geometría interna de la válvula y por la acción del flujo durante el inicio de la apertura. Esta definición se aplica a determinadas válvulas para servicio con fluidos compresibles (gases o vapor), conforme al criterio del fabricante registrado en NB-18.
- **Primer Flujo Continuo (First Steady Stream)** — En esta definición, la presión de apertura se establece cuando aparece el primer flujo continuo y estable de líquido en la descarga. El criterio esencial es un flujo sostenido y claramente definido a la salida de la válvula, caracterizado por una descarga continua con dirección perpendicular/vertical, excluyendo goteos, humedecimiento del asiento o descargas intermitentes. Esta definición se aplica en válvulas de alivio destinadas a servicio con líquidos, donde la apertura se produce de forma progresiva y no se presenta un fenómeno de apertura rápida.



La definición de presión de apertura aplicable no es intercambiable y debe verificarse para cada diseño específico de válvula, en función del tipo de fluido, del comportamiento esperado durante la apertura y del criterio adoptado por el fabricante, conforme a la documentación y a los registros de certificación correspondientes (NB-18).

LESER adopta la definición de Presión de Apertura de Primer Sonido Audible para gases y vapor, y la Presión de Apertura de Primer Flujo Continuo para procesos con líquidos en sus válvulas de alivio de presión. Es fundamental comprender cada tipo, ya que, cuando uno de ellos es definido por el fabricante, la Presión de Apertura puede diferir de los valores especificados, lo que podría llevar a un funcionamiento incorrecto conforme al dimensionamiento.

1.8. Presión de Ajuste en Frio - CDTP (Cold Differential Test Pressure)

La Presión de Ajuste en Frio, conocida por la sigla CDTP (Cold Differential Test Pressure), se define como la presión a la cual la válvula debe iniciar su apertura durante una prueba en banco de pruebas. En otras palabras, corresponde a la presión necesaria para que la válvula se abra en las condiciones específicas del banco de pruebas, generalmente a temperatura ambiente y sin la influencia de la contrapresión del sistema operativo real.

En la mayoría de los casos, los valores de Presión de Ajuste (CDTP) y Presión de Apertura (Set Pressure) son iguales. Sin embargo, en situaciones donde la válvula opera bajo contrapresión constante o en condiciones térmicas que afectan su comportamiento, puede ser necesario un ajuste en la CDTP para garantizar que, en el sistema real, la válvula actúe conforme a lo esperado.

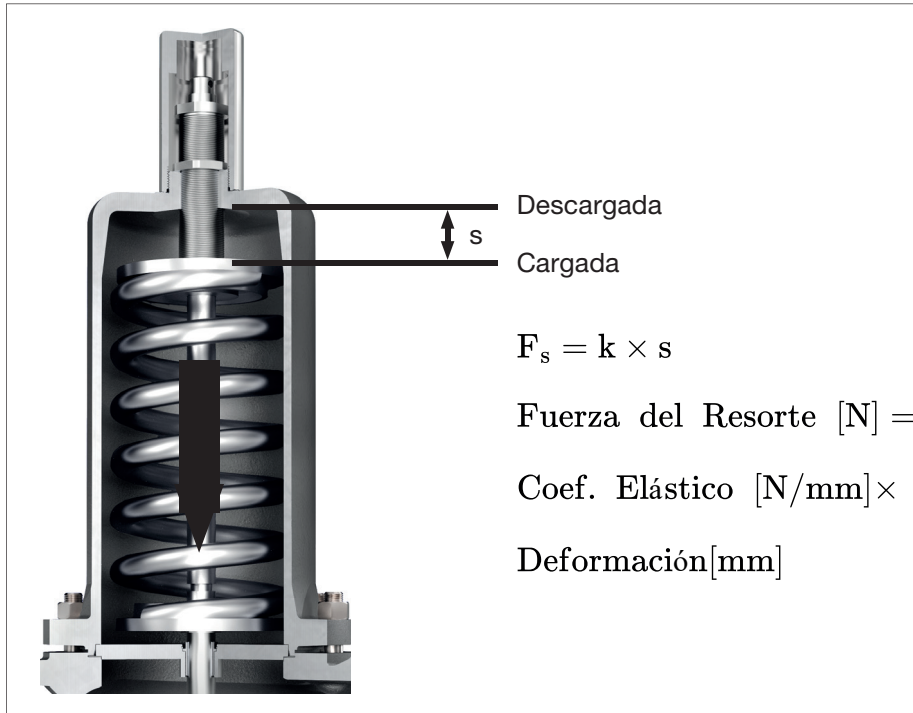
Esta corrección es relevante para válvulas instaladas en sistemas con alta contrapresión o variaciones significativas de temperatura, donde el fabricante puede determinar un factor de corrección para la CDTP, asegurando que la válvula se abra a la presión especificada durante la operación.

En los casos en que la CDTP difiere de la Presión de Apertura, es fundamental que ambos valores estén claramente identificados en la placa de identificación de la válvula de seguridad. Esta información garantiza que los operadores y responsables de mantenimiento puedan verificar los parámetros correctos de la válvula durante su instalación, inspección y operación.

1.9. Influencias: CDTP x Set Pressure

En determinados casos, los valores de Presión de Apertura (presión a la cual la válvula entra en operación en las condiciones de proceso) y Presión de Ajuste (presión a la cual la válvula es ajustada en banco de prueba) pueden diferir.

Uno de los principales factores que exigen la corrección del valor de la Presión de Ajuste en Frio, también denominada CDTP, es la temperatura de operación de la válvula de alivio de presión. El principal componente de la válvula influenciado por la temperatura es el resorte, cuya fuerza se determina por la relación entre:



El coeficiente elástico k del resorte está influenciado por la temperatura a la que trabaja el componente. A medida que la temperatura del resorte aumenta, disminuye su rigidez efectiva, lo que modifica la fuerza ejercida sobre el disco y afecta directamente el comportamiento de apertura de la válvula de alivio de presión.

Por este motivo, para cada rango de temperatura de operación, los fabricantes establecen factores de corrección específicos en función del

diseño de la válvula y del material del resorte utilizado.

Además de la temperatura, la configuración de la válvula también puede influir en la temperatura efectiva del resorte. En determinadas aplicaciones puede existir transferencia térmica entre el fluido del proceso y el conjunto del resorte, o bien una disposición constructiva que reduzca ese intercambio. Un ejemplo de ello son las válvulas equipadas con fuelle de balance, que, especialmente cuando se combinan con bonete abierto, aíslan en mayor medida el resorte del fluido caliente y favorecen la disipación térmica, modificando así la temperatura efectiva del resorte y, en consecuencia, su comportamiento mecánico.

No existen normas de construcción que establezcan valores porcentuales fijos para los factores de corrección aplicables a la Cold Differential Test Pressure (Presión de Ajuste en Frío). Por lo tanto, la determinación de estos factores es responsabilidad del fabricante, quien define los ajustes necesarios en función de las características del resorte, del diseño de la válvula y de las condiciones reales de operación.

En este contexto, la Cold Differential Test Pressure (Presión de Ajuste en Frío) se calcula a partir de la presión de apertura requerida en servicio, aplicando el factor de corrección establecido por el fabricante.

$$\text{Presión de Ajuste} = \text{Presión de Apertura} \times \text{Factor de Corrección}$$

Considere el siguiente ejemplo: válvula de alivio de presión convencional con bonete cerrado y resorte de acero inoxidable, con presión de apertura de 8 bar y temperatura de operación de 300 °C.

°C	°F	Open bonnet conventional	Closed bonnet conventional	Open bonnet balanced bellows or Inconel spring with or without bellows	Closed bonnet balanced bellows or Inconel spring with or without bellows
550	1022	Limitation at 427°C (only with balanced bellows)	Limitation at 350°C (only with balanced bellows)	1,049	1,049
500	932			1,032	1,032
450	842			1,021	1,021
400	752			1,013	1,013
350	662	1,032	1,049	1,007	1,007
300	572	1,021	1,032	1,000	1,000
250	482	1,013	1,021		
200	392	1,007	1,013		
150	302	1,000	1,007		
100	212	No influence of service condition on CDTP, correction factor: 1,000			
50	122				
0	32				
-50	-58				
-100	-148				
-150	-238				
-200	-328				
-250	-418				

Por lo tanto, la Presión de Ajuste en Frío (CDTP) será:

$$\text{Presión de Ajuste} = 8,00 \times 1,032 = 8,26 \text{ bar}$$

Otro factor que puede requerir la corrección de la CDTP es la presencia de contrapresión constante sobrerimpuesta en válvulas convencionales.

En estos casos, la contrapresión actúa sobre las superficies expuestas del conjunto de cierre en la zona secundaria de presión y genera una fuerza adicional en sentido de cierre. Como consecuencia, la válvula requiere una mayor presión de entrada para alcanzar la misma presión de apertura si no se realiza una compensación previa durante el ajuste.

Durante la operación real, esa contrapresión constante está presente y contribuye al cierre de la válvula. Sin embargo, durante el ajuste en banco, esa fuerza adicional normalmente no existe, por lo que, si la válvula se calibrara directamente al valor de la presión de apertura requerida, abriría en servicio a una presión superior a la prevista.

Para corregir este efecto, la CDTP debe ajustarse a un valor inferior a la presión de apertura requerida, compensando así la fuerza de cierre adicional generada por la contrapresión constante superimpuesta. De este modo, la válvula abrirá correctamente en las condiciones reales de operación.

	Tipos de Presión	bar
Operación	Presión de Apertura	10
	Presión de Ajuste (CDTP)	8
	Contrapresión Constante	2
Banco de Pruebas (Convencional)	Presión de Apertura	10
	Presión de Ajuste (CDTP)	8
	Contrapresión Constante	2

La verificación y corrección de la Presión de Ajuste en Frio (CDTP) son etapas esenciales siempre que sea necesario. Como se mencionó anteriormente, una CDTP debidamente corregida asegura que la válvula opere correctamente en las condiciones reales del proceso, garantizando su actuación eficaz cuando se requiera.

Para que esta corrección sea precisa, es fundamental que los valores de temperatura y de contrapresión constante sean determinados con exactitud. Estos parámetros influyen directamente en el comportamiento del resorte y del disco, por lo que su consideración es indispensable para el ajuste correcto de la válvula de alivio de presión.

1.10. Influencia de la Pérdida de Carga en la Entrada

Para el correcto funcionamiento de las válvulas, es esencial considerar un factor que puede comprometer su estabilidad operativa: la pérdida de carga en la tubería de entrada entre el equipo protegido y la válvula. La pérdida de carga ocurre debido a la resistencia al flujo del fluido a lo largo de la línea de entrada y está influenciada por la rugosidad interna de la tubería, la longitud del tramo y la presencia de accesorios como codos, tees, reducciones y válvulas de bloqueo. Este efecto genera una caída de presión entre el equipo protegido y la conexión de entrada de la válvula durante el alivio, lo que puede afectar su comportamiento dinámico y, si es excesivo, provocar inestabilidad operativa.

Después de calcular el valor absoluto de la pérdida de carga en la entrada, es necesario evaluar su porcentaje con respecto a la presión de apertura de la válvula. Por ejemplo:

$$\text{Pérdida de Carga} = 0,2 \text{ bar}$$

$$\text{Presión de Apertura} = 20 \text{ bar}$$

$$\text{Porcentaje de Pérdida de Carga} = 1\%$$

En general, la pérdida de carga en la entrada de la válvula de alivio de presión no debe exceder el 3 % de la Presión de Apertura. El incumplimiento de esta recomendación puede comprometer el funcionamiento adecuado de la válvula y resultar en fenómenos indeseados, como el golpeteo (chattering).

El chattering ocurre cuando la válvula de alivio de presión se abre y cierra a alta frecuencia, debido a la inestabilidad de las fuerzas actuantes. Este fenómeno puede generar vibraciones intensas, llevando, en casos extremos, a la resonancia del material, lo cual puede comprometer la integridad de la

válvula y dificultar su apertura adecuada.

En los casos en que la pérdida de carga en la entrada de la válvula de seguridad excede el 3 % de la Presión de Apertura, es necesario adoptar medidas correctivas para garantizar el funcionamiento adecuado de la válvula. Las acciones recomendadas incluyen:

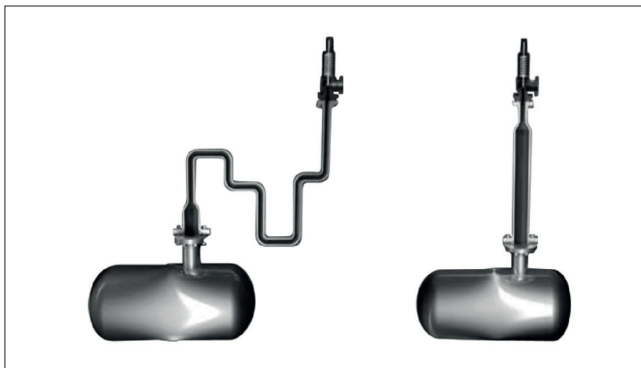
Reducción de la velocidad del caudal:

- Aumento del diámetro de la tubería de entrada, minimizando la resistencia al flujo;
- Disminución del número de conexiones, reduciendo pérdidas localizadas causadas por codos, curvas y otros accesorios;
- Uso de una válvula de menor capacidad, siempre que cumpla con los requisitos del proceso;
- Aplicación de un limitador de carrera o O-ring damper, restringiendo la capacidad de caudal y minimizando las oscilaciones.

Reducción de la resistencia al caudal:

- Acortamiento de la tubería de entrada, reduciendo el recorrido del fluido hasta la válvula;
- Mejora de la rugosidad de la tubería, utilizando materiales o tratamientos internos que minimicen el rozamiento y la turbulencia.

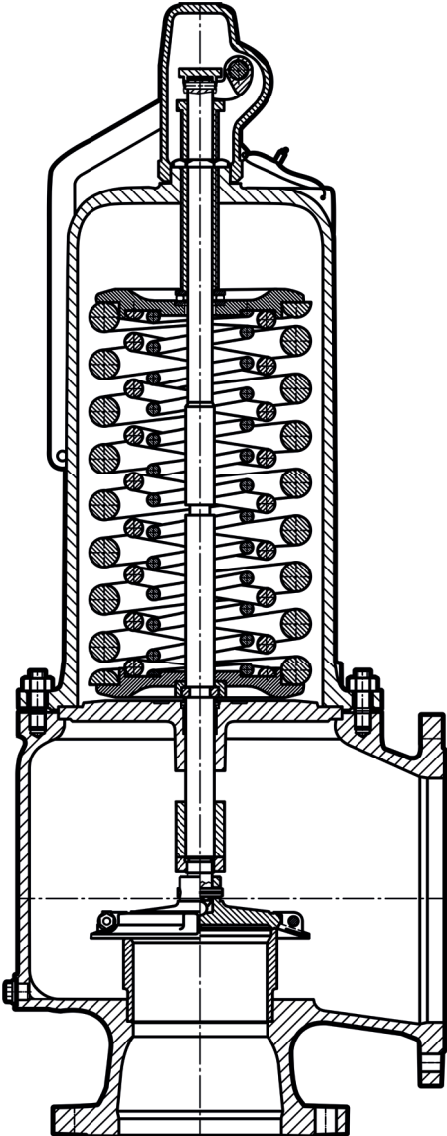
La implementación de estas medidas contribuye a la estabilidad operativa de la válvula, previniendo fenómenos como el golpeteo (chattering) y garantizando un desempeño seguro y eficiente del sistema..



Las medidas de reducción de la velocidad del caudal generalmente presentan una mayor eficacia que las medidas de reducción de la resistencia al flujo y, por lo tanto, deben ser priorizadas en la mayoría de los casos.

La disminución de la velocidad del fluido contribuye directamente a la reducción de la pérdida de carga en la entrada de la válvula, minimizando los riesgos de inestabilidad en el funcionamiento del sistema. Estrategias como el aumento del diámetro de la tubería y la reducción del número de conexiones tienden a generar resultados más significativos e inmediatos en comparación con intervenciones sobre la resistencia del flujo, como el acortamiento de la tubería o la mejora de la rugosidad interna.

No obstante, la elección de la mejor solución debe considerar las condiciones específicas de cada sistema, evaluando los impactos operativos y estructurales de cada modificación.



Modelo High Performance

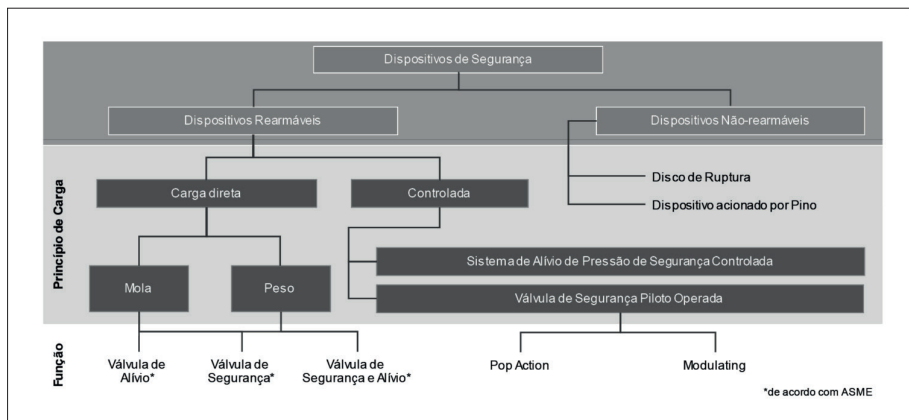
Capítulo 2

Tipos de Dispositivos de Seguridad

2.1. Tipos de Dispositivos y Principios de Funcionamiento

Tras la comprensión de los principales conceptos que influyen en el correcto dimensionamiento y funcionamiento de las válvulas de seguridad, es posible clasificar los dispositivos utilizados en la protección de calderas y recipientes a presión.

A continuación, se presenta un esquema que categoriza los diferentes tipos de dispositivos de alivio de presión, destacando sus características y aplicaciones específicas.



Los dispositivos de seguridad utilizados en la protección de calderas y recipientes a presión pueden clasificarse en dos categorías principales, de acuerdo con su mecanismo de actuación tras un evento de sobrepresión:

- Dispositivos que Cierran Nuevamente

Son dispositivos que, después del alivio de la sobrepresión y del retorno de la presión al nivel seguro, se vuelven a cerrar automáticamente, restableciendo la estanqueidad del sistema. Estos dispositivos pueden reutilizarse sin la necesidad de reemplazo de componentes, garantizando una protección continua.

- Dispositivos que No Cierran Nuevamente

En estos dispositivos, la actuación en un evento de sobrepresión resulta en la deformación permanente de uno de sus componentes críticos. Como consecuencia, el dispositivo no mantiene la estanqueidad del sistema y requiere el reemplazo del componente afectado antes de que el equipo pueda volver a operar normalmente.

En los dispositivos que no cierran nuevamente, la actuación se produce mediante la deformación permanente de un componente, lo que imposibilita su reutilización. Dentro de esta categoría, se destacan los siguientes tipos:

- Dispositivo accionado por Pasador (Pin Device)

Este dispositivo puede compararse con un fusible, ya que contiene una varilla calibrada que se rompe cuando se alcanza la presión de apertura predeterminada. Con la rotura del pasador, se libera el flujo, permitiendo el alivio de la sobrepresión en el sistema.

- Disco de Ruptura (Rupture Disc)

Fabricado en acero u otros materiales resistentes, el disco de ruptura posee una resistencia mecánica calibrada para actuar a una presión específica. Cuando se alcanza dicha presión, el disco se rompe completamente, permitiendo el libre flujo del fluido.

Los discos de ruptura se emplean frecuentemente en sistemas que contienen fluidos altamente corrosivos o perjudiciales para el medio ambiente, ya que garantizan cero fugas hasta el momento de la ruptura. El conjunto generalmente está compuesto por un cuerpo que aloja el disco y permite su montaje en el sistema.

En muchas aplicaciones, los dispositivos que no cierran nuevamente, como los discos de ruptura y los dispositivos accionados por pasador, se instalan junto con válvulas de seguridad. Esta configuración tiene como principal objetivo garantizar un sellado total del sistema hasta el momento de la apertura del dispositivo de alivio.

Tras la activación del dispositivo no rearmable, la válvula de seguridad puede entrar en operación para controlar el flujo y minimizar pérdidas excesivas de fluido. De este modo, tan pronto como la presión del sistema se normaliza, la válvula de seguridad se cierra automáticamente, evitando la liberación continua del fluido hasta que el dispositivo roto sea reemplazado.

Esta combinación es útil en procesos donde el sellado absoluto es esencial para evitar emisiones indeseadas, garantizar la integridad operativa y cumplir con los requisitos regulatorios de seguridad industrial.

Los dispositivos que cierran nuevamente pueden diferenciarse en función de su principio de carga, es decir, en la forma en que se aplica la fuerza de cierre en relación con la presión del fluido. Esta diferenciación se da de la siguiente manera:

2.1.1. Carga Directa

En este tipo de dispositivo, la fuerza de cierre se aplica directamente sobre el componente que mantiene el dispositivo cerrado, oponiéndose a la presión del fluido del sistema. La activación ocurre exclusivamente cuando la presión de apertura excede la fuerza aplicada por el mecanismo de carga.

En el principio de carga directa se distinguen dos tipos de válvulas, según el mecanismo de carga utilizado:

- Válvulas accionadas por peso – Utilizan un contrapeso para ejercer la fuerza de cierre. Son menos comunes en el mercado actual, pero aún se encuentran en aplicaciones específicas de baja presión.
- Válvulas accionadas por resorte – Son las más utilizadas en la industria. La fuerza del resorte controla la apertura y el cierre de la válvula, garantizando una actuación confiable en un amplio rango de presiones de operación.

En este principio, las válvulas de alivio de presión se clasifican según el tipo de fluido del sistema en el que operan:

- Válvula de Seguridad – Diseñada para actuar en sistemas que operan con fluidos compresibles, como gases y vapores.
- Válvula de Alivio – Desarrollada para sistemas con fluidos incompresibles, como líquidos.

- Válvula de Seguridad y Alivio – Capaz de operar en sistemas que utilizan tanto fluidos compresibles como incompresibles, proporcionando versatilidad en la aplicación.

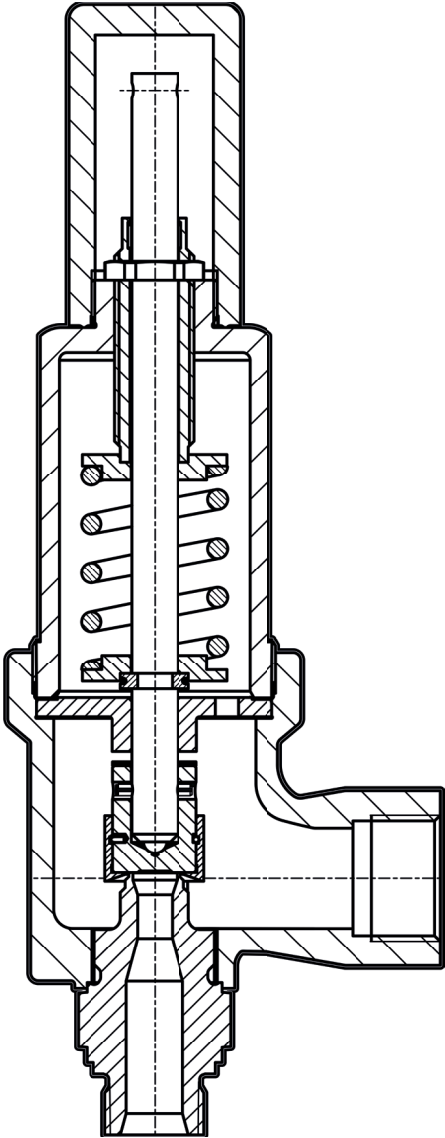
2.1.2. Carga Controlada

La actuación de este tipo de dispositivo depende de un mecanismo externo, como un piloto acoplado a la válvula principal o un sistema auxiliar de control. Este principio permite una mayor precisión en el accionamiento de la válvula y puede ser empleado para optimizar la respuesta del sistema en diferentes condiciones de operación.

En el principio de Carga Controlada, el accionamiento de la válvula requiere un mecanismo auxiliar que controla su apertura y cierre. Existen dos tipos principales:

- Válvula de Alivio de Presión Pilotada – El funcionamiento de esta válvula es controlado por una válvula auxiliar denominada piloto, que regula la presión y determina el momento de apertura y cierre de la válvula principal. Este tipo de configuración permite mayor precisión y rendimiento en sistemas de alta presión o con variaciones de carga.
- Sistema Neumático Auxiliar (SLS) – Un dispositivo que actúa como soporte para el accionamiento y cierre de la válvula de alivio de presión en condiciones específicas. Este sistema puede ser utilizado para optimizar el rendimiento en situaciones donde la actuación necesita ser controlada de manera diferenciada, garantizando una mayor estabilidad operativa.

La elección entre estos diferentes tipos de válvulas debe considerar la aplicación, los requisitos de seguridad y las características del sistema en el que serán instaladas.



Modelo Compact Performance

Capítulo 3

Válvulas de Alivio de Presión a Resorte

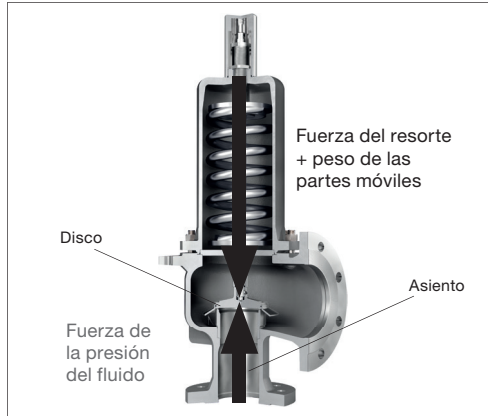
3.1. Definiciones y Principios de Funcionamiento

En este capítulo, se abordará el análisis detallado de los productos, explorando sus particularidades, desafíos y conceptos fundamentales. El objetivo es proporcionar una comprensión amplia sobre el dimensionamiento adecuado de las válvulas de alivio de presión a resorte y su funcionamiento eficaz dentro del sistema.

La función principal de las válvulas de alivio de presión va más allá de la protección del propio sistema. Estos dispositivos desempeñan un papel esencial en la preservación del medio ambiente y, sobre todo, en la protección de la salud y la seguridad de las personas.

Como se discutió en capítulos anteriores, las válvulas de alivio de presión de acción directa son dispositivos mecánicos diseñados para actuar automáticamente en el alivio de presión, siendo accionados por resorte. Su diseño permite que, al alcanzar la presión de apertura, la válvula se abra para aliviar el exceso de presión en el sistema. Tras la estabilización de las condiciones operativas normales, la válvula se cierra automáticamente, garantizando la continuidad segura de la operación.

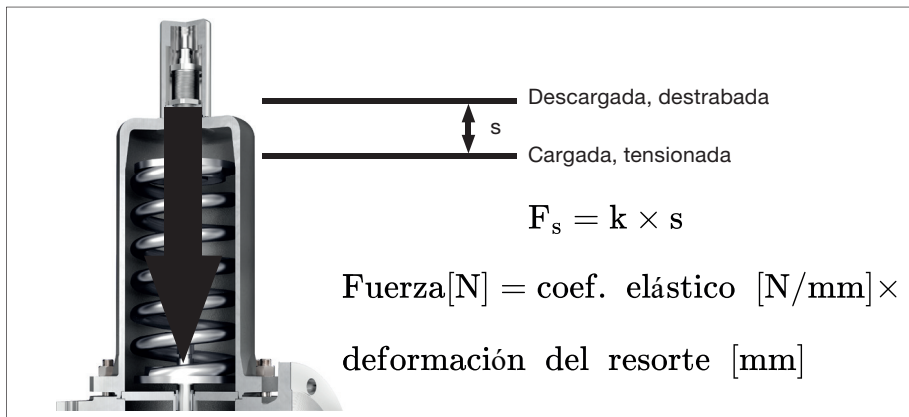
El principio de funcionamiento de una válvula de alivio de presión de acción directa se fundamenta en conceptos básicos de la física clásica derivados de las leyes de Newton, específicamente en el análisis del equilibrio de las fuerzas que actúan sobre sus componentes principales.



$$\sum F = 0 = m \times a$$

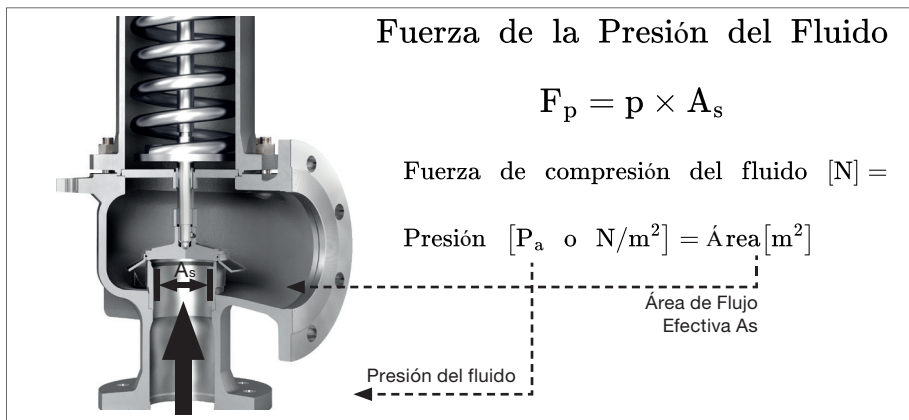
La operación se basa en la resultante de las fuerzas sobre la válvula. Las fuerzas en la dirección de cierre son:

- Fuerza de compresión del resorte;
- Peso de las partes móviles.



El coeficiente elástico del resorte indica cuántos Newtons aumenta la fuerza por cada milímetro de deformación del mismo.

- Depende del material y del diseño;
- Con el aumento de la fuerza del resorte o enrollamientos más cerrados, el coeficiente elástico aumenta;
- Fuerzas que actúan en la dirección de la apertura de la válvula: Fuerza resultante de la presión del fluido.

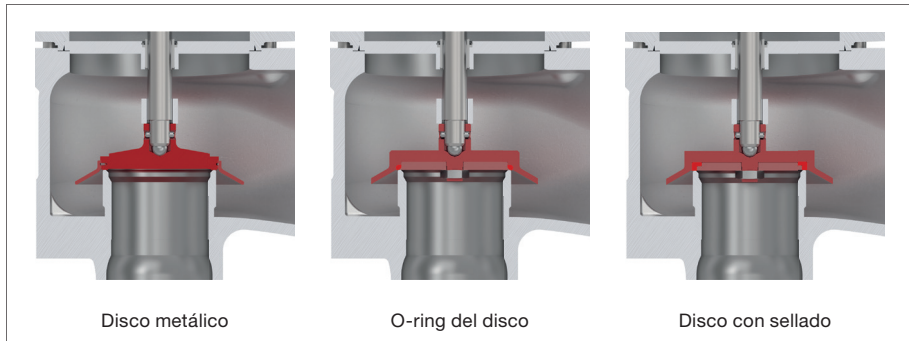


3.2. Influencias en el Funcionamiento

Algunos componentes de las válvulas de alivio de presión pueden impactar directamente en características operativas esenciales, como los valores máximos de sobrepresión, el comportamiento de apertura y el blowdown.

El primer elemento relevante es el conjunto disco–elevador, que influye en los siguientes aspectos:

- En la sobrepresión



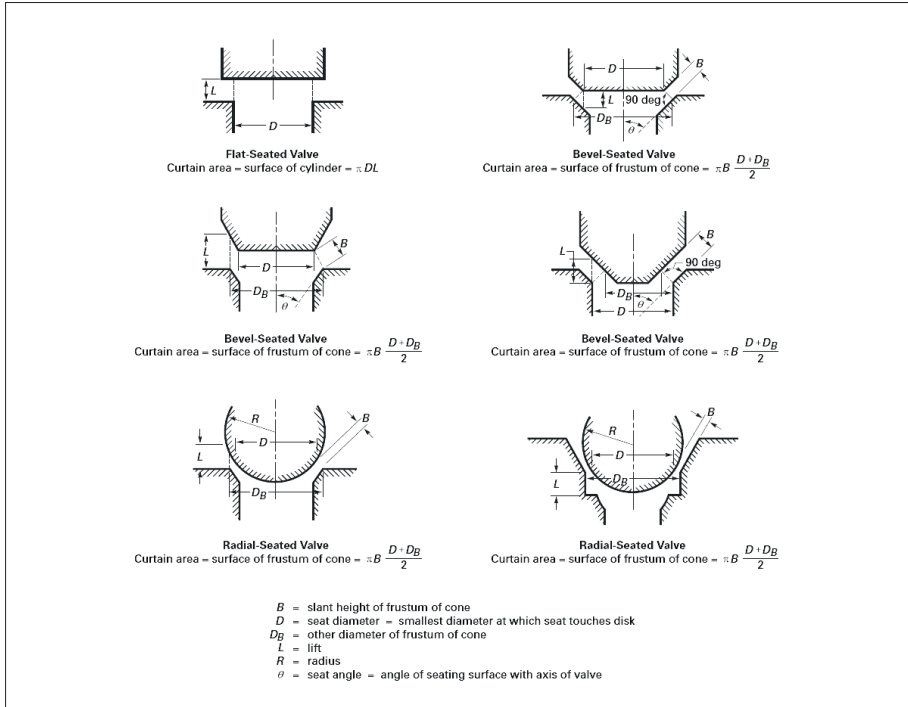
En este contexto, es importante destacar que el diseño del conjunto disco–elevador no afecta la presión de ajuste de la válvula; su influencia se manifiesta una vez iniciado el levantamiento del disco. En ese momento, la configuración del elevador incrementa casi instantáneamente el área efectiva expuesta a la presión. Como resultado, a igual presión, aumenta la fuerza actuante sobre el conjunto móvil, lo que favorece una apertura rápida tipo pop y, según el diseño, la apertura total de la válvula.

En consecuencia, las válvulas de alivio de presión de accionamiento proporcional suelen requerir una mayor sobrepresión para alcanzar su capacidad de descarga que las válvulas de apertura rápida tipo pop; a su vez, las válvulas de elevación total (full-lift) tienden a alcanzar esa capacidad con una sobrepresión menor.

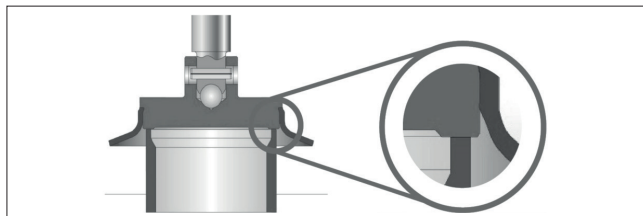
- En el área de la “cortina” (curtain area)

El área de la cortina influye directamente en la capacidad de descarga de una válvula de alivio de presión. Esta área corresponde a la superficie de flujo que se forma entre el disco y la tobera a medida que el disco se levanta. La forma geométrica del disco condiciona cómo se desarrolla esta área durante el levantamiento y, por lo tanto, puede influir en el comportamiento de descarga de la válvula.

El código de ensayo ASME PTC 25 presenta las principales configuraciones geométricas de disco utilizadas en válvulas de alivio de presión y las áreas de cortina asociadas a cada configuración. Esta información se utiliza para la evaluación experimental del desempeño de la válvula durante el proceso de descarga.



El segundo componente relevante es la tobera, que puede influir directamente en el comportamiento del flujo y, en consecuencia, en el proceso de apertura de la válvula. Este efecto depende principalmente de la geometría y de las dimensiones del bisel del asiento de la tobera, ya que estas características condicionan la forma en que el fluido interactúa con la superficie de sellado al inicio del levantamiento del disco y, por lo tanto, la dinámica de apertura de la válvula de alivio de presión.



Por último, el tercer componente relevante es el resorte, que puede influir directamente en los valores porcentuales de blowdown, es decir, en la diferencia entre la presión de ajuste y la presión de cierre de la válvula, así como en la estabilidad de su funcionamiento durante la apertura y el recierre.

Este comportamiento está directamente relacionado con la constante elástica del resorte, la cual debe ser compatible con la presión de ajuste de la válvula y con el recorrido requerido del conjunto móvil. Además, el resorte debe estar correctamente dimensionado para su instalación en el bonete de la válvula, a fin de garantizar una actuación precisa y estable del mecanismo de alivio de presión.



La constante elástica del resorte debe estar correctamente especificada para garantizar el funcionamiento adecuado de la válvula de alivio de presión. Si este valor no se encuentra dentro de los parámetros correctos, pueden ocurrir los siguientes problemas:

- Constante elástica del resorte menor que la necesaria
 1. Los límites porcentuales de blowdown pueden ser excedidos;
 2. La válvula puede no cerrarse correctamente después de la apertura, provocando fuga continua y comprometiendo la operación del sistema.

- Constante elástica del resorte mayor que la necesaria
 1. La fuerza del resorte será excesiva, exigiendo una presión del fluido

- superior a la presión de ajuste para que la válvula inicie su apertura;
2. Esto puede retrasar o impedir la apertura de la válvula en el momento requerido, representando un grave riesgo por falla de la protección contra sobrepresión.

La correcta selección y dimensionamiento del resorte son esenciales para asegurar que la válvula opere conforme a los requisitos del proyecto, garantizando la seguridad y eficiencia del sistema.

De esta forma, el conjunto compuesto por el disco–elevador, la tobera y el resorte desempeña un papel fundamental en el funcionamiento, el rendimiento y la estanqueidad de la válvula de alivio de presión.

Por este motivo, es esencial que todos los componentes de una válvula de alivio de presión sean originales y cumplan rigurosamente con las especificaciones del fabricante. El uso de componentes debidamente diseñados y compatibles garantiza que la válvula funcione según los parámetros establecidos, evitando variaciones que puedan comprometer su operación.

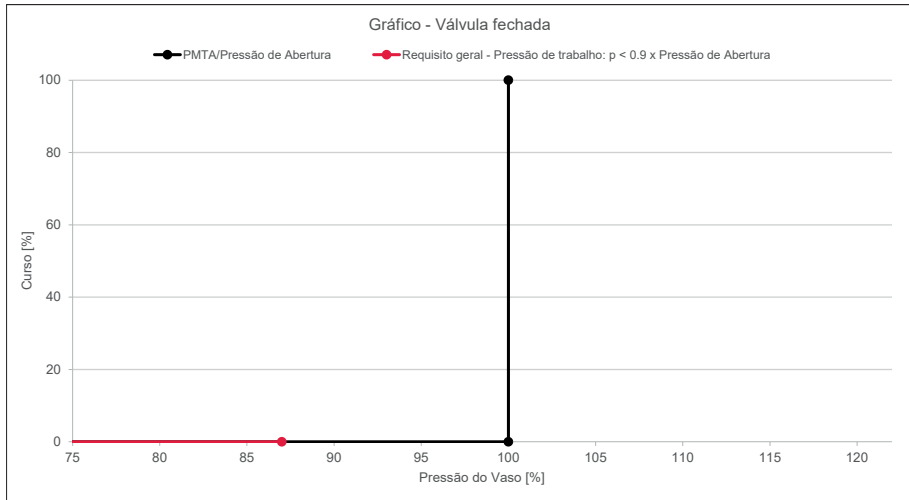
La observancia de estas directrices asegura que la válvula cumpla su función de protección, previniendo fallos que podrían poner en riesgo la seguridad de las personas, la integridad de los equipos y la preservación del medio ambiente.

3.3. Condiciones de Operación

La operación de una válvula de alivio de presión se fundamenta en el diagrama de fuerzas, como se discutió anteriormente. Durante el funcionamiento de la válvula, su conjunto mecánico responde de manera distinta en cada fase del proceso de alivio de presión. A continuación, se presentan todas las fases de este proceso:

3.3.1. Válvula Cerrada

Durante la operación normal, la presión está por debajo de la presión de apertura.



En esta condición, la fuerza del resorte (F_s), que actúa en el sentido de cierre de la válvula, es mayor que la fuerza de la presión del fluido (F_p), que actúa sobre el disco en el sentido de apertura.

Este equilibrio de fuerzas garantiza que la válvula de alivio de presión permanezca cerrada, manteniendo el sellado adecuado del sistema. La presión del fluido aún no ha alcanzado el límite necesario para superar la fuerza del resorte e iniciar el proceso de apertura.

La relación entre estas fuerzas puede expresarse mediante la ecuación:

$$F_s > F_p$$

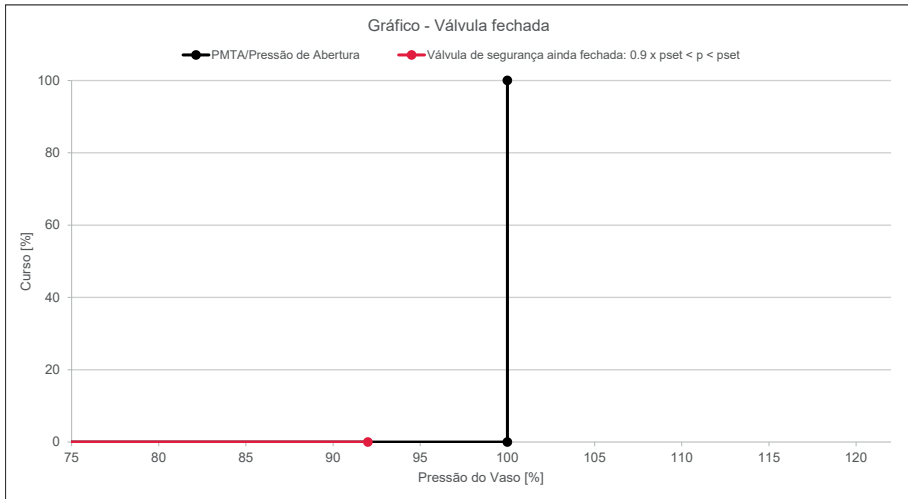
La válvula está cerrada

Donde:

- $F_s = k \cdot x$ representa la fuerza del resorte, siendo k el coeficiente elástico del resorte y x su deformación;
- $F_p = P \cdot A$ es la fuerza ejercida por la presión del fluido sobre el área efectiva del disco (A).

Este estado caracteriza la condición de operación normal, en la cual la válvula permanece sellada hasta que la presión del sistema aumente y alcance el punto de apertura definido en el ajuste de la válvula.

Cuando ocurre una condición anormal en el sistema, la presión interna comienza a superar la presión normal de trabajo. Como consecuencia, se produce un aumento de la presión en la entrada de la válvula.



Si la presión del sistema continúa aumentando debido a la inestabilidad operativa y alcanza la Presión de Apertura de la válvula de seguridad, ocurre el segundo momento de su funcionamiento:

3.3.2. Início de la Apertura de la Válvula

En esta etapa, se produce el despegue entre el disco y el asiento de la tobera. Además, la fuerza de presión del fluido (F_p) sobre el disco alcanza el valor necesario para equilibrar la fuerza del resorte (F_s) e iniciar el levantamiento del conjunto móvil. Con el aumento continuo de la presión más allá de este punto, la fuerza del fluido supera la resistencia del resorte, dando lugar a la apertura de la válvula, ya sea de forma progresiva o rápida, según su diseño.

Este comportamiento puede representarse, de forma simplificada, mediante la ecuación:

$$F_s = F_p$$

La válvula está en condición de inicio de apertura

Donde:

- $F_s = k \cdot x$ representa la fuerza del resorte, siendo k el coeficiente elástico del resorte y x su deformación;
- $F_p = P \cdot A$ es la fuerza ejercida por la presión del fluido sobre el área efectiva del disco (A).

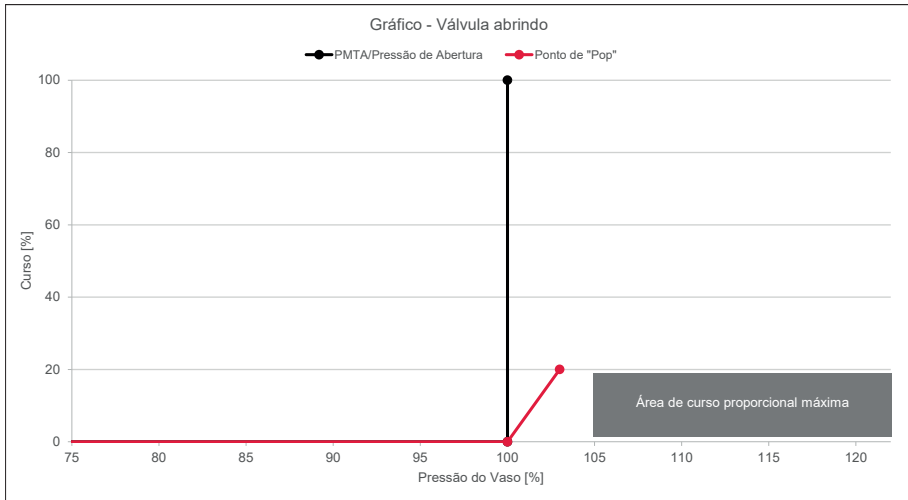
En este momento, la válvula comienza a descargar fluido, permitiendo el paso del medio de proceso y contribuyendo así a limitar el aumento de presión en el sistema. La velocidad y la magnitud de esta apertura dependen del tipo de válvula:

- Válvula de accionamiento proporcional – La apertura ocurre de forma gradual, en función del aumento de la presión.
- Válvula de apertura rápida tipo pop – Presenta una transición rápida desde el inicio del levantamiento hacia una apertura mayor.
- Válvula de elevación total (full-lift) – La apertura ocurre de manera abrupta, alcanzando rápidamente la elevación total y liberando un gran caudal de fluido.

Esta etapa es esencial para evitar que la presión continúe aumentando descontroladamente, protegiendo el sistema de fallos estructurales.

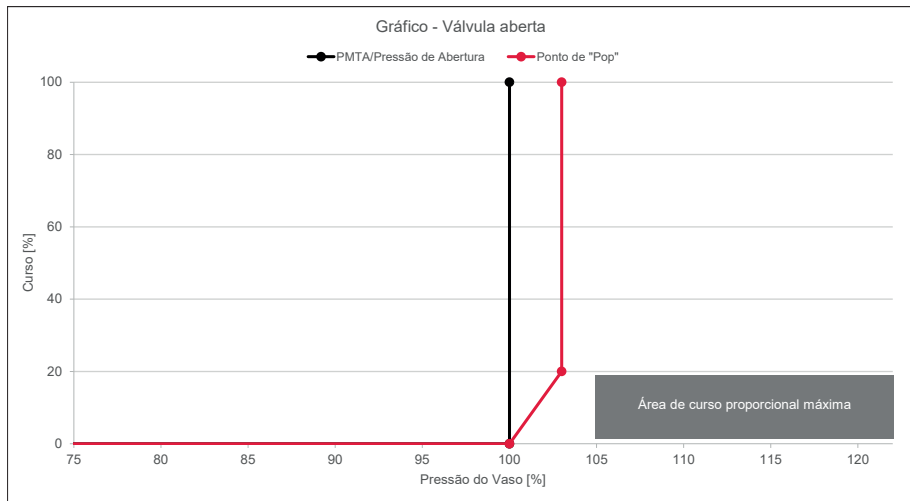
3.3.3. Válvula Abierta

En esta etapa, la válvula ya se encuentra abierta y comienza a descargar fluido, contribuyendo a limitar el aumento de presión en el sistema. En esta condición, el caudal descargado aún puede no corresponder a la capacidad total de la válvula, ya que ello depende del tipo de apertura y del grado de levantamiento alcanzado.



A medida que la presión continúa aumentando más allá de la fase inicial de apertura, algunas válvulas alcanzan el punto crítico conocido como pop. En ese momento, se produce una apertura abrupta de la válvula, que puede llevarla rápidamente a su carrera total y permitir la descarga del caudal para el cual fue diseñada.

Esta transición ocurre porque, una vez iniciado el levantamiento, la configuración del conjunto disco–elevador hace que aumente rápidamente el área efectiva expuesta a la presión y, con ello, la fuerza de apertura. Como resultado, el conjunto móvil se eleva de forma abrupta, dando lugar al comportamiento tipo pop.



En esta etapa, la fuerza del resorte (F_s), que actúa en el sentido de cierre de la válvula, se vuelve significativamente menor que la fuerza de apertura (F_p), ejercida por la presión del fluido sobre el disco.

Esta relación de fuerzas puede expresarse matemáticamente como:

$$F_s \gg F_p$$

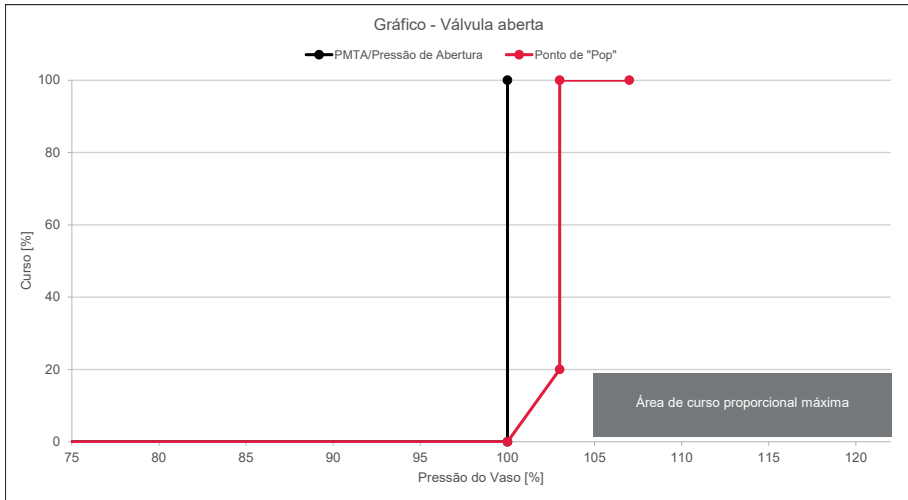
La válvula está abierta

Donde:

- $F_s = k \cdot x$ representa la fuerza del resorte, siendo k el coeficiente elástico del resorte y x su deformación;
- $F_p = P \cdot A$ es la fuerza ejercida por la presión del fluido sobre el área efectiva del disco (A).

Con esta marcada diferencia entre las fuerzas, la válvula alcanza la etapa de apertura completa, garantizando la descarga del caudal necesario para proteger el sistema frente a una condición de sobrepresión.

La misma continúa aliviando toda su capacidad en la carrera total hasta alcanzar su porcentaje de sobrepresión, como se muestra en el gráfico.



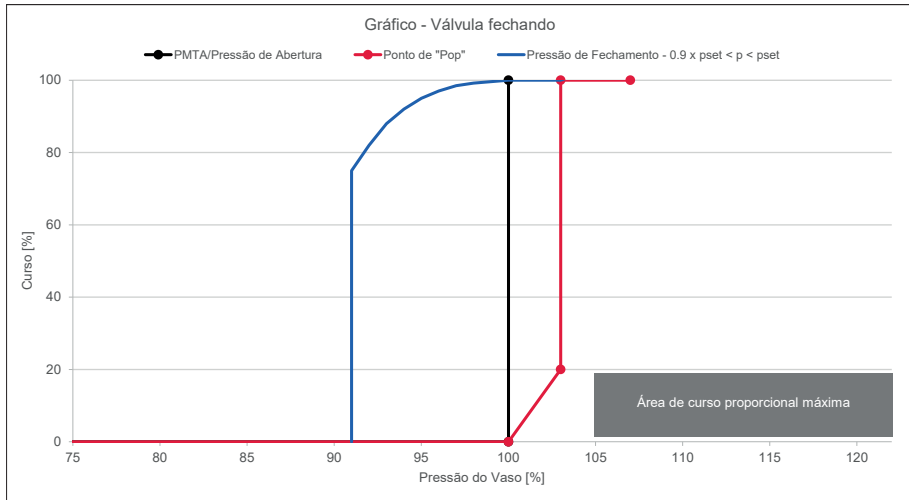
Por último, ocurre el momento final del proceso de operación:

3.3.4. Inicio del Cierre de la Válvula

Con el alivio del caudal, la presión del sistema comienza a disminuir gradualmente, reduciendo la fuerza ejercida por el fluido sobre el disco de la válvula. En consecuencia, la válvula inicia el proceso de cierre, reduciendo su carrera de apertura a medida que la fuerza del resorte vuelve a predominar sobre la presión del fluido.

Este comportamiento ocurre hasta que la fuerza del resorte (F_s) sea suficiente para superar la fuerza de la presión del fluido (F_p), momento en el cual la válvula se cierra completamente, regresando a su posición inicial y restableciendo el sellado del sistema.

Esta transición se caracteriza por el blowdown, que representa la diferencia porcentual entre la Presión de Apertura y la Presión de Cierre de la válvula. El valor del blowdown es un parámetro importante de diseño, ya que afecta la estabilidad del sistema y la frecuencia de actuación de la válvula.



Así, al final del ciclo, la válvula de seguridad vuelve a su estado de reposo, lista para actuar nuevamente en caso de que ocurra una nueva sobrepresión en el sistema.

3.4. Construcción

Existen pocos modelos de válvulas de alivio de presión con diseño en línea, ya que la mayoría presenta un cuerpo angular. Esta forma es predominante debido a la mayor facilidad de conexión a las boquillas de presión, que generalmente se montan verticalmente en los recipientes a presión.

Para garantizar un desempeño adecuado, es esencial evitar la orientación vertical hacia arriba de la salida de la válvula de alivio de presión. Esta precaución permite un drenaje eficiente, impidiendo la acumulación de condensado u otros líquidos, lo que podría comprometer la operación de la válvula y afectar su capacidad de alivio de presión.

Las válvulas de alivio de presión se fabrican en una amplia variedad de materiales, incluyendo:

- Bronce;
- Acero al carbono;
- Acero inoxidable;
- Aleaciones especiales, como Inconel, Hastelloy y Titanio.

La selección del material debe realizarse con base en las características del proceso, teniendo en cuenta factores como:

- Análisis del fluido – Identificación de propiedades corrosivas o impactos ambientales y a la salud;
- Análisis del entorno operacional – Consideración de factores externos, como temperatura, humedad y exposición a agentes químicos.

La correcta elección del material de la válvula de alivio de presión es esencial para garantizar su durabilidad, confiabilidad y conformidad con los requisitos de seguridad industrial.

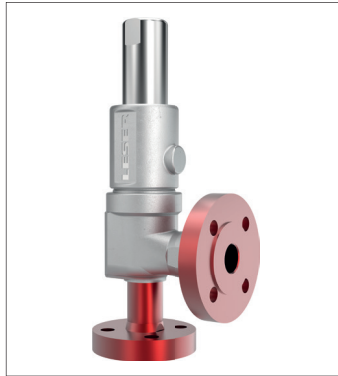
Sin embargo, cada norma de construcción establece los materiales mínimos exigidos para cada componente de la válvula de alivio de presión, garantizando el cumplimiento de los requisitos de resistencia mecánica, compatibilidad química y desempeño operacional.

Otra característica relevante en la construcción de las válvulas de alivio de presión es la diversidad de tipos de conexión, que pueden variar según la aplicación y los estándares industriales. Las conexiones más comunes incluyen:

3.4.1. Bridadas

Ampliamente utilizadas en procesos industriales, permitiendo un mejor sellado y facilidad de mantenimiento.

Norma / Estándar	Origen
ASME B 16.5 (antigua ANSI B 16.5)	Estados Unidos
EN 1092-1	Union Europea
JIS B 2220 (JIS = Japanese Industrial Standards)	Japón, similar al KIS (Korean Industrial Standards)



3.4.2. Roscadas

Utilizadas principalmente en aplicaciones de pequeño diámetro, donde la simplicidad de instalación y el menor costo justifican el uso de conexiones roscadas. Este tipo de conexión es común en sistemas compactos o en aplicaciones donde se requiere un montaje sencillo.

Norma / Estándar	Otra designación	Origen
ASME B 1.20.1 - NPT		Estados Unidos
ASME B 1.20.3 - NPTF		Estados Unidos
ISO 7-1 - R	BS 21, BSP-T	Internacional (ISO)
ISO 7-1 - Rp	BS 21, BSP-P	Internacional (ISO)
ISO 228-1 - G	BS 2779	Internacional (ISO)



3.4.3. Otras Conexiones

También existen otras conexiones como: Clamp, soldables, Grayloc, entre otras.

Además, una válvula de seguridad puede dividirse en dos zonas de presión separadas:

- Presión primaria – Corresponde a la presión en la entrada de la válvula, donde el fluido presurizado actúa directamente sobre el disco y demás componentes del sistema de sellado.
- Presión secundaria – Se refiere a la presión en la región ubicada después de la tobera de la válvula, a lo largo del trayecto de flujo del fluido, abarcando áreas como el cuerpo y el bonete de la válvula.

Las zonas de presión son determinantes para la clasificación de presión y el diseño mecánico de los componentes de la válvula, garantizando que cada pieza sea proyectada de acuerdo con los esfuerzos a los que estará sometida.

En la mayoría de los casos, la presión secundaria es significativamente menor que la presión primaria, ya que se produce una caída de presión a lo largo del recorrido del fluido.

De esta forma, los componentes ubicados en la zona de presión primaria (entrada de la válvula) suelen requerir una clasificación de presión superior a la de los componentes situados en la zona de presión secundaria (región

posterior a la tobera). Esta diferencia debe considerarse en el diseño y en la selección de materiales, a fin de garantizar la integridad estructural de la válvula y su adecuación a las condiciones operativas.

3.4.4. Zona Primaria (Entrada)

Corresponde a la región donde todas las partes de la válvula están sometidas a la presión primaria, es decir, a la presión del sistema antes de la apertura de la válvula. Esta zona abarca los siguientes componentes:

- Tobera;
- Disco;
- Parte de entrada del cuerpo.

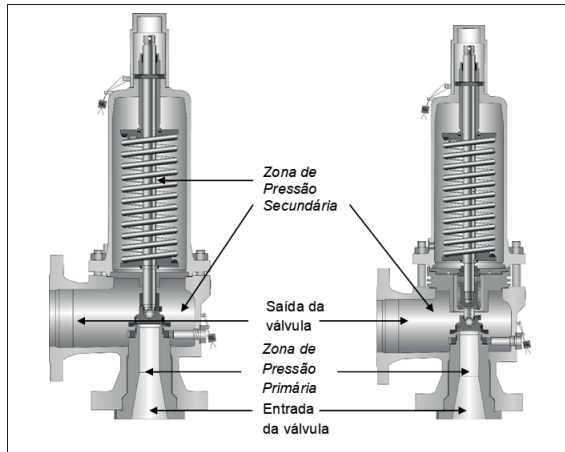
Estos componentes deben ser diseñados para soportar la presión máxima de operación del sistema, garantizando el sellado y el correcto funcionamiento.

3.4.5. Zona Secundaria (Salida)

Se refiere a la región donde las partes de la válvula están sometidas a la presión secundaria, es decir, la presión después del paso del fluido por la tobera de la válvula. Esta zona incluye los siguientes componentes:

- Salida del cuerpo;
- Bonete;
- Tapa;
- Otros elementos de la estructura externa.

La presión secundaria generalmente es menor que la primaria, ya que hay una caída de presión a medida que el fluido se descarga desde la válvula hacia la línea de alivio o hacia la atmósfera. El correcto dimensionamiento de estos componentes es esencial para garantizar una operación segura y eficiente dentro de los límites.



Las válvulas de alivio de presión también pueden clasificarse de acuerdo con su construcción y la influencia de la contrapresión.

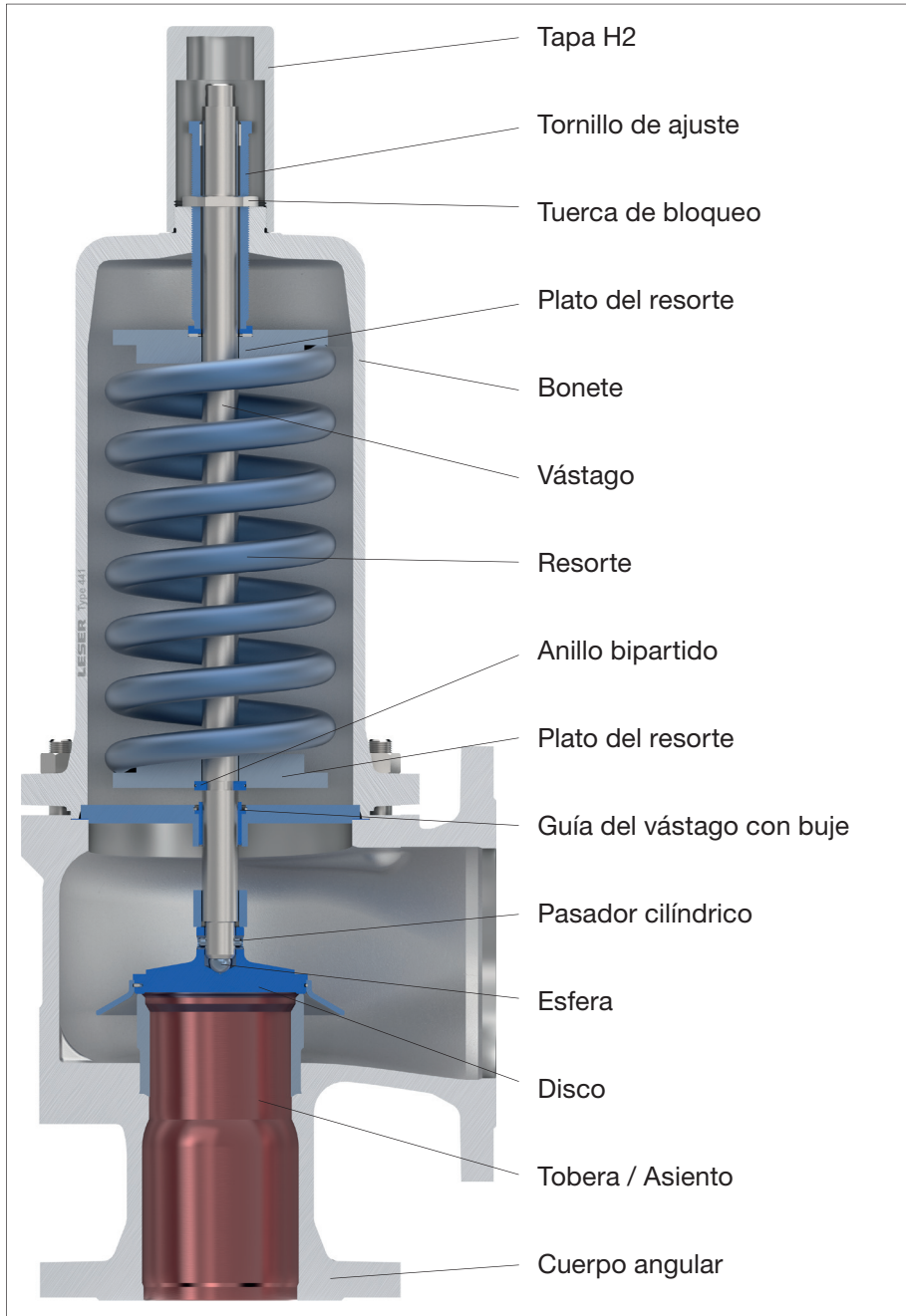
3.4.6. Válvula de Alivio de Presión Convencional

Una válvula convencional es un dispositivo cargado por resorte, cuya operación se ve directamente afectada por variaciones en la contrapresión.

De acuerdo con la API 520-1, sección 1.2.1.2, la contrapresión se define como la presión presente en la zona de presión secundaria (salida) de la válvula. Como esta presión actúa sobre los componentes internos de la válvula, cualquier aumento en la contrapresión reduce la fuerza diferencial disponible para la apertura de la válvula, lo que puede afectar su rendimiento y la Presión de Apertura ajustada.

En este tipo de construcción, las válvulas de seguridad convencionales pueden operar con contrapresiones constantes o construidas de hasta el 15% de la Presión de Ajuste, conforme se discutió anteriormente en el concepto de Contrapresión. Cuando la contrapresión supera este límite, puede haber un impacto significativo en el rendimiento de la válvula, afectando la Presión de Apertura y la capacidad de alivio.

A continuación, se presenta la terminología utilizada para los principales componentes de una válvula de alivio de presión convencional:



3.4.7. Válvula de Alivio de Presión Balanceada

Una válvula balanceada es una válvula cargada por resorte que incorpora un fuelle de balanceo u otro mecanismo diseñado para minimizar los efectos de la contrapresión sobre su desempeño operacional.

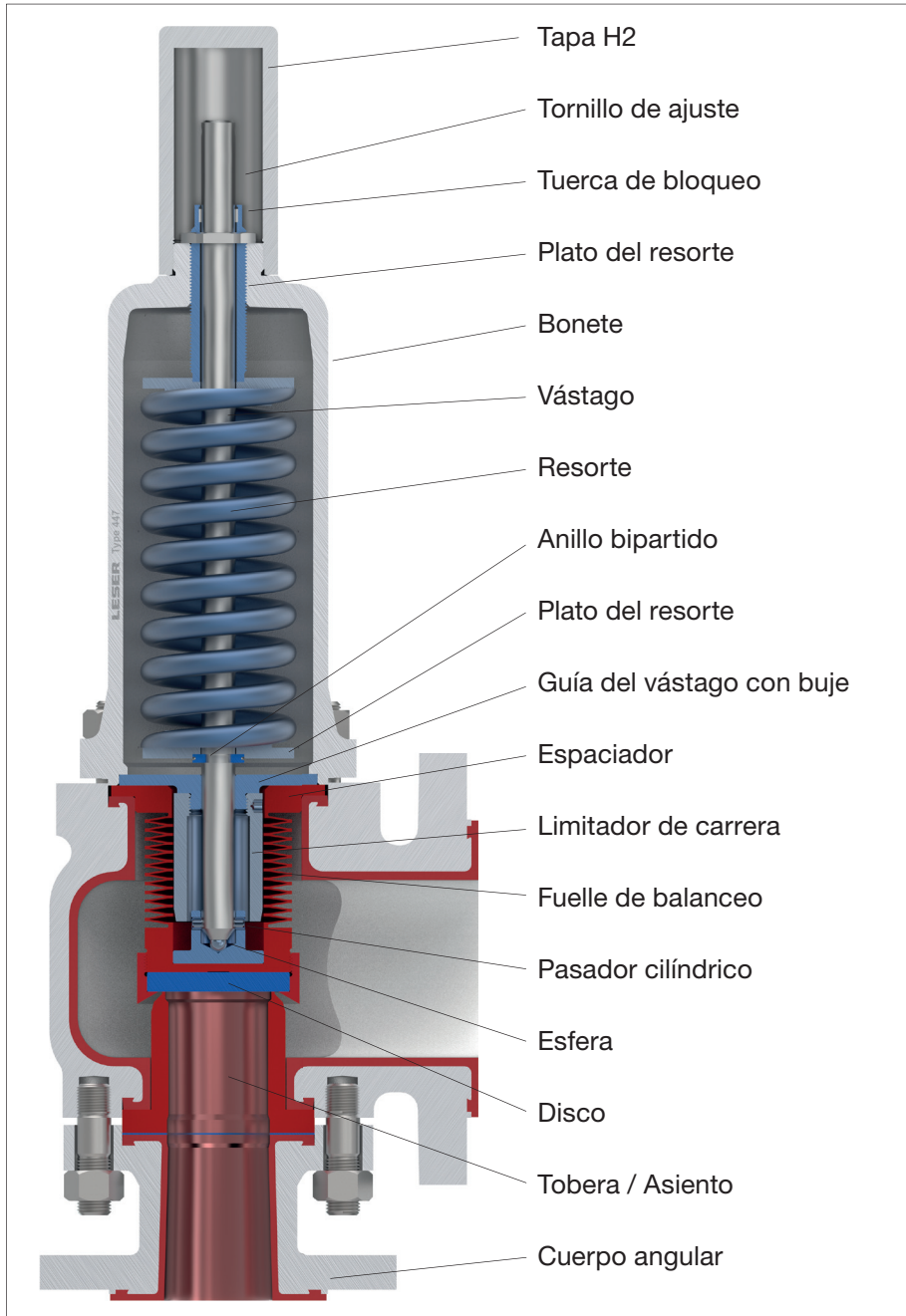
Este tipo de válvula está indicado para sistemas donde hay contrapresión variable hasta el límite del fuelle de balanceo (conforme se discutió anteriormente). Además, es ampliamente utilizado en aplicaciones que requieren la limitación del contacto del fluido con determinadas partes de la válvula.

En la construcción balanceada, el fluido del sistema está restringido a la parte inferior de la válvula, es decir, de la guía hacia abajo, evitando que componentes como el bonete, el resorte y el plato del resorte estén expuestos al medio del proceso.

Esta característica es especialmente relevante en sistemas que manejan fluidos corrosivos o nocivos, ya que elimina la necesidad de utilizar aleaciones especiales para esos componentes internos, reduciendo costos y aumentando la vida útil de la válvula.

La correcta selección de este tipo de válvula garantiza una mayor estabilidad operacional y protección de los componentes internos, haciéndola ideal para aplicaciones críticas en ambientes agresivos.

A continuación, se presenta la terminología utilizada para los principales componentes de una válvula de alivio de presión balanceada:



3.5. Fuelle

El fuelle de balanceo es un componente diseñado para neutralizar los efectos de la contrapresión en el funcionamiento de la válvula de alivio de presión. En el diagrama de fuerzas, su objetivo es compensar las fuerzas adicionales generadas por la contrapresión, garantizando que la válvula opere únicamente con las fuerzas fundamentales ya mencionadas:

- Fuerza del resorte (F_s)
- Fuerza de la presión del fluido de entrada (F_p)

Este equilibrio ocurre porque el área efectiva del fuelle está diseñada para ser igual al área del disco de la válvula. De esta manera, cualquier fuerza generada por la contrapresión sobre el disco será anulada por una fuerza de igual magnitud y sentido opuesto ejercida por el fuelle. Así, la fuerza resultante de la contrapresión y del fuelle será cero, garantizando que la contrapresión no altere la Presión de Apertura de la válvula.

El uso del fuelle de balanceo es esencial en sistemas con contrapresión variable, ya que asegura que la válvula de alivio de presión opere dentro de los parámetros ajustados, sin interferencias externas que puedan comprometer su precisión y confiabilidad.

Toda válvula de alivio de presión equipada con fuelle de balanceo debe poseer necesariamente un venteo en el bonete. Este elemento cumple una función esencial en la detección de fugas en el fuelle y en garantizar de su correcto funcionamiento.

La presencia del venteo permite identificar cualquier fuga en el fuelle, evitando que la presión del fluido se acumule en el interior del bonete de la válvula. Además, este mecanismo asegura que no se desarrolle presión dentro del bonete debido a la compresión del resorte durante la operación de la válvula.

En caso de que la válvula no cuente con un venteo adecuado, la presión acumulada en el bonete podría interferir en el equilibrio de fuerzas de la válvula, afectando la Presión de Apertura y comprometiendo su respuesta al alivio de presión. De este modo, el venteo es un recurso de seguridad fundamental para mantener la confiabilidad de la válvula y evitar fallos operativos.

En la tabla siguiente se presentan los riesgos en casos de bloqueo del venteo:

Razón de la presión construida en la cubierta	Causado por	Risco de
Defecto en el fuelle	Contrapresión Sobreimpuesta	La presión de apertura aumenta de acuerdo con el valor de la Contrapresión Sobreimpuesta
Defecto en el fuelle	Contrapresión Construida	El funcionamiento de la válvula después de la apertura es equivalente al de una válvula convencional. De esta forma, existe la posibilidad de chattering en caso de que la contrapresión construida sea elevada
Expansión térmica del aire dentro del bonete	Radiación solar	Pequeno aumento da Pressão de Abertura

Un factor esencial a ser observado en las válvulas balanceadas es la presión de apertura, que debe respetar los límites mínimo y máximo soportados por el fuelle.

- Presión de Apertura Mínima

Al igual que el resorte, el fuelle posee una rigidez elástica que depende de su diseño y construcción. Para presiones de apertura muy bajas, la rigidez del fuelle puede ser comparable o incluso mayor que la del resorte, lo que puede comprometer el funcionamiento adecuado de la válvula. Por este motivo, es fundamental verificar con el fabricante el límite mínimo de presión de apertura permitido para el modelo específico de válvula.

- Presión de Apertura Máxima

Los fuelles se fabrican a partir de chapas finas, con un espesor máximo de aproximadamente 0,1 mm. De esta forma, su resistencia a la presión externa está determinada por ese espesor. Durante la apertura de la válvula, la presión en el cuerpo de la válvula —dependiente de la presión de apertura— establece un límite superior para el fuelle.

Además, los fuelles están diseñados para trabajar con contrapresiones de hasta un determinado porcentaje de la presión de apertura. En válvulas estandarizadas según API, este valor suele tomarse como referencia en torno al 50% de la presión de apertura. Para contrapresiones superiores, debe verificarse con el fabricante la capacidad admisible del fuelle para el modelo específico de válvula y las condiciones de operación.

3.6. Opcionales

En una válvula de alivio de presión existen diversos opcionales utilizados en su construcción. A continuación, se presentan los principales.

3.6.1. Bonete

El bonete es la estructura que alberga el resorte y los componentes internos de la válvula. Puede ser cerrado, el mas común o abierto, utilizado en altas temperaturas para facilitar la disipación térmica.

- Bonete Cerrado

Es el tipo más común, ampliamente utilizado en la mayoría de los procesos industriales y adecuado para todos los tipos de válvulas. En las válvulas balanceadas, el bonete debe disponer de un venteo para evitar su presurización y garantizar el correcto funcionamiento del sistema de compensación de contrapresión.

- Bonete Abierto

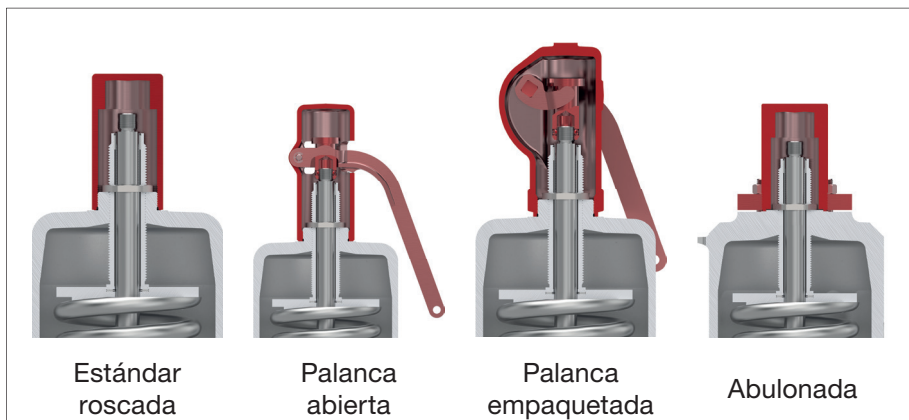
Indicado para aplicaciones con altas temperaturas, ya que permite la disipación térmica y reduce la exposición del resorte al calor del proceso. Por esta razón, se utiliza ampliamente en sistemas de vapor.



3.6.2. Tapa

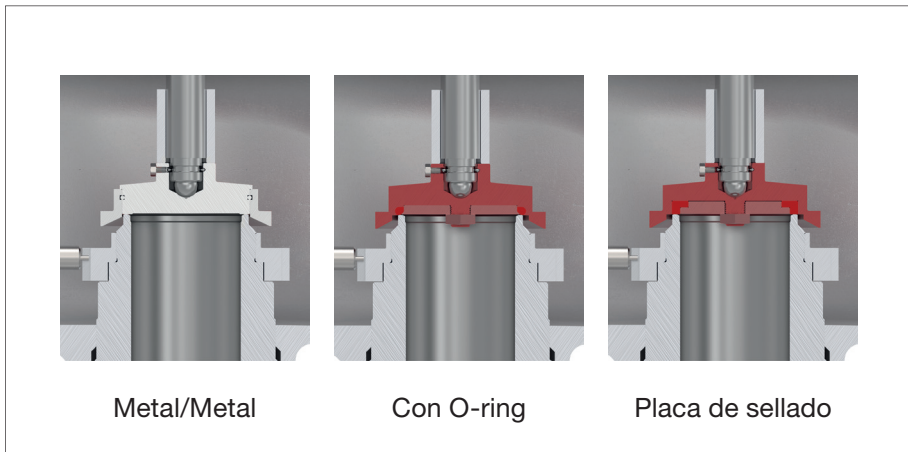
La tapa es el componente ubicado en la parte superior de la válvula que protege el tornillo de ajuste y restringe el acceso al mecanismo de regulación. Dependiendo de la aplicación, puede ser una tapa cerrada o incorporar dispositivos como palanca de accionamiento. En ciertos diseños, también contribuye al cierre estanco del conjunto superior de la válvula.

Tapa	Seleccionada cuando
Tapa estándar roscada	Configuración habitual cuando no se requiere accionamiento manual ni sellado adicional en la parte superior de la válvula.
Tapa con palanca abierta	Cuando se requiere accionamiento manual de la válvula y el fluido de servicio no exige estanqueidad en la parte superior.
Tapa con palanca empaquetada	Cuando se requiere accionamiento manual y, al mismo tiempo, limitar la fuga del fluido hacia la atmósfera desde la parte superior de la válvula.
Tapa abulonada	Utilizada principalmente en válvulas de mayor tamaño para facilitar el desmontaje y el acceso al mecanismo de ajuste.



3.6.3. Sello

Los opcionales de sello de una válvula de alivio de presión incluyen diferentes tipos de anillos de sellado y materiales de asiento, seleccionados según el fluido, la temperatura y los requisitos de estanqueidad. Entre las opciones más comunes se encuentran metal-metal, anillo blando (soft seat) y sellado especial para altas temperaturas o fluidos corrosivos.



La selección de un diseño de sellado elástico puede ofrecer diversas ventajas, algunas de ellas son:

1. Estanqueidad superior, especialmente en presiones operativas superiores al 90 % de la presión de apertura;
2. Mantenimiento del sellado en condiciones adversas, tales como:
 - Fluidos que contienen pequeñas partículas sólidas, que podrían dañar un asiento metálico;
 - Fluidos livianos y de difícil contención, como el helio;
 - Entornos sujetos a vibraciones, donde un asiento metálico podría comprometer el sellado;
 - Condiciones de congelamiento en la tobera, como en procesos con etileno.

El usuario debe considerar los límites específicos de temperatura y resistencia química al seleccionar materiales de sellado elástico.

Además, existen accesorios opcionales que pueden ser incorporados, dependiendo de las necesidades del proceso y las exigencias del cliente, tales como:

3.6.4. Camisa de Calentamiento

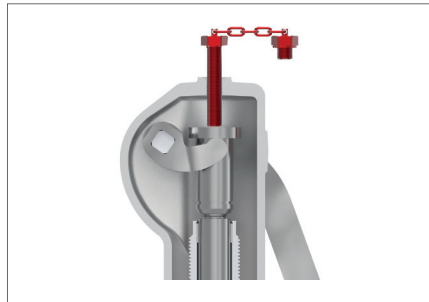
En aplicaciones con fluidos de alta viscosidad, o con medios que tienden a solidificarse o cristalizarse, la camisa de calentamiento permite mantener la temperatura del fluido en la válvula y contribuye a:

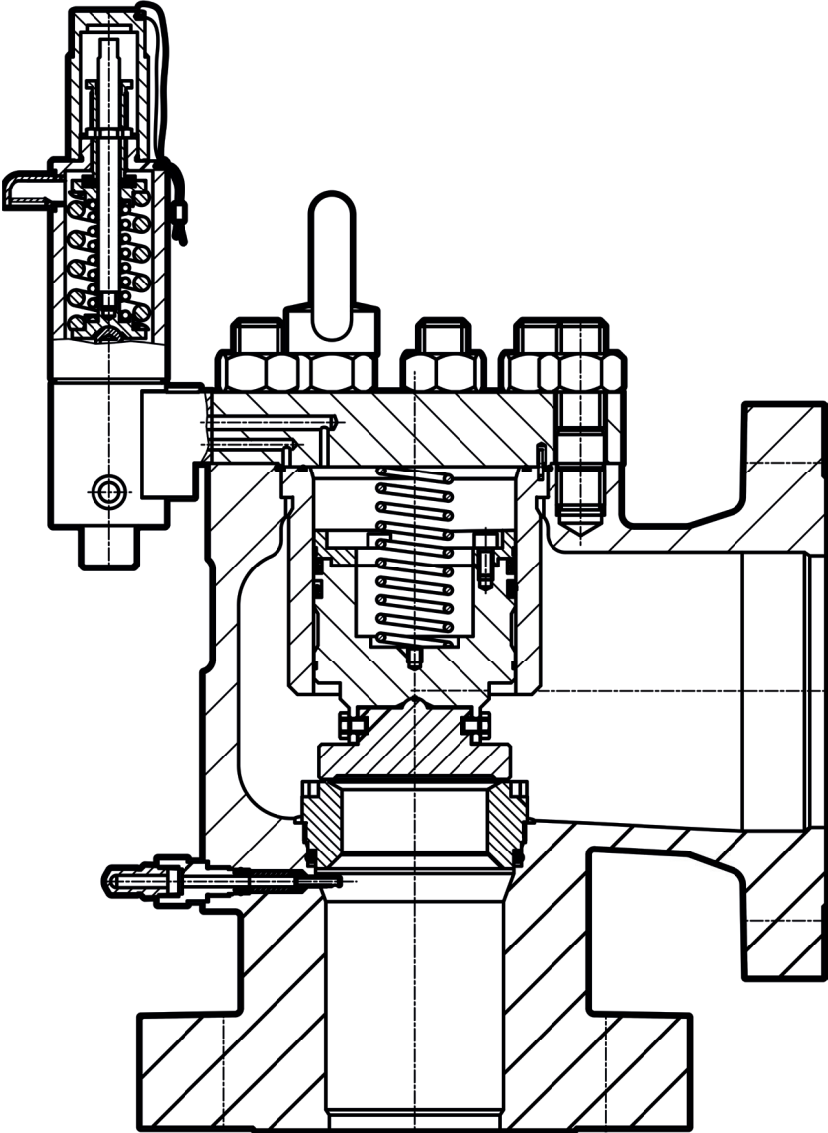
- Asegurar el funcionamiento adecuado de la válvula de alivio de presión;
- Reducir el riesgo de obstrucciones, manteniendo la fluidez del medio en el interior de la válvula.



3.6.5. Dispositivo de Bloqueo para Prueba Hidrostática

Este dispositivo opcional permite inmovilizar la válvula durante la prueba hidrostática del sistema, evitando su apertura por la presión de ensayo. Su uso resulta aplicable cuando la válvula permanece instalada durante la prueba. Si no se dispone de este dispositivo, la válvula debe retirarse o aislarse adecuadamente antes del ensayo.





Modelo High Efficiency - Válvula de Alivio de Presión Pilotada

Capítulo 4

Válvulas de Alivio de Presión Pilotadas

4.1. Definiciones y Principios de Funcionamiento

Las Válvulas de Alivio de Presión Pilotadas (POSV) es un tipo de válvula reajutable, pero, a diferencia de las válvulas de acción directa, su funcionamiento es controlado por un mecanismo externo.

Este tipo de válvula está indicado para aplicaciones que exigen operación a altas presiones o con porcentajes elevados de contrapresión, además de permitir valores menores de sobrepresión y blowdown en comparación con las válvulas convencionales.

El funcionamiento de la válvula principal depende de una acción de control externa a la válvula principal, realizada por un piloto acoplado a la válvula. El piloto controla la apertura y el cierre de la válvula principal, garantizando mayor precisión en el alivio de presión.

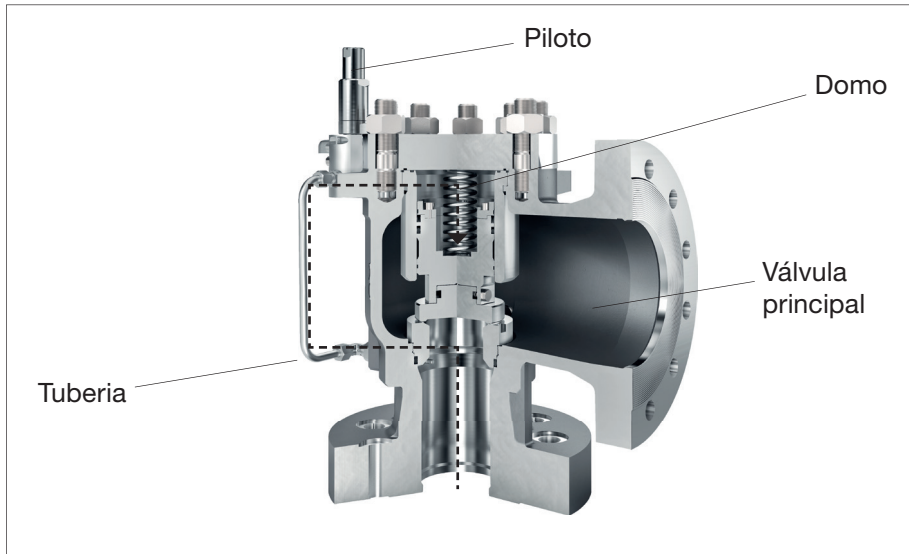
Así como en las válvulas convencionales, la operación de la válvula pilotada requiere únicamente del fluido del proceso, eliminando la necesidad de fuentes externas de energía o accionamiento neumático. Esta característica la convierte en una solución eficiente para sistemas críticos, donde la estabilidad operativa y la minimización de pérdidas de fluido son esenciales.

El funcionamiento de una válvula de alivio de presión se basa en conceptos básicos de la física, especialmente en el equilibrio de fuerzas que actúan sobre sus componentes internos, tal como ocurre con las válvulas de alivio de presión convencionales. Sin embargo, en las válvulas de alivio de presión pilotadas, se aplica además el control de presión en una cámara superior o domo.

La presión del fluido del proceso se utiliza para controlar la actuación de la válvula principal mediante el piloto. La presión en la entrada de la válvula se transmite al domo a través de la línea de control y, al modificarse la presión entre las cámaras internas de la válvula, se garantiza la estabilidad de la apertura y el cierre, permitiendo un control más preciso de la presión del sistema y minimizando oscilaciones indeseadas.

Este mecanismo hace que las válvulas pilotadas sean ideales para

aplicaciones que requieren menores valores de sobrepresión y blowdown, además de permitir la operación en sistemas con altas presiones o contrapresiones variables.



$$\sum F = 0 = m \times a$$

Donde:

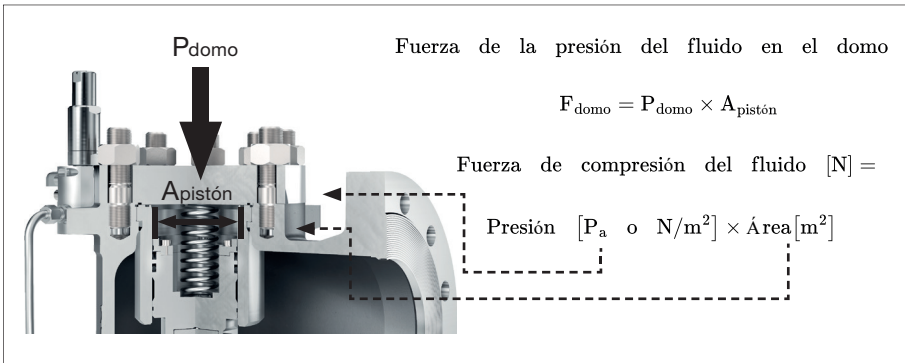
- $\sum F$ = Suma de las fuerzas actuantes en la válvula;
- m = Masa del componente móvil de la válvula (como el disco o el asiento);
- a = Aceleración del componente móvil.

Además, la presión en la entrada de la válvula se transmite al domo a través de la línea de control, ya que estas regiones están interconectadas por la tubería. Esta característica es esencial para el control de la válvula, ya que permite que el fluido del proceso actúe sobre los componentes internos de la válvula principal, garantizando su funcionamiento preciso.

Las fuerzas que actúan para mantener la válvula cerrada incluyen:

Fuerza del fluido en el domo de la válvula – La presión presente en el domo genera una fuerza que mantiene el disco de la válvula principal sellado, impidiendo la apertura hasta que la presión alcance el punto de ajuste.

Este equilibrio de fuerzas permite que la válvula opere de manera estable, garantizando un control más eficiente de la presión del sistema y reduciendo la necesidad de valores elevados de sobrepresión y blowdown.



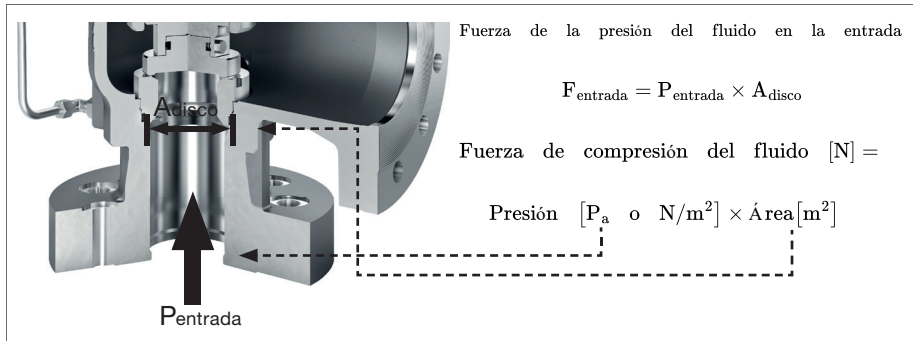
En la válvula de alivio de presión pilotada, las fuerzas que actúan en el sentido de apertura son fundamentales para determinar el momento exacto en que la válvula principal se desplaza, permitiendo el alivio de la presión del sistema.

La principal fuerza responsable de este movimiento es:

Fuerza de la presión del fluido en la entrada – La presión del fluido en la entrada de la válvula principal ejerce una fuerza ascendente sobre el disco, actuando en el sentido de apertura.

Cuando esta fuerza supera la fuerza de cierre impuesta por la presión del fluido en el domo, la válvula principal se abre, permitiendo la liberación del exceso de presión.

Este equilibrio de fuerzas es regulado por el piloto, que controla la presión en el domo y define el momento de apertura de la válvula, garantizando precisión y estabilidad operativa.



Como la presión en la entrada y la presión en el domo son iguales, mientras el piloto mantiene presurizado el domo, la fuerza resultante estará determinada por la diferencia entre las áreas actuantes.

El pistón de la válvula posee un área mayor que la del disco, lo que significa que, en la condición normal del proceso, la fuerza en el domo será mayor que la fuerza en la entrada.

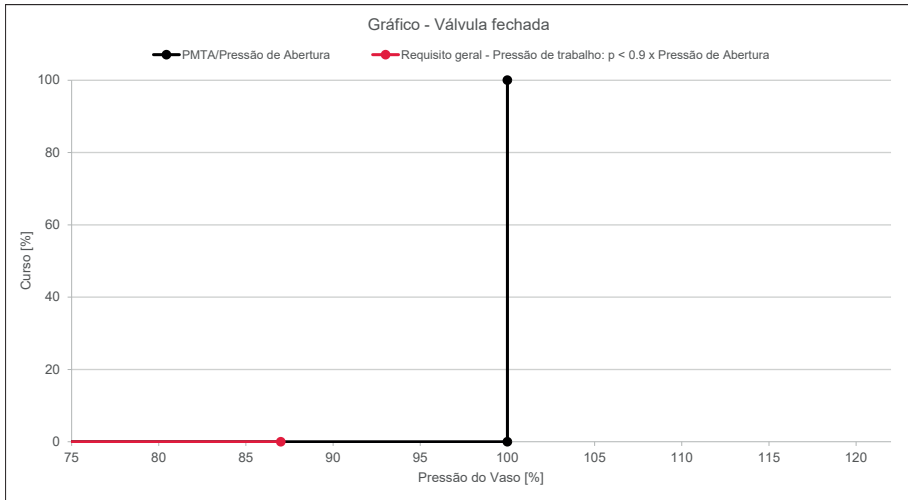
Esta diferencia impide la apertura de la válvula hasta que ocurra un alivio de presión en el domo, controlado por el piloto. Cuando el piloto libera el fluido del domo, la fuerza en el disco se vuelve predominante, permitiendo la apertura de la válvula principal y el alivio del exceso de presión.

4.2. Condiciones de Operación

Así como ocurre en las válvulas de alivio de presión convencionales, las válvulas de seguridad pilotadas también presentan diferentes momentos de operación a lo largo de su funcionamiento. A continuación, se presentan estos estados en detalle.

4.2.1. Válvula Cerrada

Durante la operación normal del sistema se encuentra por debajo de la presión de apertura.

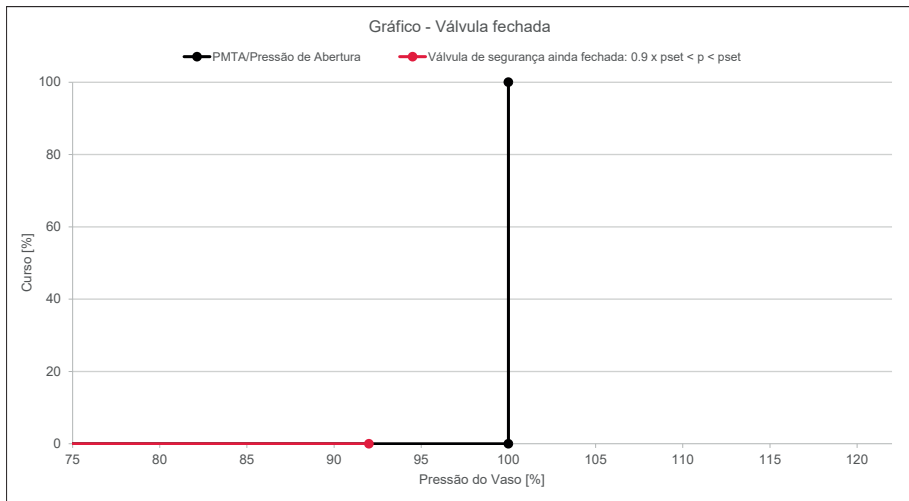


En esta etapa, la fuerza ejercida en el domo (F_{domo}), que actúa en el sentido de cierre, es mayor que la fuerza de presión de entrada (F_{entrada}), que actúa para abrir el disco. Como resultado, la válvula permanece cerrada, garantizando el sellado del sistema hasta que la presión alcance el punto de ajuste para la apertura.

$$F_{\text{domo}} > F_{\text{entrada}}$$

La válvula está cerrada

Cuando ocurre un aumento de presión en el sistema, la presión interna comienza a aproximarse a la presión de ajuste. Como consecuencia, hay un aumento de la presión en la entrada de la válvula, ejerciendo una fuerza creciente sobre el disco. Esta condición puede llevar a la actuación del piloto, iniciando el proceso de apertura de la válvula principal para aliviar la sobrepresión en el sistema.

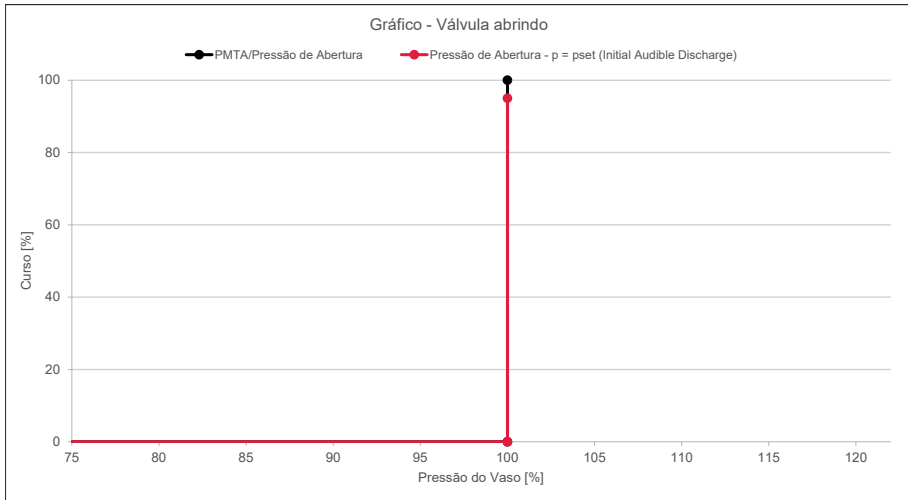


Si la presión del sistema continúa aumentando, alcanzando el valor de presión de apertura, la válvula entra en la segunda etapa de operación:

4.2.2. Válvula Abriéndose

En este momento, la válvula piloto alcanza su presión de apertura y se abre, modificando la comunicación del tubo entre la entrada y el domo. En consecuencia, la presión en el domo se alivia a través del drenaje, reduciendo la fuerza de cierre sobre el disco de la válvula principal.

Con la caída de la presión en el domo, la fuerza de la presión de entrada se vuelve predominante, iniciando la apertura de la válvula principal y permitiendo el inicio del alivio de presión del sistema.



En este caso, la fuerza del domo (F_{domo}) actuando hacia abajo es igual a la fuerza de entrada (F_{entrada}) actuando hacia arriba sobre el disco.

$$F_s = F_p$$

La válvula comienza a abrirse

Inmediatamente después de la apertura del piloto, el domo se vacía completamente, eliminando la fuerza de cierre y permitiendo la apertura total de la válvula principal. Así, se inicia el tercer momento de la operación:

4.2.3. Válvula Abierta

En esta etapa, es fundamental considerar el tipo de piloto utilizado. En el caso de la válvula pilotada modelo Pop Action, el vaciado del domo ocurre instantáneamente, resultando en una apertura total inmediata de la válvula principal. Así, la válvula libera todo el caudal para el cual fue diseñada, garantizando un alivio eficiente del exceso de presión en el sistema.

En cambio, en la válvula de seguridad pilotada modelo Modulate Action, el vaciado del domo ocurre de forma gradual, resultando en una apertura proporcional desde el inicio del proceso hasta alcanzar el recorrido total de la válvula. De este modo, la válvula modula el caudal de alivio de acuerdo con el aumento de la presión del sistema, alcanzando progresivamente su capacidad máxima de descarga.



En esta etapa, la fuerza del domo (F_{domo}), que actuaba en el sentido de cierre, se vuelve nula debido al vaciado completo del domo. Así, la única fuerza actuante en la válvula es la fuerza de presión de entrada (F_{entrada}), que actúa hacia arriba sobre el disco, garantizando la apertura total de la válvula y permitiendo el alivio completo del exceso de presión del sistema.

$$F_{\text{domo}} \ll F_{\text{entrada}}$$

A válvula está abierta

La válvula continúa aliviando toda la capacidad de caudal en el recorrido total hasta que la presión del sistema alcance el porcentaje de sobrepresión establecido para la válvula.

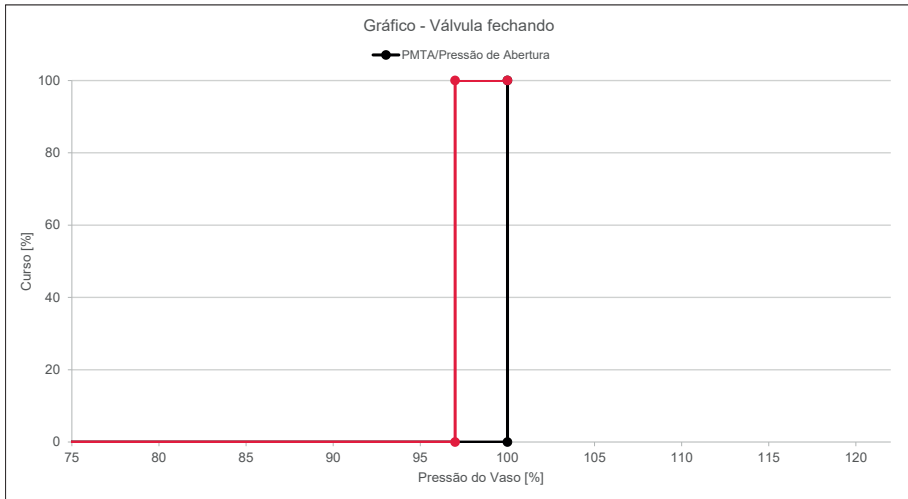
Después de este proceso, se inicia el cuarto y último momento de la operación:

4.2.4. Válvula Cerrándose

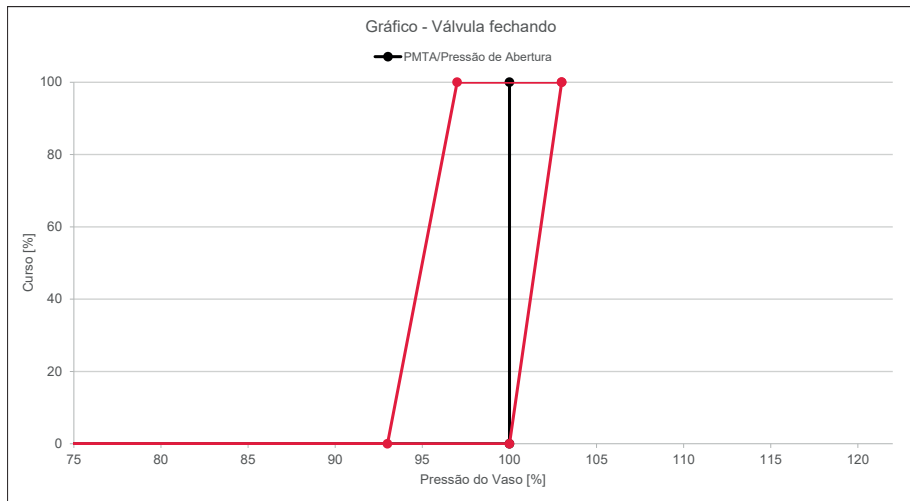
Con el alivio del caudal, la presión del sistema comienza a disminuir gradualmente, llevando al cierre del piloto de la válvula. Este cierre provoca que el domo vuelva a llenarse con el fluido del proceso, a través de la tubería que lo conecta con la entrada de la válvula.

En el caso de la válvula pilotada modelo Pop Action, el llenado del domo

ocurre rápidamente, resultando en un cierre casi instantáneo de la válvula principal. Este cierre ocurre cerca de la presión de apertura, garantizando un retorno eficiente a la condición normal de operación.



En cambio, en la válvula pilotada modelo Modulate Action, el llenado del domo ocurre de manera gradual y proporcional, resultando en un mayor tiempo para el cierre de la válvula principal. Este proceso permite que la válvula reduzca progresivamente el caudal de alivio, acompañando la estabilización de la presión del sistema hasta el cierre completo.



Así, finaliza el ciclo estándar de apertura y cierre, que debe ocurrir siempre que haya una sobrepresión inesperada, garantizando la protección del sistema.

4.3. Construcción

Al igual que las válvulas de alivio de presión convencionales, las válvulas de seguridad alivio de presión pilotadas se fabrican en diversos materiales, incluyendo:

- Acero al carbono;
- Acero inoxidable;
- Aleaciones nobles, como Inconel, Hastelloy y Titanio.

La selección del material debe realizarse de acuerdo con las características del proceso, teniendo en cuenta factores como:

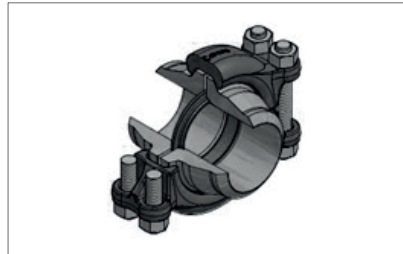
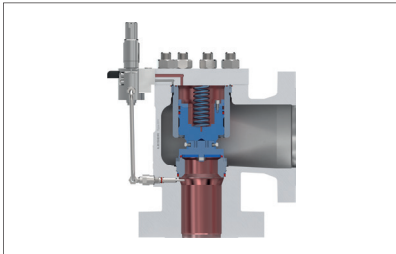
- Análisis del fluido, especialmente en casos de fluidos corrosivos, tóxicos o perjudiciales para el medio ambiente y la salud;
- Análisis del entorno externo, incluyendo condiciones de temperatura, humedad y exposición a agentes químicos.

Sin embargo, la especificación de los materiales mínimos para cada componente de la válvula está definida por las normas de construcción aplicable.

Otra característica importante es que las válvulas de seguridad pilotadas generalmente poseen únicamente conexiones:

4.3.1. Bridadas

Estándar	Origen
ASME B 16.5 (antigua ANSI B 16.5)	Estados Unidos
EN 1092-1	Unión Europea
JIS B 2220 (JIS = Japanese Industrial Standards)	Japón, similar a KIS (Korean Industrial Standards)

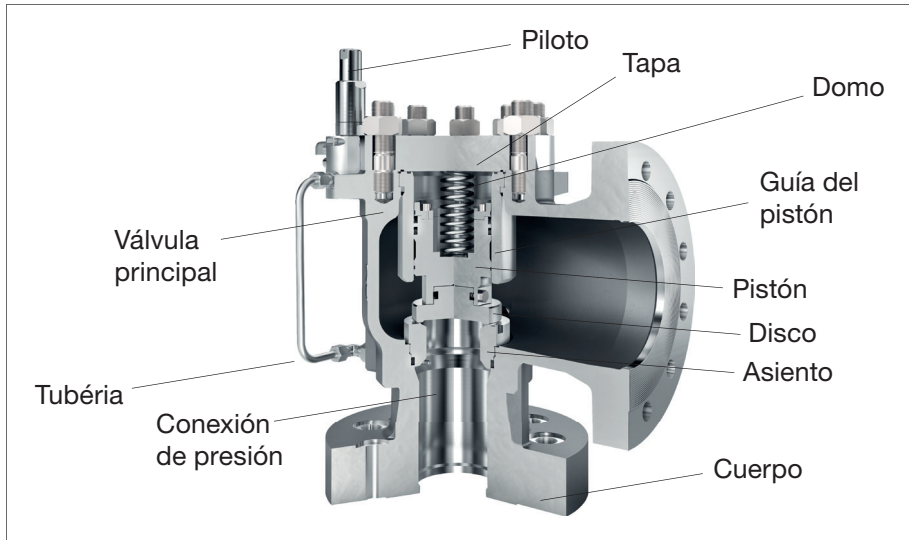


Sin embargo, en casos específicos, pueden utilizarse conexiones especiales, como Grayloc y Swagelok, especialmente en la entrada de la válvula.

Las válvulas de alivio de presión pilotadas se clasifican según el tipo de piloto, pudiendo ser Pop Action o Modulate Action.

La principal diferencia entre estos dos modelos reside exclusivamente en el piloto, mientras que los demás componentes de la válvula principal permanecen iguales o muy similares entre ambos tipos.

A continuación, se presentan los componentes de la válvula principal de una válvula de alivio de presión pilotada:

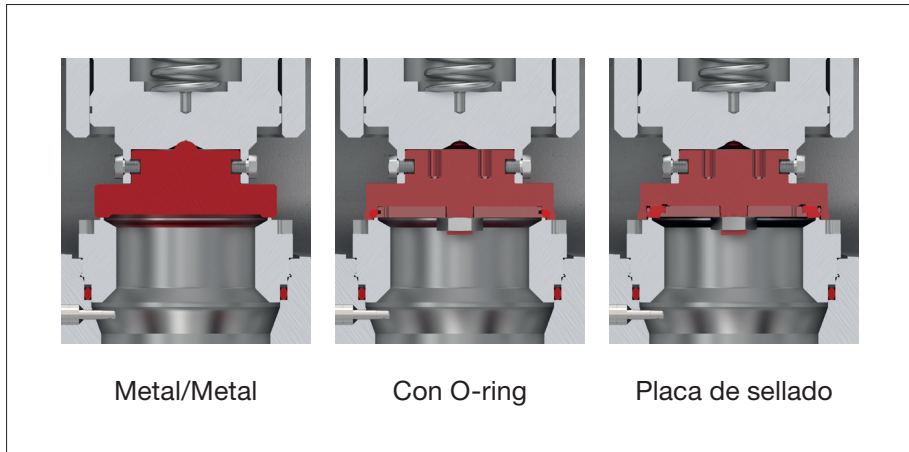


4.4. Opcionales

En una válvula de alivio de presión pilotada, se pueden incorporar diversos opcionales para atender a requisitos específicos de operación. Uno de estos opcionales es el sellado de la válvula.

4.4.1. Sellado de la Válvula

Al igual que en las válvula de alivio de presión convencionales, el sellado en una válvula pilotada puede ser:



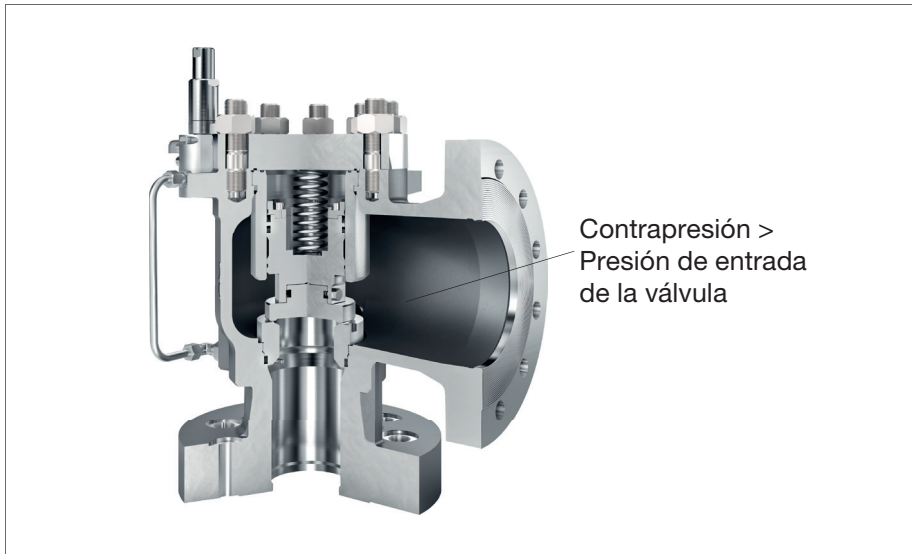
La selección de un diseño de sellado elástico puede proporcionar diversas ventajas, incluyendo:

1. Estanqueidad superior, especialmente en presiones operativas superiores al 90 % de la presión de apertura;
2. Mayor durabilidad y sellado eficiente en condiciones adversas, tales como:
 - Medios que contienen pequeñas partículas sólidas, que podrían dañar un asiento metálico;
 - Líquidos ligeros y de difícil contención, como el helio;
 - Entornos sujetos a vibraciones, donde un asiento metálico podría comprometer el sellado;
 - Condiciones de congelamiento en la tobera, como en procesos con etileno.

El usuario debe considerar los límites específicos de temperatura y resistencia química al seleccionar materiales de sellado elástico.

4.4.2. Antirretorno

Otro dispositivo esencial para este tipo de válvula es el antirretorno, cuya función es impedir que la presión regrese al sistema cuando la contrapresión se vuelve mayor que la presión de entrada de la válvula.



4.4.3. Filtro en la Línea de Alimentación del Piloto

El filtro en la línea de alimentación del piloto es esencial para este tipo de válvula, especialmente en sistemas donde el fluido contiene partículas que pueden comprometer el funcionamiento adecuado del piloto.

Este filtro puede utilizarse tanto para fluidos compresibles como incompresibles, garantizando la protección del piloto contra impurezas y prolongando su vida útil.

Para mantener la eficiencia del sistema, es necesario retirar periódicamente el elemento filtrante para su limpieza, evitando obstrucciones y asegurando el buen desempeño de la válvula.



4.4.4. Conexión para Prueba en Campo

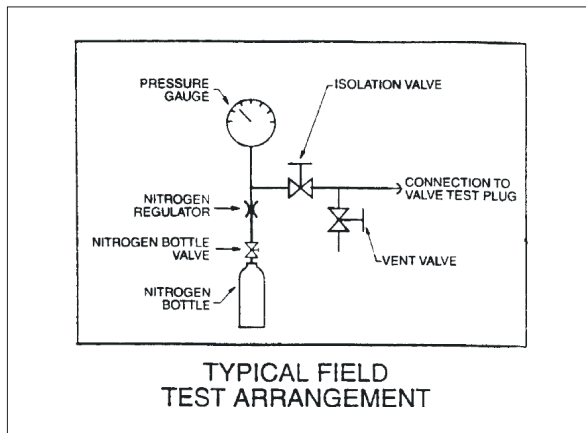
También está disponible para este tipo de válvula la conexión para prueba en campo, que permite la realización de pruebas mientras la válvula permanece instalada en el sistema. Este recurso posibilita, por ejemplo, la verificación de la presión de ajuste (Set Pressure) real y su comparación con el valor especificado en la placa de identificación de la válvula.



Para la realización de este tipo de prueba, se requiere un equipo adicional que contenga los siguientes componentes:

- Suministro de fluido de prueba (como una botella de nitrógeno, por ejemplo);
- Manómetro de prueba para el monitoreo de la presión aplicada;
- Válvula reguladora de presión para el ajuste preciso de la presión de prueba;
- Válvula de cierre para el control del flujo durante el ensayo;
- Válvula reductora de presión para garantizar la aplicación de la presión adecuada a la prueba.

Este conjunto permite la verificación de la presión de ajuste (Set Pressure) de la válvula directamente en campo, asegurando su conformidad con los valores especificados en la placa de identificación.



4.4.5. Blowdown Manual

Dispositivo utilizado para verificar si el pistón se mueve verticalmente en la dirección de apertura, garantizando la funcionalidad de la válvula. Este recurso es ampliamente aplicado en sistemas que involucran:

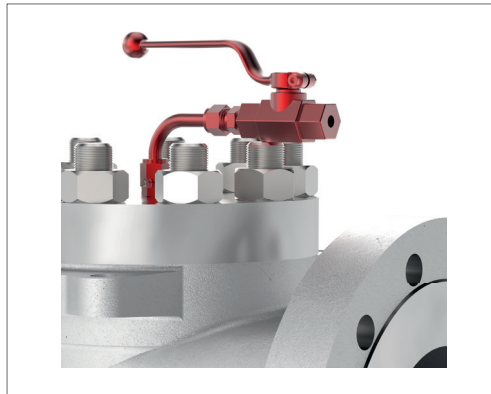
- Fluidos corrosivos que pueden comprometer el sellado o los componentes internos de la válvula;

- Medios con tendencia a corroer el material de construcción de la válvula;
- Fluidos que contienen partículas, que pueden interferir en el funcionamiento adecuado del mecanismo de apertura;
- Sistemas de emergencia, donde es necesario garantizar el alivio inmediato de la presión cuando lo exige la operación.

Su utilización permite la inspección periódica y la confiabilidad operativa de la válvula, reduciendo riesgos y asegurando su pronta respuesta en situaciones críticas.

Se instala una válvula de bola en la tapa de la válvula para permitir el alivio de la presión en el domo, dirigiéndola hacia la salida y, de este modo, promoviendo el movimiento del pistón.

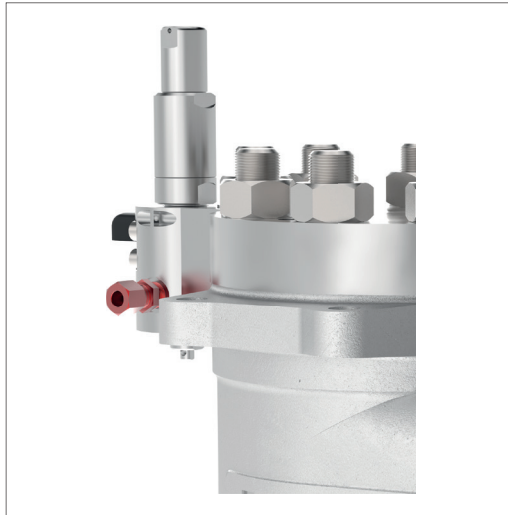
Durante la realización de esta prueba, es fundamental tener en cuenta que se producirá la descarga de fluido por la salida de la válvula, debido a la apertura temporal del mecanismo. Por lo tanto, deben tomarse las debidas precauciones operativas y de seguridad, garantizando que la liberación del fluido ocurra de forma controlada y conforme a los procedimientos establecidos.



4.4.6. Sensado Remoto

Esencial cuando la pérdida de carga en la entrada supera el 3%, como se ha discutido anteriormente.

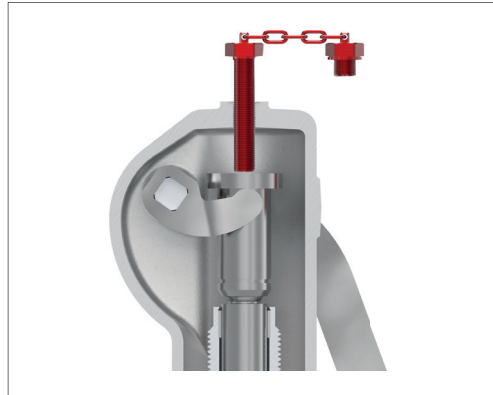
En este caso, la tubería (tubing), que normalmente conecta la entrada de la válvula al piloto y al domo, se desconecta de la entrada de la válvula y se conecta directamente al equipo que se desea proteger. De este modo, la medición de la presión ocurre en el propio equipo, eliminando la pérdida de carga entre este y la entrada de la válvula, garantizando una actuación más precisa y confiable.



4.4.7. Dispositivo de Bloqueo para Prueba Hidrostática en el Piloto

Este componente tiene la misma funcionalidad que el dispositivo de bloqueo para prueba hidrostática utilizado en válvulas de alivio de presión convencionales. Su finalidad principal es bloquear la apertura de la válvula durante la realización de la prueba hidrostática en el sistema.

En caso de que este dispositivo no esté instalado, la válvula debe ser retirada antes de la prueba o, alternativamente, debe instalarse una brida ciega para impedir su actuación durante la presurización del sistema.



4.4.8. Tapa con Palanca

Por último, existe la opción de tapa con palanca, al igual que en las válvulas de alivio de presión convencionales. Este dispositivo permite la apertura manual del piloto, lo que resulta en la apertura de la válvula principal.

La finalidad principal de la tapa con palanca es garantizar que la válvula siga siendo funcional, permitiendo la realización de pruebas operativas sin la necesidad de generar una sobrepresión en el sistema.



4.5. Modelos Pop y Modulate Action

La válvula piloto, comúnmente denominada simplemente piloto, es un componente esencial para el correcto funcionamiento de la válvula de alivio de presión pilotada, siendo responsable del accionamiento y cierre de la válvula principal.

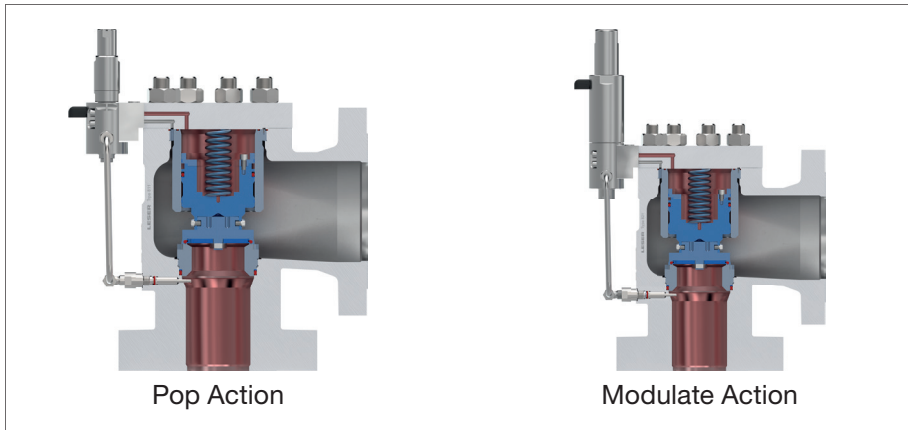
El piloto se ajusta de acuerdo con la presión de apertura especificada para garantizar la protección del sistema. Cuando se alcanza esta presión, al igual que ocurre en una válvula de alivio de presión convencional, la fuerza del fluido supera la fuerza del resorte, lo que provoca un desplazamiento interno del piloto. Este desplazamiento interrumpe el flujo de fluido hacia el domo y abre el drenaje, permitiendo que la presión acumulada en el domo sea aliviada. Como consecuencia, la válvula principal se abre, tal como se describe en el ítem 4.2 de este capítulo.

4.5.1. Pop Action

Este tipo de piloto se utiliza en aplicaciones que requieren una apertura rápida y total de la válvula, normalmente con sobrepresiones en el rango del 1 %. Este comportamiento garantiza una respuesta eficiente al alivio de presión, siendo adecuado para sistemas donde una actuación inmediata es esencial.

Además, este piloto se aplica exclusivamente en sistemas con fluidos gaseosos. Otra característica importante es la posibilidad de contar con un blowdown ajustable, lo que permite un control más preciso del cierre de la válvula y un retorno más eficiente a las condiciones normales de operación del sistema.

Cuando el piloto es accionado, el fluido que estaba presurizado en el domo se libera a la atmósfera a través del venteo presente en el propio piloto. Esta descarga es esencial para el funcionamiento de la válvula principal, ya que permite que la presión en el domo sea aliviada, posibilitando la apertura completa de la válvula y garantizando un alivio eficaz del exceso de presión del sistema.



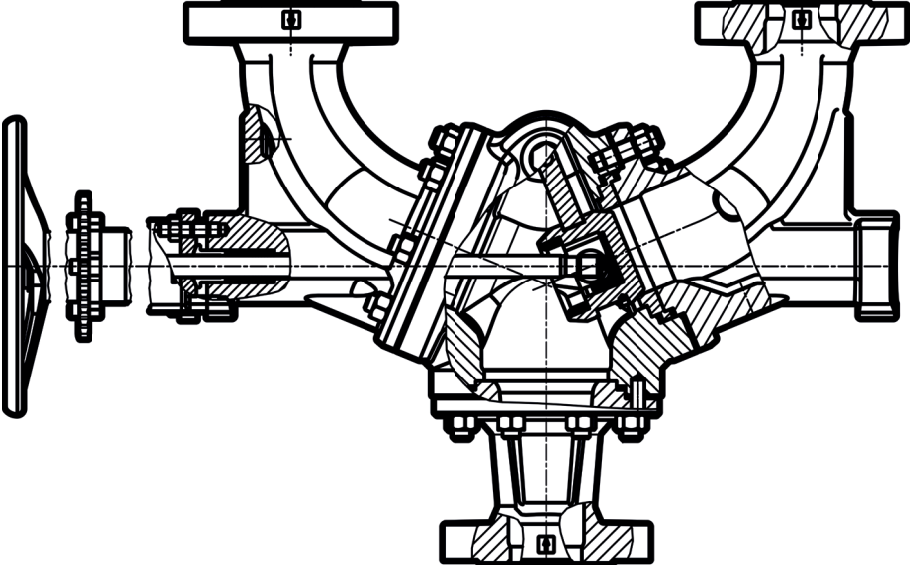
4.5.2. Modulate Action

Este tipo de piloto se utiliza en aplicaciones que requieren una apertura proporcional, desde el inicio hasta el final del recorrido de la válvula, garantizando un control más gradual del caudal y operando dentro de las sobrepresiones permitidas por las normas de construcción. Como resultado, se produce una reducción significativa en la pérdida de fluido del proceso, lo que lo convierte en una solución más eficiente en sistemas donde la minimización de desperdicios es esencial.

Otra característica importante es su versatilidad, que permite su uso tanto para gases (incluido vapor) como para líquidos.

Es especialmente recomendado para procesos en los cuales el fluido del domo no puede ser descargado a la atmósfera—por ejemplo, cuando se trata de un fluido corrosivo o perjudicial para la salud. En estos casos, el volumen de fluido aliviado por el domo se dirige hacia la salida de la válvula, evitando emisiones indeseadas.

Por estas razones, es fundamental conocer las características del proceso, garantizando que, al seleccionar una válvula de alivio de presión pilotada, se haga la elección correcta del tipo de piloto a utilizar, cumpliendo con las exigencias de seguridad, eficiencia y conformidad regulatoria.



Modelo Best Availability - Válvula de Conmutación (Change-Over)

Capítulo 5

Válvulas de Conmutación (Change-Over)

5.1. Definiciones y Principios de Funcionamiento

Otro equipo esencial en la instalación y dimensionamiento de una válvula de alivio de presión es la válvula de conmutación, conocida en inglés como Change-Over Valve. Este dispositivo se utiliza en sistemas que requieren operación continua (24/7), garantizando que la producción no se vea interrumpida incluso cuando es necesario realizar mantenimiento en la válvula de alivio de presión.

Esta funcionalidad es posible porque, en la configuración con válvula de conmutación, se requiere que existan dos válvulas de alivio de presión en la salida del sistema, ambas con las siguientes especificaciones:

- Mismo modelo;
- Mismo tamaño;
- Misma clase de presión;
- Misma presión de apertura;
- Misma capacidad de alivio de caudal (que debe cubrir completamente el caudal requerido por el sistema).

De esta forma, mientras una válvula opera en el sistema, la otra puede ser retirada para mantenimiento, sin necesidad de un shutdown de la planta. Esta configuración no solo evita paradas de producción, sino que también asegura la operación del sistema con total seguridad, manteniendo la protección contra sobrepresión activa durante todo el proceso operativo.



Las normas y reglamentaciones, como la ASME Sección VIII División 1 UG-156 y la AD2000-Merkblatt A2 Parte 6, establecen requisitos específicos para la utilización de válvulas de conmutación en sistemas de protección contra sobrepresión.

Estas normas exigen que, en casos donde haya alternancia entre válvulas de seguridad para la protección del sistema, al menos una de las válvulas debe permanecer activa en todo momento, garantizando que el proceso nunca quede desprotegido.

Además, estas reglamentaciones determinan que la sección circular de la válvula de bloqueo sea mayor que el orificio de la válvula de alivio de presión. Este requisito impide cualquier restricción en el caudal de alivio, evitando el estrangulamiento de la línea, lo cual podría comprometer la capacidad de descarga de la válvula y la seguridad del sistema.

Para los casos en que se utiliza una válvula de conmutación, existe una alternativa consistente en el uso de dos válvulas de bloqueo, siempre que estas no restrinjan el paso del flujo. Este sistema puede configurarse con o sin un sistema de enclavamiento (interlock), garantizando que siempre haya una válvula de alivio de presión en operación para proteger el sistema.

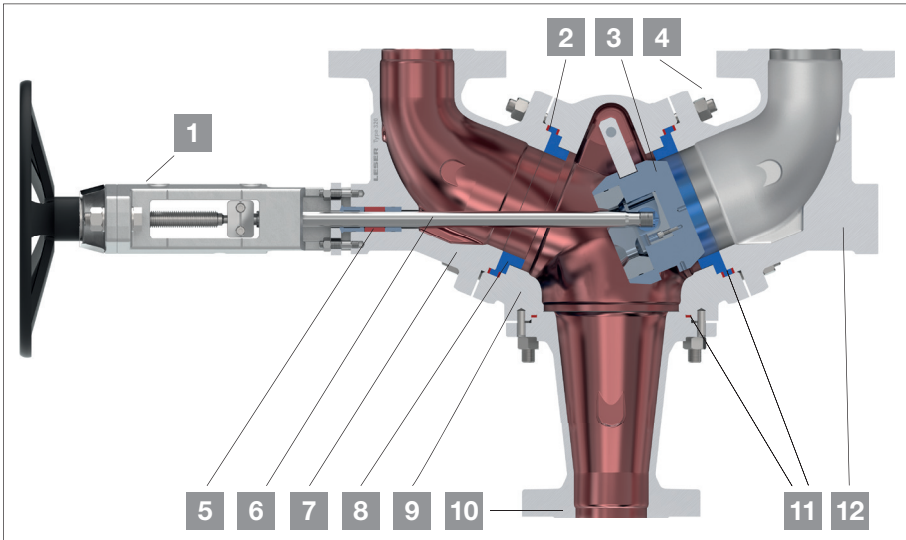
No obstante, en ambas opciones existe la posibilidad de error humano, lo que puede resultar en una exposición temporal del sistema sin protección contra sobrepresión, aumentando el riesgo de accidentes.

En el caso de la válvula de conmutación de LESER, la construcción del equipo garantiza que, en todo momento, al menos una válvula de alivio de presión esté protegiendo el sistema.

Esto se debe a que, durante la conmutación realizada mediante el volante,

el disco de la válvula de conmutación permanece en una posición central, permitiendo que, en el breve intervalo del cambio, ambas válvulas de alivio de presión estén activas simultáneamente. Después de la conmutación, la válvula de alivio de presión con el asiento libre asume la protección del sistema, garantizando una seguridad continua y eliminando el riesgo de errores operativos.

A continuación, se presenta la terminología utilizada para los principales componentes de una válvula de conmutación LESER, de acuerdo con la figura y la tabla:



#	Descripción	#	Descripción
1	Yoke	7	Codo (lado del volante)
2	Pernos prisioneros	8	Asientos
3	Disco	9	Unidad básica (Cuerpo)
4	Tuercas	10	Cuerpo de entrada
5	Empaquetadura	11	Juntas
6	Vástagos	12	Codo

Con la válvula de conmutación instalada en la entrada de las válvulas de alivio de presión, se elimina la necesidad de una boquilla adicional en el sistema a proteger. Esto se debe a que la válvula de conmutación posee solo una entrada, a diferencia del sistema de enclavamiento con válvulas de bloqueo, que requiere la presencia de dos válvulas de entrada.



Sin embargo, en la salida de las válvulas de alivio de presión, aún es necesario contar con dos tuberías de descarga, una para cada válvula. Para optimizar esta configuración, también existe la opción de instalar una segunda válvula de conmutación en la salida, permitiendo que el sistema utilice solo una boquilla de entrada y una de salida, lo que facilita tanto el montaje como el mantenimiento de las tuberías.

En este escenario, la segunda válvula de conmutación se instala horizontalmente, garantizando que el diámetro de los codos y del cuerpo de entrada sea equivalente al diámetro de salida de la válvula de seguridad.

De esta manera, se obtiene un conjunto completo de válvulas de conmutación y válvulas de alivio de presión, interconectadas mediante una cadena entre los volantes de las válvulas de conmutación de entrada y de salida. Este mecanismo asegura que siempre haya al menos una válvula de seguridad activa, garantizando la protección continua del sistema.



También pueden instalarse accesorios adicionales para mejorar su rendimiento y seguridad. Algunos de estos accesorios incluyen:

Accesorio	Descripción
	Sensor de Posición
	Drenaje Válvula aguja para alívio de presión Conexión para manómetro

Dado que se trata de un accesorio instalado en la tubería de entrada de la válvula de alivio de presión, es fundamental que la válvula de conmutación sea considerada en el cálculo de la pérdida de carga en la entrada de la válvula. Además, su dimensionamiento debe cumplir con las normas aplicables, garantizando que se satisfagan los requisitos de rendimiento de la válvula de alivio de presión, como se ha discutido anteriormente en el tema Influencia de la Pérdida de Carga en la Entrada.

Para esta evaluación, todas las válvulas de conmutación poseen un coeficiente de pérdida de carga (ζ , o Zeta), que depende del tamaño de la entrada y salida de la válvula. Este coeficiente debe utilizarse en el cálculo de la pérdida de carga mediante la siguiente ecuación:

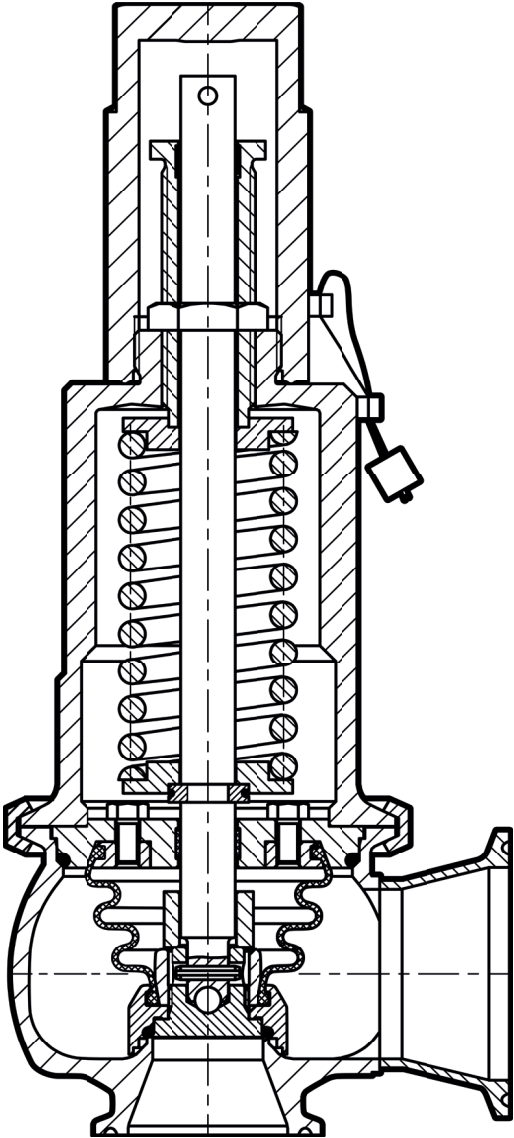
$$\Delta p_{wv} = \frac{\rho \times w}{2} \times \zeta$$

Donde:

- ΔP = Pérdida de carga (Pa o bar);
- ρ = Densidad del fluido (kg/m^3);
- w = Velocidad del fluido en la entrada de la válvula (m/s);
- ζ = Coeficiente de pérdida de carga de la válvula de conmutación.

En situaciones en las que la pérdida de carga del sistema supera el límite del 3 % permitido por las normas, una alternativa eficaz es aumentar el diámetro de entrada de la válvula de conmutación.

Este aumento en el diámetro reduce el coeficiente de pérdida de carga (ζ), lo que resulta en una disminución de la pérdida de carga total en la entrada de la válvula de alivio de presión. De esta manera, el sistema mantiene su eficiencia operativa, garantizando que la válvula de seguridad funcione según los parámetros de diseño y dentro de los requisitos normativos.



Modelo Clean Service

Capítulo 6

Sistema Neumático Auxiliar (SLS)

6.1. Definiciones y Principios de Funcionamiento

Otra opción disponible para válvulas de seguridad en sistemas específicos es el Sistema Neumático Auxiliar, también conocido por la sigla SLS (Supplementary Loading System).

El SLS es un dispositivo auxiliar diseñado para controlar la apertura y el cierre de la válvula de seguridad en aplicaciones que exigen valores de sobrepresión o blowdown inferiores a los límites definidos por norma. Este sistema permite una respuesta más precisa y estable, lo que lo hace ideal para procesos que requieren alta precisión en la actuación de la válvula.

El Sistema Neumático Auxiliar consta de los siguientes componentes:

6.1.1. Unidad Controladora

La Unidad Controladora es el componente responsable de la actuación del Sistema Neumático Auxiliar (SLS). Su función principal es regular el suministro de aire presurizado hacia el actuador, realizando la presurización o despresurización según sea necesario.

Este control garantiza que la válvula opere con precisión y estabilidad, ajustando su apertura y cierre de acuerdo con las condiciones del sistema.



6.1.2. Actuador Neumático

El actuador neumático es el componente responsable de transferir las fuerzas de apertura y cierre al vástago de la válvula. Se instala en lugar de la tapa de la válvula y está interconectado al vástago, asistiendo en la operación de la válvula al actuar conforme a las órdenes del Sistema Neumático Auxiliar (SLS).

6.1.3. Válvula de Seguridad

La válvula de seguridad se dimensiona de acuerdo con los parámetros del proceso y se equipa con el actuador neumático, lo que permite que su operación sea asistida por el SLS, garantizando un control más preciso de la apertura y el cierre.



El funcionamiento del SLS (Supplementary Loading System) puede describirse en tres fases distintas, garantizando un control preciso de la válvula de seguridad.

6.1.4. Condición Normal de Operación

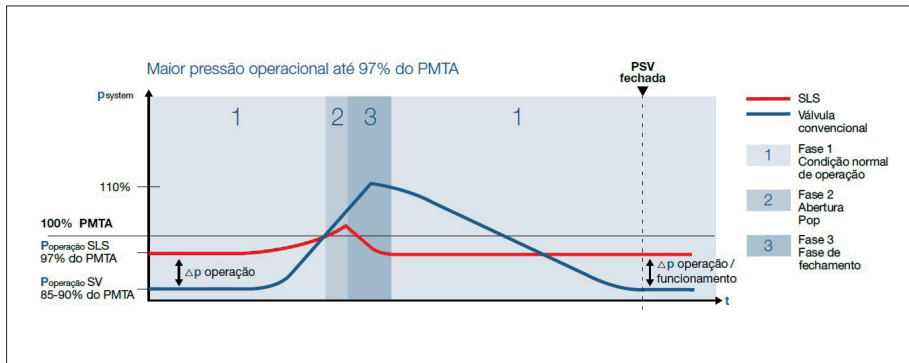
En condiciones normales de operación del sistema protegido, el SLS permite que la válvula opere con presiones más elevadas antes de abrirse, lo que difiere del comportamiento de una válvula de seguridad convencional.

Mientras que las válvulas convencionales para servicios de vapor y gas operan típicamente entre el 85–90% de la Presión Máxima de Trabajo Admisible (PMTA), el SLS permite la operación hasta el 97 % de la PMTA.

La válvula de seguridad permanece completamente sellada hasta que se alcanza la Presión de Apertura, reduciendo fugas indeseadas y garantizando una mayor estabilidad operativa.

Esta característica proporciona un mejor aprovechamiento de la presión del sistema y reduce la necesidad de mantenimiento frecuente debido a fugas prematuras.

Es posible ver en la figura a continuación la ganancia en relación con la presión de operación con el uso del SLS.



6.1.5. Apertura Pop

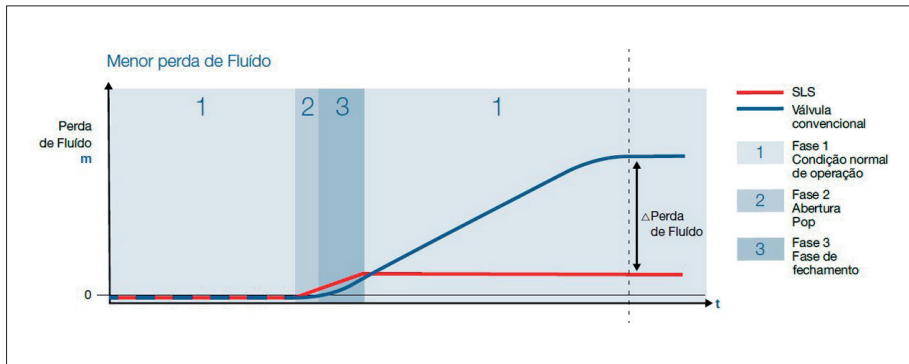
Cuando la presión de operación alcanza la Presión de Apertura de la válvula, la Unidad Controladora del SLS despresuriza el actuador neumático,

permitiendo la apertura inmediata de la válvula con una acción Pop.

Esta apertura es asistida por el aire de alivio, garantizando que la válvula actúe con una sobrepresión significativamente reducida, alrededor del 1 %, muy por debajo de los límites normativos convencionales.

Esta característica reduce la pérdida de fluido durante la apertura, haciendo que el sistema sea más eficiente y seguro, especialmente en procesos críticos donde la minimización del desperdicio de fluido es esencial.

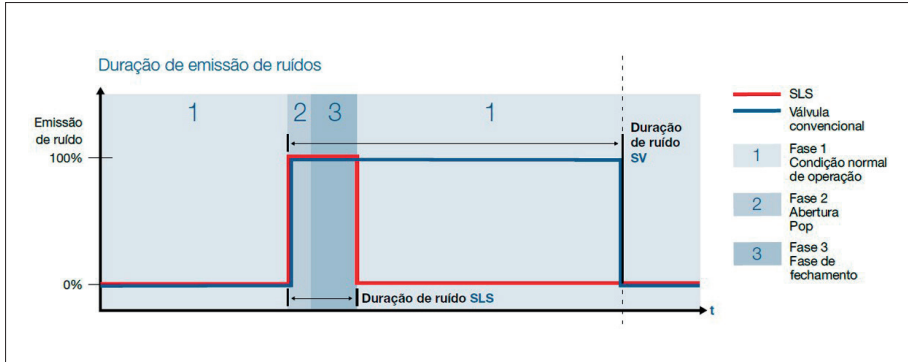
La ilustración presenta el comportamiento de la válvula en esta etapa:



Además de reducir la pérdida de fluido durante la apertura, el SLS también contribuye a la disminución del ruido generado por la actuación de la válvula.

Esta reducción ocurre porque el Sistema Neumático Auxiliar permite un control más preciso de la apertura, evitando oscilaciones abruptas y reduciendo los impactos del flujo a alta velocidad en la salida de la válvula.

La figura siguiente ilustra el efecto de la reducción de ruido proporcionado por el SLS durante la apertura de la válvula.

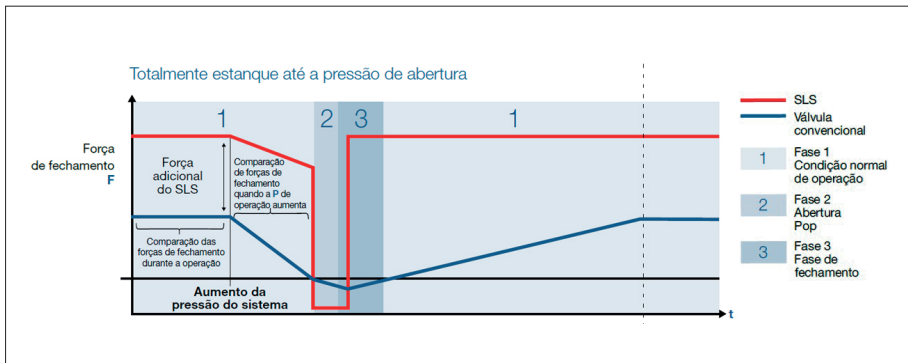


6.1.6. Fase de Cierre

Tan pronto como a pressão do sistema cae por debajo de la Presión de Apertura, el actuador neumático asiste en el cierre de la válvula de seguridad, aplicando una carga adicional para garantizar un retorno rápido al sellado.

Con el soporte del SLS, la válvula de seguridad se cierra aproximadamente al 98% de la Presión de Apertura, resultando en un blowdown de solo el 2%.

Esta característica permite que el sistema opere con presiones más cercanas a la Presión de Apertura, garantizando una mayor eficiencia operativa y reduciendo pérdidas innecesarias de fluido.



De este modo, siempre que sea necesario operar con presiones más cercanas a la Presión de Apertura o cuando sea esencial que la válvula actúe rápidamente y libere el caudal en un tiempo reducido, puede utilizarse el Sistema Neumático Auxiliar (SLS).

Su aplicación garantiza una mayor precisión en la actuación de la válvula, reducción de la sobrepresión y del blowdown, además de minimizar las pérdidas de fluido y los ruidos operativos, haciendo que el sistema sea más eficiente y seguro.

6.2. Ventajas del SLS

Con todos los aspectos abordados, se pueden resumir los principales beneficios del Sistema Neumático Auxiliar (SLS) de la siguiente manera:

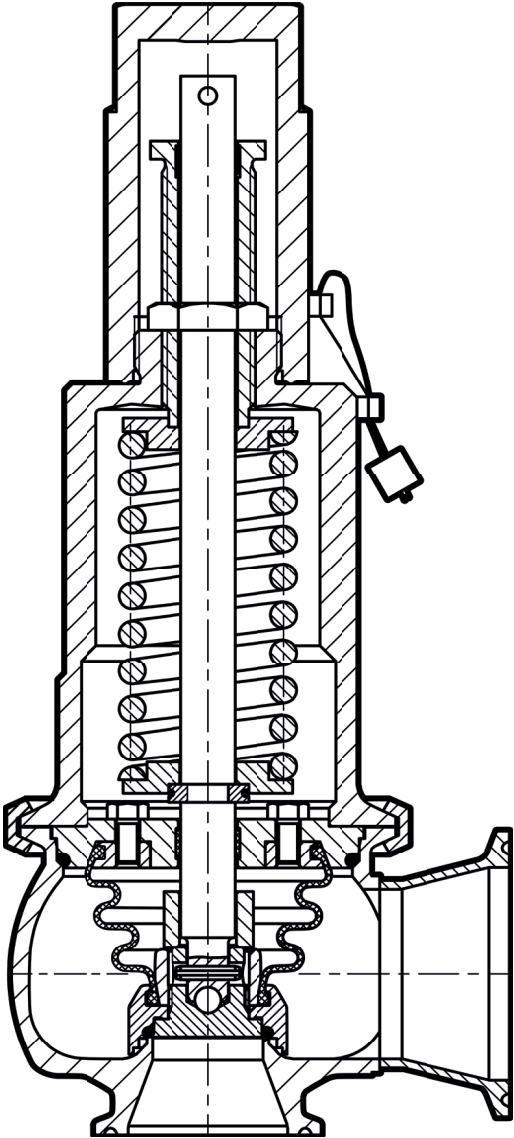
- Mayor productividad del proceso, permitiendo que el sistema opere más cerca de la Presión Máxima de Trabajo Admisible (PMTA), hasta un 97%;
- Reducción de la pérdida de energía, ya que los tiempos de apertura y cierre de la válvula son menores, optimizando el rendimiento del sistema;
- Menor emisión de ruido, debido a la apertura y cierre controlados, lo que disminuye los impactos sonoros en el entorno;
- Estanqueidad total hasta la Presión de Apertura, evitando fugas durante picos de presión por debajo del ajuste de la válvula.
- Menor desgaste de la válvula de seguridad, ya que elimina el fenómeno de simmering, prolongando la vida útil del equipo.

6.2.1. Resultados Obtenidos

La utilización del SLS conduce a:

- Mayor eficiencia operativa de la planta industrial;
- Vida útil prolongada de la válvula de seguridad instalada;
- Reducción de las emisiones de carbono, contribuyendo a un proceso más sostenible.

Información	Válvula de seguridad convencional	Válvula de seguridad con SLS
Presión operativa típica de la PMTA	85%	97%
Sobrepresión (completamente abierta)	Máx. 3% ASME I Máx. 10% ASME VIII Máx. 10% Apertura total según PED	< 1%
Blowdown	Máx. 4% ASME I Máx. 7% ASME VIII Máx. 15% Apertura total según PED	Aproximadamente 2%



Modelo Critical Service

Capítulo 7

Normas

7.1. Tipos y Definiciones de Normas

En el Capítulo 7 se abordarán las normas, los estándares y las reglamentaciones aplicables al diseño, la fabricación, la inspección y el dimensionamiento de válvulas de alivio de presión.

Es posible clasificar estos documentos en los siguientes grupos:

7.1.1. Normas de Construcción

Las normas que regulan la construcción de recipientes a presión y calderas, así como la aplicación de dispositivos de seguridad, conforman un conjunto de documentos técnicos divididos en secciones específicas. Estas normas establecen requisitos fundamentales para garantizar la seguridad, la fiabilidad y la conformidad de los equipos a presión.

Estas normas son necesarias para el diseño, la fabricación, la instalación y el mantenimiento de sistemas sometidos a presión, y aseguran la conformidad con los requisitos de seguridad y la integridad operativa.

Ejemplos: Código ASME, PED 2014/68/EU (DIN 4126) y AD-2000.

7.1.2. Estándares de Soporte

Los estándares utilizados para la especificación de compra y la normalización de válvulas y de otros dispositivos de alivio de presión establecen parámetros técnicos y dimensionales necesarios para garantizar compatibilidad, intercambiabilidad y conformidad con los requisitos industriales.

Estos estándares se utilizan ampliamente para facilitar la especificación y la adquisición de válvulas de alivio de presión, asegurando que los equipos cumplan con los requisitos técnicos y de seguridad exigidos por la industria y por las reglamentaciones aplicables.

Ejemplos: API, ASME B16.5 y ASME B16.34.

7.1.3. Reglamentaciones

Las reglamentaciones establecen parámetros específicos que cada país considera necesarios para la seguridad y la operación de los dispositivos utilizados en sistemas a presión.

En Brasil, esta reglamentación está orientada principalmente a la salud y la seguridad de los trabajadores, garantizando que los equipos operen de forma segura y dentro de los requisitos establecidos por la legislación.

Sin embargo, estas reglamentaciones no establecen criterios de construcción para los dispositivos de seguridad, por lo que resulta necesario el uso complementario de normas de construcción específicas que definan aspectos como materiales, dimensionamiento, ensayos e inspecciones obligatorias para la fabricación de dispositivos de alivio de presión.

De este modo, el cumplimiento de la reglamentación brasileña exige la combinación de estos requisitos de seguridad con normas de construcción reconocidas internacionalmente.

Ejemplo: NR-13.

En la siguiente tabla se presentan algunas de las principales referencias a nivel mundial:

Ámbito / País	Documento principal
Europa	PEN / DIN EN ISO 4126-1
Alemania	PED / AD 2000-Merkblatt A2
EE. UU.	ASME Sec. VIII Div. 1
Canadá	CRN
China	AQSIQ
Unión Aduanera Euroasiática	EAC
Corea	KOSHA KGS Approval
India	IBR 1950

Las certificaciones desempeñan un papel importante en la garantía de la calidad y seguridad de las válvulas de alivio de presión, ya que representan una validación oficial realizada por un organismo certificador. Este proceso asegura que las características críticas para el funcionamiento adecuado de la válvula sean cumplidas por el fabricante, minimizando riesgos operativos y previniendo accidentes.

Las certificaciones evalúan, principalmente:

- La precisión de la presión de apertura, garantizando que la válvula de seguridad y alivio actúe en el punto correcto;
- Los límites de sobrepresión y blowdown, confirmando que los valores cumplen con los requisitos aplicables;
- La capacidad real de alivio de caudal, verificando que la válvula sea capaz de descargar el fluido según lo especificado.

De este modo, la certificación asegura que la válvula opere conforme a los parámetros exigidos por las normas de construcción y seguridad, garantizando una protección eficiente del sistema y el cumplimiento de las reglamentaciones aplicables.

7.2. ASME

El Código ASME (American Society of Mechanical Engineers) es uno de los códigos de construcción más utilizados en Brasil y abarca una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo recipientes a presión, calderas, tuberías y oleoductos. Su objetivo principal es garantizar la seguridad, la fiabilidad y la calidad de estos equipos, promoviendo la normalización y la adopción de buenas prácticas de ingeniería.

Una de las características distintivas del Código ASME es su enfoque basado en reglas, que establece requisitos técnicos detallados para cada tipo de equipo. Estas reglas abarcan aspectos como dimensionamiento, selección de materiales, métodos de fabricación, inspecciones y ensayos, asegurando el cumplimiento de estrictos requisitos de seguridad.

A continuación, se presenta una tabla con un resumen del Código ASME y sus diferentes secciones:

Sec.	Descripción
I	Calderas de potencia: establece los requisitos de diseño, construcción e inspección para calderas de alta presión utilizadas en la generación de vapor y en procesos industriales.
II	Materiales: define las especificaciones para materiales metálicos, incluyendo sus propiedades mecánicas, químicas y sus límites de temperatura y presión.
III	Instalaciones nucleares: regula el diseño, la fabricación y la inspección de componentes y sistemas utilizados en instalaciones nucleares.
IV	Calderas de calefacción: se aplica al diseño y la construcción de calderas de baja presión utilizadas en sistemas de calefacción y suministro de agua caliente.
V	Ensayos no destructivos: establece métodos de inspección como radiografía, ultrasonido y partículas magnéticas para verificar la integridad estructural de los equipos.
VI	Reglas para la operación y el mantenimiento de calderas de calefacción: proporciona directrices para la operación segura, la inspección y el mantenimiento de calderas de calefacción y sus accesorios.
VII	Reglas para la operación, el mantenimiento y la inspección de calderas de potencia: define prácticas recomendadas para aumentar la seguridad y la eficiencia de estas calderas.
VIII	Recipientes a presión: especifica los requisitos para el diseño, la construcción, los ensayos y la inspección de recipientes a presión, divididos en tres divisiones según la complejidad y los niveles de presión involucrados.
IX	Calificación de soldadura y brazing: define los procedimientos de calificación de soldadores, operadores y procesos de soldadura y brazing utilizados en la fabricación de componentes sometidos a presión.
X	Recipientes a presión de materiales compuestos: regula la construcción de recipientes a presión fabricados con materiales compuestos reforzados con fibra.
XI	Inspección y mantenimiento de instalaciones nucleares: establece directrices para la inspección continua, el mantenimiento y la evaluación de la integridad estructural de componentes en plantas nucleares.

Sec.	Descripción
XII	Transporte de recipientes a presión: define las reglas para el diseño, la construcción y la inspección de recipientes a presión utilizados en el transporte de gases y líquidos peligrosos.
XIII	Dispositivos de alivio de presión: establece requisitos para el diseño, la fabricación, la inspección, el ensayo y la certificación de dispositivos de alivio de presión, como válvulas de seguridad y discos de ruptura, garantizando la protección de sistemas presurizados contra sobrepresión.

7.2.1. ASME Sección I

Esta sección establece requisitos para el diseño, la fabricación, la inspección, la prueba y la operación de calderas de potencia, abarcando aspectos como materiales, dimensionamiento, soldadura, ensayos no destructivos y seguridad operativa.

Para las válvulas, la sección define exigencias específicas, incluyendo:

- Sobrepresión máxima del 3 % en la capacidad certificada;
- Obligatoriedad de palanca de apertura para determinados tipos de aplicación;
- Capacidad certificada expresada en lb/h en la placa de identificación.

Además, esta sección establece la tolerancia permitida para la presión de apertura, garantizando que la válvula actúe dentro de los parámetros de seguridad exigidos.

Set Pressure, psi (MPa)	Tolerancia
≤ 70 (0,5)	± 2 psi
> 70 (0,5) y ≤ 300 (2,1)	± 3% del Set Pressure
> 300 (2,1) y ≤ 1000 (7,0)	± 10 psi
> 1000 (7,0)	± 1% del Set Pressure

7.2.2. ASME Sección II

Esta sección proporciona directrices detalladas sobre los materiales utilizados en la construcción de equipos y componentes mecánicos, incluyendo especificaciones, propiedades mecánicas, métodos de ensayo y criterios de aceptación. Está organizada en partes específicas según el tipo de material y presenta las características de fabricación y los requisitos normativos aplicables.

Para que un componente de una válvula de alivio de presión pueda ser utilizado, su material de construcción debe estar listado en la Sección II del Código ASME. Componentes esenciales, como el cuerpo, la cubierta, los pernos prisioneros y las tuercas, deben fabricarse exclusivamente con materiales aprobados en esta sección.

7.2.3. ASME Sección VIII

La Sección VIII del Código ASME es una de las más utilizadas y establece los requisitos para el diseño, la fabricación, la inspección y la prueba de recipientes a presión, garantizando la seguridad y la fiabilidad de estos equipos.

Cubre diferentes tipos de recipientes a presión, incluyendo: recipientes a presión con y sin costura; recipientes esféricos; recipientes para servicios criogénicos; otros equipos presurizados utilizados en instalaciones especiales.

La Sección VIII está organizada en diferentes divisiones y subpartes, dependiendo de la aplicación y del nivel de exigencia en materia de seguridad. Define criterios rigurosos para materiales, métodos de fabricación, procesos de soldadura, ensayos no destructivos y requisitos operativos.

División	Descripción
1	Reglas generales
2	Reglas alternativas
3	Reglas alternativas para la construcción de recipientes a presión de alta presión

Com a revisão de 2021 do Código ASME, os principais requisitos para válvulas de segurança foram removidos da Seção VIII e incorporados à nova Seção XIII, consolidando todas as diretrizes específicas para dispositivos de alívio de pressão.

7.2.4. ASME Sección XIII

La Sección XIII establece requisitos para el dimensionamiento adecuado de válvulas de alivio de presión, materiales de construcción, métodos de fabricación, criterios de ensayo, certificación e instalación correcta. El cumplimiento de estas directrices permite que fabricantes, usuarios e inspectores garanticen la conformidad con los requisitos de calidad y seguridad exigidos.

Los principales requisitos incluyen:

- Sobrepresión máxima en la capacidad certificada:
 - 10% (o 3 psi) para una sola válvula;
 - 16% (o 4 psi) para válvulas múltiples;
 - 21% para caso de incendio.
- Obligatoriedad de palanca de apertura en sistemas con temperatura superior a 60°C.
- Capacidad certificada en la placa de identificación, expresada según el fluido del sistema: SCFM para aire, US-GPM para líquidos y lb/h para vapor.

La Sección XIII garantiza que las válvulas de alivio de presión sean dimensionadas, fabricadas y ensayadas con criterios rigurosos, asegurando su eficacia en la protección contra sobrepresión. Además, establece la tolerancia permitida para la presión de apertura de la siguiente manera:

Set Pressure, psi (MPa)	Tolerancia
≤ 70 (0,5)	± 2 psi
> 70 (0,5)	± 3% del Set Pressure

Estas son las principales secciones del Código ASME utilizadas en el dimensionamiento, la fabricación y la certificación de válvulas de seguridad y alivio.

Sin embargo, existen otras secciones igualmente importantes, como:

- Sección V - Ensayos No Destructivos (END): establece métodos de inspección y prueba para garantizar la integridad de los componentes, incluyendo radiografía, ultrasonido, líquidos penetrantes y partículas magnéticas.
- Sección IX - Calificación de Soldadura y Brazing: define los procedimientos de soldadura y la calificación de soldadores, asegurando que los procesos utilizados en la fabricación de válvulas cumplan con los requisitos de resistencia mecánica y calidad estructural.

Estas secciones complementan el proceso de fabricación e inspección de las válvulas de seguridad y alivio, garantizando que cumplan con altos requisitos de seguridad y rendimiento.

7.3. API

Otro conjunto de estándares ampliamente utilizado en Brasil, especialmente en el sector de petróleo y gas, es el conjunto de estándares del API (American Petroleum Institute). Estos estándares no están orientados a la construcción de equipos, sino a la especificación de compra, además de establecer métodos y procedimientos de prueba para válvulas de alivio de presión.

El API, fundado en 1919, es una organización reconocida globalmente como referencia en la elaboración de estándares técnicos para el sector de petróleo y gas. Su objetivo es reunir a especialistas de la industria para desarrollar, mantener y distribuir estándares de consenso, garantizando seguridad, calidad y eficiencia en los procesos industriales.

Aunque fueron creados para el mercado de petróleo y gas, en Brasil estos estándares también son ampliamente utilizados en otros sectores industriales, debido a su alcance y rigor técnico.

Existen diversos estándares API; sin embargo, cuando el enfoque son las válvulas de alivio de presión, se destacan los cinco siguientes:

Estándar	Descripción
API 520 Parte I	Dimensionamiento, selección e instalación de dispositivos de alivio de presión (Parte I - Dimensionamiento y selección).
API 520 Parte II	Dimensionamiento, selección e instalación de dispositivos de alivio de presión (Parte II - Instalación).
API 521	Sistemas de alivio de presión y despresurización.
API 526	Válvulas de alivio de presión bridadas de acero.
API 527	Estanqueidad del asiento de las válvulas de alivio de presión.

7.3.1. API 520 Parte I

Este estándar establece criterios y directrices para el dimensionamiento de válvulas de alivio de presión, incluyendo fórmulas y parámetros necesarios para su correcta especificación.

Además, presenta información detallada sobre:

- Tipos de dispositivos de seguridad, sus aplicaciones y características operativas;
- Particularidades constructivas de las válvulas, como la necesidad de un vent en la cubierta para válvulas balanceadas;
- Elementos internos de las válvulas, incluyendo directrices sobre materiales y componentes críticos;
- Dimensionamiento del orificio de la válvula, con fórmulas específicas para diferentes geometrías de disco;
- Cálculo y selección de los dispositivos de seguridad, incluyendo fórmulas y criterios normativos aplicables.

Por último, este estándar también aborda las especificaciones y particularidades de otros tipos de dispositivos de seguridad, garantizando que el diseño y la instalación cumplan con los requisitos técnicos y de seguridad establecidos.

7.3.2. API 520 Parte II

Este estándar complementa la Parte I y establece prácticas recomendadas

y parámetros para la instalación segura de dispositivos de alivio de presión, con el fin de garantizar su funcionamiento adecuado.

Presenta las alternativas disponibles para la instalación de válvulas de seguridad, abordando aspectos críticos y precauciones necesarias, como la pérdida de carga en la entrada de la válvula, tal como ya se ha discutido en el LESER Docens.

Además, este estándar abarca todos los dispositivos de seguridad, destacando cuestiones prácticas de instalación, incluyendo:

- Posición correcta de instalación y sus impactos en el rendimiento de la válvula;
- Cuidados específicos con la orientación de la válvula, previniendo fallas operativas;
- Instalación de drenajes en las tuberías de descarga, garantizando la eliminación del condensado y previniendo obstrucciones.

De este modo, este estándar orienta la instalación de válvulas de seguridad conforme a las mejores prácticas de ingeniería, minimizando riesgos y mejorando la confiabilidad del sistema de protección contra sobrepresión.

7.3.3. API 521

Este estándar proporciona recomendaciones prácticas para distintos escenarios de sobrepresión, incluyendo bloqueo indebido, caso de incendio (fire case), alivio térmico y reacciones químicas, definiendo los dispositivos de seguridad adecuados y sus límites de apertura y cierre para cada situación.

Para cada escenario, el estándar presenta:

- Análisis detallado de las causas principales de sobrepresión y sus impactos en el sistema;
- Determinación de las tasas de alivio individuales, considerando variables como generación y expansión de llamas, vapor y gases;
- Criterios para la selección y el dimensionamiento del dispositivo de seguridad, garantizando una respuesta eficiente al alivio de sobrepresión.

Este estándar es una referencia importante para la identificación y evaluación de los escenarios de sobrepresión que deben ser protegidos por los dispositivos de alivio de presión.

7.3.4. API 526

Este estándar es una especificación de compra que normaliza las válvulas de alivio de presión bridadas de acero según API, estableciendo directrices para los siguientes aspectos::

- Definición y área del orificio, garantizando compatibilidad con los requisitos de alivio de presión;
- Dimensiones de la válvula y rangos de presión de entrada y salida, asegurando su adecuación al sistema;
- Materiales permitidos para la construcción, conforme a exigencias de resistencia y compatibilidad química;
- Rangos operativos de presión y temperatura, determinando los límites de aplicación;
- Dimensión cara a cara de entrada y salida, garantizando la intercambiabilidad entre fabricantes;
- Ensayos e inspecciones, definiendo criterios para la verificación de la calidad y el desempeño de la válvula;
- Identificación y preparación para el envío, estableciendo los requisitos de marcado y embalaje;
- Este estándar facilita la especificación, la adquisición y la aplicación de estas válvulas en diversos sectores industriales

7.3.5. API 527

Este estándar establece los requisitos y procedimientos para la realización del ensayo de estanqueidad del asiento en válvulas de alivio de presión, garantizando la conformidad con los criterios de rendimiento y seguridad.

Describe los métodos específicos de prueba, considerando:

- Tipos de sellado:
 - Sellado metal/metal;
 - Sellado elástico.
- Fluido de prueba conforme a la aplicación de la válvula:
 - Gas;
 - Líquido;
 - Vapor.

Además, el estándar define los criterios de aceptación con base en los parámetros establecidos, incluyendo la presión de apertura de la válvula.

Como principal referencia técnica para ensayos de estanqueidad en válvulas de alivio de presión, este estándar es reconocido y citado en el Código ASME, lo que refuerza su importancia para la verificación del sellado de las válvulas.

7.4. PED 2014/68/EU (DIN 4126)

La Directiva PED 2014/68/EU y la serie EN ISO 4126 presentan numerosas similitudes con el Código ASME, ya que se basan en reglas técnicas rigurosas y requisitos específicos para cada tipo de equipo. Estos documentos abarcan aspectos como:

- Dimensionamiento correcto de los dispositivos de seguridad;
- Selección de materiales apropiados para diferentes condiciones operativas;
- Métodos de fabricación para garantizar calidad y resistencia mecánica;
- Procesos de inspección y ensayos para validar la conformidad y la seguridad de los equipos.

La serie EN ISO 4126 es ampliamente utilizada en Europa como referencia técnica para dispositivos de alivio de presión y está subdividida en partes, conforme se presenta en la tabla siguiente:

Parte	Descripción
1	Válvulas de seguridad.
2	Dispositivos de disco de ruptura.
3	Combinación de válvulas de seguridad y disco de ruptura.
4	Válvulas de seguridad pilotadas.
5	Sistemas controlados de alivio de presión de seguridad (CSPRS).
6	Aplicación, selección e instalación de discos de ruptura.
7	Datos comunes.
9	Aplicación e instalación de dispositivos de seguridad, excluyendo dispositivos únicos de disco de ruptura.
10	Dimensionamiento de válvulas para fluidos bifásicos.
11	Ensayo de rendimiento.

A continuación, se presentan los aspectos principales de la serie EN ISO 4126 y sus características más relevantes para válvulas de seguridad. Estas directrices desempeñan un papel importante en la fabricación, el dimensionamiento y la inspección de estos dispositivos.

7.4.1. DIN 4126-1

Esta norma especifica los requisitos generales para válvulas de seguridad accionadas por resorte, independientemente del tipo de fluido para el cual fueron diseñadas, pudiendo utilizarse con líquidos, gases o vapor.

Se aplica a válvulas con un diámetro igual o superior a 4 mm, para uso en presiones de ajuste a partir de 0,1 bar manométrico, sin restricción de temperatura.

Al tratarse de una norma orientada a las características del producto, no aborda aplicaciones específicas de las válvulas de seguridad, pero presenta directrices como:

- Tipos de conexiones permitidas;
- Requisitos mínimos para componentes críticos, como el resorte;
- Criterios para la realización de ensayos y la evaluación del desempeño;
- Métodos para la definición de parámetros importantes, como el coeficiente de descarga.

Esta norma garantiza que las válvulas de seguridad cumplan con requisitos técnicos rigurosos, asegurando su eficiencia y fiabilidad operativa.

7.4.2. DIN 4126-4

Esta norma especifica los requisitos generales para válvulas de seguridad pilotadas, independientemente del tipo de fluido para el cual fueron diseñadas, abarcando líquidos, gases y vapor. Al igual que en la EN ISO 4126-1, el funcionamiento de estas válvulas se realiza mediante el propio fluido del sistema a proteger. Se aplica a válvulas de seguridad pilotadas con un diámetro igual o superior a 4 mm, destinadas a presiones de ajuste a partir de 0,1 bar manométrico, sin limitación de temperatura.

Esta norma es específica para productos y no se aplica a situaciones operativas de válvulas de seguridad pilotadas. Por ello, su enfoque es similar al de la EN ISO 4126-1, proporcionando información sobre:

- Tipos de conexiones permitidas;
- Requisitos mínimos para componentes críticos, como el resorte;
- Criterios para pruebas y ensayos de desempeño;

- Definición de parámetros técnicos, incluyendo el coeficiente de descarga.

7.4.3. DIN 4126-5

Esta norma especifica los requisitos para sistemas controlados de alivio de presión de seguridad (CSPRS), independientemente del tipo de fluido para el cual fueron diseñados.

Se aplica a válvulas principales con un diámetro igual o superior a 4 mm, destinadas a presiones de operación a partir de 0,1 bar manométrico, sin restricción de temperatura.

Al estar orientada a la especificación de productos, no aborda escenarios operativos específicos de estos sistemas, pero establece directrices técnicas para su fabricación.

Esta norma define los parámetros necesarios para la fabricación del Sistema Neumático Auxiliar (SLS), conforme a lo abordado en el Capítulo 6.

7.4.4. DIN 4126-7

Esta norma especifica los requisitos generales para válvulas de seguridad, consolidando información común de las normas ISO 4126-1 a ISO 4126-6 y evitando repeticiones innecesarias.

Entre los aspectos abordados, se destacan:

- Dimensionamiento adecuado de las válvulas de seguridad, garantizando un desempeño eficiente en el alivio de presión;
- Definición de los ensayos de rendimiento, asegurando la conformidad con los estándares exigidos;
- Criterios de aceptación para los ensayos, fundamentales para garantizar el funcionamiento adecuado de la válvula en operación.

Al consolidar estas directrices, esta norma desempeña un papel importante en la normalización y calificación de las válvulas de seguridad, asegurando su confiabilidad y seguridad dentro del sistema.

7.4.5. DIN 4126-9

Esta norma aborda la aplicación e instalación de dispositivos de seguridad en equipos sometidos a presión, incluyendo:

- Válvulas de seguridad y alivio;
- Dispositivos de seguridad, como discos de ruptura;
- Válvulas de seguridad pilotadas.

Establece los requisitos normativos para la correcta aplicación e instalación de estos dispositivos, garantizando la protección de equipos de presión estática.

Las directrices de esta norma presuponen un flujo monofásico del fluido descargado por el dispositivo de seguridad, asegurando la conformidad técnica y un rendimiento adecuado.

La serie EN ISO 4126 constituye una referencia técnica importante para demostrar conformidad con la PED 2014/68/EU. No es equivalente al Código ASME, sino un marco técnico y regulatorio distinto.

7.5. NR-13

La NR-13 (Norma Regulamentadora número 13) de Brasil establece los requisitos mínimos para la seguridad y la salud de los trabajadores en ambientes que operan con sistemas y equipos presurizados, como calderas, recipientes a presión, tuberías y tanques metálicos. Esta reglamentación abarca actividades de inspección, mantenimiento y operación, asegurando la integridad estructural de estos equipos y previniendo accidentes catastróficos.

Es importante destacar que la NR-13 no es una reglamentación específica para válvulas de alivio de presión, sino un reglamento general para equipos presurizados. Sin embargo, estos dispositivos son exigidos por la reglamentación para garantizar que los sistemas estén protegidos contra sobrepresión.

7.5.1. Las válvulas de alivio de presión según la NR-13

La NR-13 no establece estándares constructivos específicos, ni formas ni detalles técnicos para las válvulas de alivio de presión aplicadas a equipos presurizados. Sin embargo, define requisitos mínimos que estas válvulas deben cumplir.

7.5.2. Presión de apertura ajustada en un valor igual o inferior a la presión máxima de trabajo permitida (PMTP)

Este requisito garantiza que la válvula se abra dentro de los límites estructurales establecidos para el recipiente o la caldera. En aplicaciones con múltiples válvulas, la presión de ajuste podrá superar la PMTP, siempre

que se respeten los límites de sobrepresión establecidos por el código de diseño del equipo. Siempre debe consultarse el código aplicable para orientaciones sobre el escalonamiento.

7.5.3. Código de construcción para aperturas escalonadas y tolerancias de presión de ajuste

Las válvulas deben cumplir con el código de diseño definido para el recipiente o la caldera. En Brasil, los códigos más comunes son ASME I para calderas y ASME VIII para recipientes a presión. También existen otros códigos aplicables, como TRD y AD 2000.

El código de diseño determina los límites de sobrepresión permitidos, por ejemplo ASME I (3 %) y ASME VIII (10 %), así como el blowdown, que también define el comportamiento de cierre de la válvula. Por lo tanto, las válvulas deben dimensionarse respetando estos límites y la precisión de ajuste (tolerancias).

7.5.4. Presencia de anillos de regulación

La presencia de anillos de regulación define si el comportamiento de la válvula es fijo (sin anillos) o ajustable mediante uno o dos anillos, permitiendo regular el punto de apertura y el punto de cierre.

Para garantizar el comportamiento esperado de las válvulas según el código ASME I, muchos fabricantes utilizan anillos de regulación para ajustar la apertura completa y el blowdown (cierre) de la válvula. Las normas establecen únicamente el comportamiento esperado, dejando en manos del fabricante determinar los medios para cumplir con estos requisitos.

También es importante señalar que existen válvulas certificadas conforme al código ASME I con uno o incluso sin anillos de regulación.

7.5.5. Certificado de inspecciones y pruebas

Es obligatorio para la instalación de una válvula nueva y debe renovarse en intervalos definidos por la propia NR-13. Esta documentación debe formar parte del expediente técnico del equipo protegido por la válvula. Los documentos comúnmente suministrados incluyen:

- Certificado de inspección y pruebas (anteriormente denominado certificado de calibración);
- Memoria de cálculo (dimensionamiento);
- Dibujo dimensional;
- Certificados de materiales.

A continuación, se presentan algunos aspectos importantes relacionados con esta documentación:

- El certificado de inspecciones y pruebas es válido mientras la válvula permanezca sellada. En caso de que el sello sea violado, dicho certificado pierde su validez;
- La memoria de cálculo debe indicar claramente el código de diseño utilizado y demostrar que los cálculos de sobrepresión están conformes con los límites establecidos por el código del equipo protegido.

7.5.6. Requisitos adicionales de la NR-13

1. Inspección y Mantenimiento

- Deben ser realizados periódicamente por profesionales calificados;
- Los intervalos entre inspecciones deben cumplir con las recomendaciones del fabricante o con los plazos establecidos por la NR-13;
- La inspección debe garantizar la ausencia de obstrucciones, corrosión y fugas;
- Las pruebas funcionales deben asegurar que la presión de apertura se encuentra dentro de los límites establecidos en el diseño.

2. Certificación y Documentación

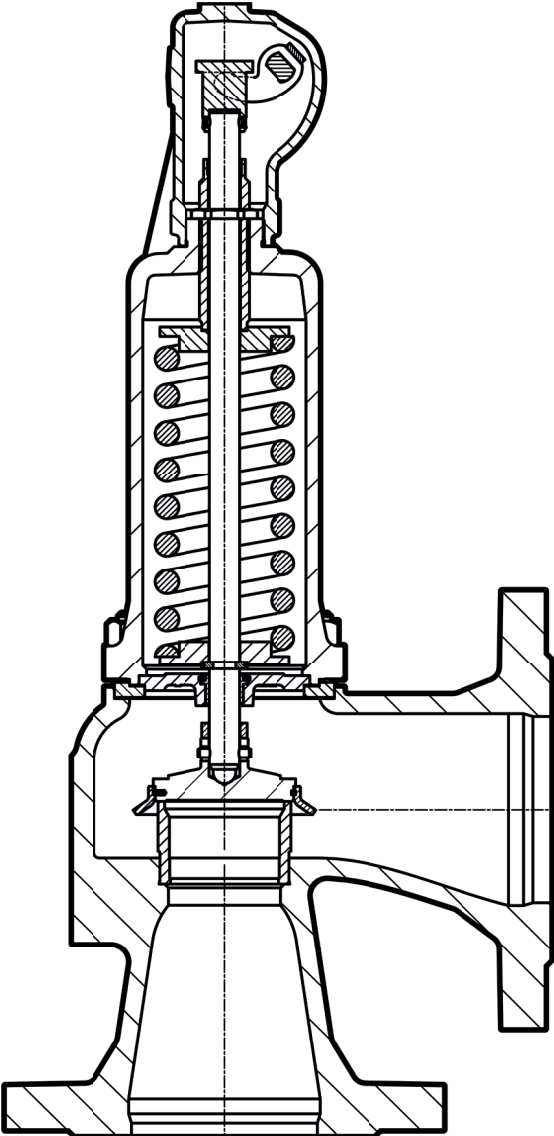
- Toda válvula de alivio de presión debe contar con un certificado de inspección y pruebas, garantizando conformidad con los requisitos exigidos por la NR-13;
- El historial de inspecciones y mantenimientos debe estar debidamente registrado y disponible para auditorías.

3. Instalación y Configuración

- Las válvulas deben estar instaladas en lugares de fácil acceso para facilitar las inspecciones y el mantenimiento periódico.

4. Calibración vs. Inspección y Pruebas

- El término calibración ha sido utilizado erróneamente para las válvulas de seguridad. El término correcto, definido por la NR-13, es inspección y pruebas;
- La NR-13 ya ha corregido esta terminología, aclarando que se deben realizar inspecciones y pruebas para garantizar que las presiones de apertura y cierre cumplan con las especificaciones originales del fabricante.



Modelo Modulate Action

Capítulo 8

Dimensionamiento

8.1. Definiciones de dimensionamiento

El dimensionamiento es un aspecto fundamental para el correcto funcionamiento de las válvulas de alivio de presión, asegurando que actúen conforme sea necesario en momentos críticos, tales como:

- Apertura en el punto exacto de presión;
- Alivio total del caudal para evitar la sobrepresión del sistema;
- Cierre adecuado tras la normalización de la presión.

A diferencia de otras válvulas industriales, que se seleccionan con base en el diámetro de la tubería, las válvulas de alivio de presión deben dimensionarse exclusivamente en función del caudal que necesitan aliviar. El orificio de la válvula debe ser capaz de descargar la cantidad de fluido necesaria para que la presión en el equipo protegido nunca supere la PMTP (Presión Máxima de Trabajo Permitida), independientemente del diámetro de entrada y salida de la válvula.

Los fluidos a ser aliviados pueden ser vapor, gas, líquido o incluso una mezcla bifásica (como petróleo y gas, o un líquido en proceso de evaporación).

Por esta razón, el dimensionamiento y la selección de las válvulas de alivio de presión deben ser realizados por profesionales calificados, que posean un conocimiento amplio de los requisitos de seguridad de la unidad presurizada.

8.1.1. Procedimiento General de Dimensionamiento

1. Determinación del caudal de alivio necesario, considerando los escenarios de sobrepresión del sistema.
2. Cálculo del área mínima del orificio, utilizando las ecuaciones de dimensionamiento aplicables.

Realizar un dimensionamiento adecuado garantiza que la válvula de alivio de presión actúe con precisión, eficiencia y confiabilidad, previniendo fallos y asegurando la protección del equipo y del entorno operativo.

El dimensionamiento se realiza mediante las ecuaciones definidas en el estándar API 520 Parte I. En una primera etapa, el cálculo se efectúa utilizando coeficientes de descarga generales (K_d), independientes del fabricante, con el fin de obtener un área de descarga inicial.

Una vez seleccionado el fabricante y el diseño de la válvula, el cálculo debe repetirse utilizando el coeficiente de descarga certificado (K), determinado mediante ensayos conforme a los requisitos de la norma ASME, junto con el área real del orificio de la válvula seleccionada.

Además del caudal, otros parámetros esenciales abordados en el LESER Docens deben ser considerados en la selección de la válvula, tales como:

Para los cálculos del orificio, existen documentos técnicos que definen las ecuaciones y los requisitos asociados. Estos son:

Documento	Función técnica
API 520 Parte I (estándar)	Ecuaciones de dimensionamiento del área: cálculo inicial con coeficientes generales (K_d) y recálculo de la válvula seleccionada con coeficientes certificados (K)
ASME Sección VIII (norma)	Base de capacidad y requisitos aplicables a dispositivos de alivio de presión
ASME Sección XIII (norma)	Ensayo y certificación del coeficiente de descarga (K)
DIN EN ISO 4126-1 (norma)	Requisitos de desempeño y coeficientes de descarga
AD 2000-Merkblatt A2 (norma)	Requisitos técnicos para dimensionamiento y selección

8.2. Datos importantes y necesarios

Existen parámetros esenciales que deben ser considerados para un dimensionamiento preciso y confiable de la válvula de alivio de presión,

garantizando que esta cumpla plenamente con las necesidades del sistema.

Uno de los principales parámetros es el coeficiente de descarga, un valor adimensional que representa la eficiencia de la válvula con respecto al flujo de alivio. Este es definido como la relación entre el caudal real y el caudal teórico de la válvula, siendo fundamental para el cálculo correcto de la capacidad de descarga.

$$K_d = \frac{q_{\text{real}}}{q_{\text{teórico}}}$$

Donde:

- K_d = Coeficiente de descarga, adimensional;
- q_{real} = Caudal real de la válvula, considerando pérdidas y efectos dinámicos;
- $q_{\text{teórico}}$ = Caudal teórico, basado en condiciones ideales de flujo sin pérdidas.

El coeficiente de descarga es fundamental para el dimensionamiento preciso de la válvula de alivio de presión, ya que refleja la eficiencia del dispositivo con respecto a su capacidad máxima teórica de alivio.

Este parámetro impacta directamente en la capacidad de descarga de la válvula, dado que se incorpora en la fórmula para determinar el área mínima necesaria.

En términos generales, cuanto mayor sea el coeficiente de descarga de la válvula, menor será el orificio necesario para atender al caudal requerido, optimizando así el dimensionamiento del dispositivo de alivio.

Otro parámetro esencial es el área real del orificio, definida como el área efectiva de paso de la válvula de alivio de presión, considerando todos los factores que influyen en el flujo.

Con este valor, es posible verificar si la válvula seleccionada satisface el caudal requerido por el sistema. Para la verificación final, no basta con comparar únicamente el área del orificio con el área mínima calculada, sino que debe comprobarse que la combinación entre el coeficiente de descarga certificado y el área real del fabricante proporcione capacidad suficiente para aliviar de forma segura el caudal requerido.

Aunque estos parámetros son informaciones técnicas proporcionadas por el fabricante o definidas por documentos técnicos, existen datos específicos del proceso que deben ser suministrados para asegurar la correcta especificación de la válvula en el sistema donde será instalada.

El primer y más fundamental dato es la caracterización del fluido presente en el sistema. Para este caso, es necesario contar con información detallada, tal como se presenta en la siguiente tabla, considerando el estado del fluido.

Condiciones	Unidades	Gases	Líquidos	Vapor saturado	Vapor sobrecalentado
Factor de compresibilidad	[-]	x		x	x
Masa molar	[kg/mol]	x		x	x
Exponente isentrópico	[-]	x		x	x
Densidad	[kg/m ³]	x	x	x	x
Viscosidad	[cP]		x		

Como se observa en la tabla, en los casos de vapor, los parámetros ya se encuentran tabulados, y el envío de esta información sirve para confirmar los valores previamente establecidos.

Además, existen otros datos esenciales para el dimensionamiento de la válvula, directamente relacionados con el proceso, tales como:

- Presión de apertura de la válvula: define el punto exacto en el que la válvula entrará en operación para aliviar la presión;
- Temperatura de operación: garantiza que los materiales de la válvula sean adecuados a las condiciones térmicas del sistema.

La obtención precisa y completa de esta información es imprescindible, ya que permite que la válvula sea correctamente dimensionada, cumpliendo exactamente con los requisitos operativos del proceso y asegurando seguridad, confiabilidad y eficiencia.

Los datos necesarios para el dimensionamiento pueden consultarse analizando la siguiente tabla.

Condiciones	Unidades	Gases	Líquidos	Vapor saturado	Vapor sobrecalentado
Presión de apertura	[bar]	x	x	x	x
Contrapresión	[bar]	x	x	x	x
Temperatura	[°C]	x	x		x
Caudal másico	[kg/h]	x	x	x	x
Caudal volumétrico (en operación)	[m ³ /h]	x	x	x	x
Caudal volumétrico	[Nm ³ /h]	x	x		
Sobrepresión	[%]	x	x	x	x

De esta forma, es fundamental que el responsable del dimensionamiento de la válvula de alivio de presión tenga pleno conocimiento de todos estos parámetros, además de los datos del proceso, garantizando que la válvula sea dimensionada de manera segura y adecuada. Esto asegura que, en caso de ser necesario, la válvula actúe correctamente y proteja el sistema contra sobrepresiones.

8.3. Dimensionamiento Según API

Uno de los documentos técnicos más utilizados para el dimensionamiento preliminar de válvulas de alivio de presión es el estándar API 520 Parte I. Este estándar es ampliamente utilizado en las industrias petrolera, petroquímica y química, y establece directrices para:

- Cálculo de la capacidad de alivio de presión;
- Criterios para la selección del orificio adecuado;
- Consideración de la contrapresión en el dimensionamiento;
- Definición de parámetros operativos para distintos tipos de fluidos.

El uso del estándar API 520 Parte I garantiza que el dimensionamiento preliminar de las válvulas de alivio de presión sea estandarizado, siguiendo criterios técnicos rigurosos para una protección eficiente de los equipos presurizados. No obstante, el propio estándar trata este cálculo como preliminar, ya que la selección final debe verificarse con los datos certificados del fabricante.

8.3.1. Principales temas abordados en el estándar API 520 Parte I

- Requisitos de dimensionamiento: criterios y metodologías para determinar las tasas de alivio necesarias y el dimensionamiento correcto de los dispositivos de alivio;
- Selección de dispositivos: elección de la válvula de alivio de presión o del dispositivo de ruptura más adecuado, considerando la presión, la temperatura y la composición del fluido;
- Criterios de diseño: requisitos técnicos para garantizar la confiabilidad y el rendimiento adecuado de los dispositivos;
- Cálculos de escenarios de alivio: determinación de las presiones máximas posibles bajo diferentes condiciones operativas;
- Documentación: tipos de información y registros técnicos requeridos para el diseño y instalación;
- Pruebas y inspección: procedimientos para asegurar que los dispositivos operen correctamente cuando sea necesario.

8.3.2. Cálculo del área mínima necesaria

Para el dimensionamiento de válvulas de alivio de presión, el estándar API 520 Parte I presenta fórmulas distintas para gases, líquidos y vapor.

Para gases y vapores, la expresión general de cálculo del área mínima requerida puede representarse como:

$$A = \frac{W}{C \times K_d \times P_1 \times K_b \times K_c} \times \sqrt{\frac{T \times Z}{M}}$$

Donde:

- A = Área requerida;
- W = Caudal requerido;
- C = Coeficiente vinculado a la razón de calores específicos;

- K_d = Coeficiente de descarga;
- P_1 = Presión de alivio, definida pela fórmula: $P_1 = P_{set} + \Delta P_{sobrepresión} + P_{atm}$;
- K_b = Factor de corrección por contrapresión;
- K_c = Factor de corrección por disco de ruptura aguas arriba;
- T = Temperatura de alívio;
- Z = Factor de compresibilidad;
- M = Masa molar del gas o vapor.

En el caso de líquidos, la forma general de la ecuación en unidades del SI puede representarse como:

$$A = \frac{11,78 \times W}{K_d \times P_1 \times K_c \times K_v} \times \sqrt{\frac{G}{p_1 - p_2}}$$

Donde:

- A = Es el área requerida;
- W = Caudal requerido;
- K_d = Coeficiente de descarga;
- K_w = Factor de corrección por contrapresión en válvulas balanceadas;
- K_c = Factor de corrección por disco de ruptura aguas arriba;
- K_v = Factor de corrección por viscosidad;
- G = Densidad relativa del líquido;
- P_1 = Presión de alivio;
- P_2 = Contrapresión.

Para vapor, la ecuación incorpora además los factores de corrección de Napier y de vapor sobrecalentado:

$$A = \frac{190,5 \times W}{p_1 \times K_d \times K_b \times K_c \times K_N \times K_{SH}}$$

Donde:

- A = Área requerida;
- W = Caudal requerido;
- P_1 = Presión de alivio, definida pela fórmula: $P_1 = P_{set} + \Delta P_{sobrepresión} + P_{atm}$;
- K_d = Coeficiente de descarga;
- K_b = Factor de corrección por contrapresión;
- K_c = Factor de corrección por disco de ruptura aguas arriba;
- K_N = Factor de corrección para la ecuación de Napier;
- K_{SH} = Factor de corrección para vapor sobrecalentado.

El estándar API 526 define orificios estandarizados, identificados por letras de D a T, que se utilizan para la selección preliminar de la válvula. Sin embargo, como el cálculo según API emplea coeficientes de descarga generales, la verificación final debe realizarse con el coeficiente certificado y el área real del fabricante.

En términos prácticos, la selección preliminar basada en áreas estandarizadas API debe verificarse siempre con el coeficiente certificado y el área real del fabricante. En gases y vapores, esa verificación conduce siempre a un área efectiva real mayor que la estimada en el cálculo preliminar; en líquidos, no necesariamente.

8.4. Dimensionamiento Según ASME

ASME (American Society of Mechanical Engineers) Sección XIII es la parte del Código ASME dedicada a los dispositivos de alivio de presión y constituye la referencia para su ensayo y certificación de capacidad.

Esta sección fue incorporada al código en la edición de 2021, consolidando y coordinando requisitos que antes se encontraban distribuidos en otras partes del Código ASME, como la Sección VIII, relativa a la construcción de recipientes a presión.

ASME Sección XIII establece los requisitos para la protección contra sobrepresión de equipos presurizados, incluyendo calderas, recipientes a presión y sistemas de tuberías. Sus requisitos abarcan aspectos como:

- Diseño;
- Materiales;
- Inspección;
- Montaje;
- Ensayos;
- Marcado.

Además de regular válvulas de alivio de presión, la norma incluye discos de ruptura y válvulas activadas por pasador, así como la combinación de estos dispositivos. También trata la certificación de capacidad de descarga y la autorización para el uso de la marca de certificación ASME.

Para fines de cálculo, ASME Sección XIII adopta el 90 % del coeficiente de descarga determinado en ensayo. Este valor, denominado coeficiente nominal o certificado de descarga (K), es el utilizado en las expresiones básicas de cálculo asociadas a ASME.

$$K = 0.9 \times K_d$$

Donde:

- K = Coeficiente certificado de descarga;
- 0.9 = Factor de seguridad;
- K_d = Coeficiente de descarga;

ASME Sección XIII presenta las expresiones básicas de cálculo por tipo de fluido asociadas al coeficiente nominal de descarga certificado. Estas expresiones no incorporan factores de corrección como K_b , K_w , K_v o K_c , que son considerados posteriormente en API 520 Parte I. Para gases, la expresión general es:

$$A = \frac{W}{C \times K \times p_1} \times \sqrt{\frac{T \times Z}{M}}$$

Donde:

- A = Área requerida;
- W = Caudal requerido;
- C = Coeficiente vinculado a la razón de calores específicos;
- K = Coeficiente certificado de descarga;
- P_1 = Presión de alivio, definida pela fórmula: $P_1 = P_{set} + \Delta P_{sobrepresión} + P_{atm}$;
- T = Temperatura de alívio;
- Z = Factor de compresibilidad;
- M = Masa molar del gas o vapor.

La fórmula utilizada para la determinación del área mínima necesaria en el caso de líquidos, en el Sistema Internacional de Unidades (SI), es:

$$A = \frac{W}{5092 \times K \times \sqrt{(p_1 - p_2) \times \rho}}$$

Donde:

- A = Área requerida;
- W = Caudal requerido;
- K = Coeficiente certificado de descarga;
- P_1 = Presión de alivio, definida pela fórmula: $P_1 = P_{set} + \Delta P_{sobrepresión} + P_{atm}$;
- P_2 = Contrapresión;
- ρ = Densidad del líquido en las condiciones de entrada de la válvula de alivio de presión.

Por último, la fórmula para vapores es:

$$A = \frac{W}{5,25 \times K \times p_1 \times K_N \times K_{SH}}$$

Onde:

- A = Área requerida;
- W = Caudal requerido;
- K = Coeficiente certificado de descarga;
- P₁ = Presión de alivio, definida pela fórmula: P₁ = P_{set} + ΔP_{sobrepresión} + P_{atm};
- K_N = Factor de corrección para la ecuación de Napier;
- K_{SH} = Factor de corrección para vapor sobrecalentado.

Al comparar ambos enfoques, se observa que API 520 utiliza ecuaciones de aplicación para la selección preliminar y el recálculo final, incorporando factores de corrección vinculados a las condiciones reales de instalación. ASME, por su parte, no constituye un método independiente de dimensionamiento, sino la base de certificación del dispositivo, de la cual surge el coeficiente nominal de descarga utilizado posteriormente junto con el área real informada por el fabricante.

$$A_{ASME} \times K \geq A_{API} \times K_d$$

8.5. Dimensionamiento Según AD 2000 / ISO 4126

Además de la norma ASME y del estándar API, en Europa se utilizan con frecuencia la DIN EN ISO 4126-1 y el conjunto AD 2000. Ambos documentos establecen criterios de selección y dimensionamiento para dispositivos de alivio de presión, aunque con terminología y formulaciones propias.

La DIN EN ISO 4126-1 forma parte de una serie de normas técnicas que establecen los requisitos para válvulas de seguridad y dispositivos de alivio de presión utilizados en la protección contra sobrepresiones en equipos presurizados.

Al igual que en ASME, el coeficiente de descarga utilizado en el cálculo está limitado al 90 % del valor informado por el fabricante. Sin embargo, la terminología empleada en la norma europea utiliza K_{dr} para el coeficiente de descarga de cálculo.

$$K_{dr} \leq 0.9 \times K_d$$

Donde:

- K = Coeficiente certificado de descarga;
- 0.9 = Factor de seguridad;

K_d = Coeficiente de descarga.

Para gases, la forma general de la ecuación puede representarse como:

$$A = \frac{Q_m}{C \times K_{dr} \times p_0} \times \sqrt{\frac{Z \times T}{M}}$$

Donde:

- A = Área requerida;
- Q_m = Caudal másico requerido;
- C = Coeficiente vinculado a la razón de calores específicos;
- K_{dr} = Coeficiente de descarga;
- P_0 = Presión de alivio, definida pela fórmula: $P_1 = P_{set} + \Delta P_{sobrepresión} + P_{atm}$;
- T = Temperatura de alívio;
- Z = Factor de compresibilidad;
- M = Masa molar del gas o vapor.

Para líquidos, la forma general puede expresarse como:

$$A = \sqrt{\frac{V}{p_0 \times p_b}} \times \frac{Q_m}{1.61 \times K_{dr} \times K_v}$$

Donde:

- A = Área requerida;
- V = Densidad del líquido;
- P_0 = Presión de alivio, definida pela fórmula: $P_1 = P_{set} + \Delta P_{sobrepresión} + P_{atm}$;
- P_b = Contrapresión;
- Q_m = Caudal másico requerido;
- K_{dr} = Coeficiente de descarga;
- K_v = Factor de corrección por viscosidad.

Para vapor, la forma general puede expresarse como:

$$A = \frac{Q_m}{C \times K_{dr} \times 0.2883} \times \sqrt{\frac{V}{p_0}}$$

Donde:

- A = Área requerida;
- Q_m = Caudal másico requerido;
- C = Coeficiente vinculado a la razón de calores específicos;

- K_{dr} = Coeficiente de descarga;
- V = Densidad del líquido;
- P_0 = Presión de alivio, definida pela fórmula: $P_1 = P_{set} + \Delta P_{sobrepresión} + P_{atm.}$

En Alemania, uno de los documentos técnicos más utilizados para dispositivos de alivio es la AD 2000 A2. Este documento forma parte del sistema AD 2000, un conjunto de directrices técnicas alemanas orientadas a equipos a presión. No contexto das válvulas de segurança, a AD-2000 A2 fornece diretrizes detalhadas para a seleção de materiais e suas características técnicas, com o objetivo de garantir a segurança e o desempenho adequado desses dispositivos essenciais.

8.5.1. Selección de materiales

- Propiedades mecánicas de los materiales;
- Resistencia a la corrosión;
- Rango de temperatura operativa;
- Presiones de trabajo admisibles;
- Otros factores críticos para garantizar la integridad estructural y funcional de las válvulas.

8.5.2. Características de rendimiento

- Capacidad de descarga;
- Presión de apertura;
- Tasa de alivio;
- Otros parámetros técnicos esenciales para el funcionamiento seguro y eficiente de la válvula.

8.5.3. Requisitos de fabricación e inspección

- Procesos de fabricación de las válvulas;
- Procedimientos de inspección;
- Ensayos obligatorios para garantizar la conformidad con los requisitos de seguridad establecidos.

A continuación, la forma de la ecuación para gases según AD 2000 A2:

$$A = 0.1791 \times \frac{Q_m}{\psi \times K_{dr} \times p_0} \times \sqrt{\frac{Z \times T}{M}}$$

Donde:

- A = Área requerida;

- Q_m = Caudal másico requerido;
- Ψ = Función de flujo de salida, definida según el tipo de flujo crítico o subcrítico:

$$\psi = \sqrt{\frac{k}{k-1}} \times \sqrt{\left(\frac{p_a}{p_0}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_a}{p_0}\right)^{\frac{k+1}{k}}} \qquad \psi = \sqrt{\frac{k}{k+1}} \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{1}{k-1}}$$

Subcrítico
Crítico

- K_{dr} = Coeficiente de descarga;
- P_0 = Presión de alivio, definida pela fórmula: $P_1 = P_{set} + \Delta P_{sobrepresión} + P_{atm}$;
- T = Temperatura de alívio;
- Z = Factor de compresibilidad;
- M = Masa molar del gas o vapor.

Para líquidos, la forma general de la ecuación se define como:

$$A = 0.6211 \times \frac{Q_m}{K_{dr} \sqrt{p(p_0 - p_a)}}$$

Donde:

- A = Área requerida;
- Q_m = Caudal másico requerido;
- K_{dr} = Coeficiente de descarga;
- P_0 = Presión de alivio, definida pela fórmula: $P_1 = P_{set} + \Delta P_{sobrepresión} + P_{atm}$;
- P_a = Contrapresión.

Por último, para vapor la forma general puede representarse como:

$$A = \frac{x \cdot Q_m}{K_{dr} \times p_0}$$

Donde:

- A = Área requerida;
- x = Coeficiente de presión del fluido determinado a partir de las propiedades termodinámicas del vapor en las condiciones de alivio:

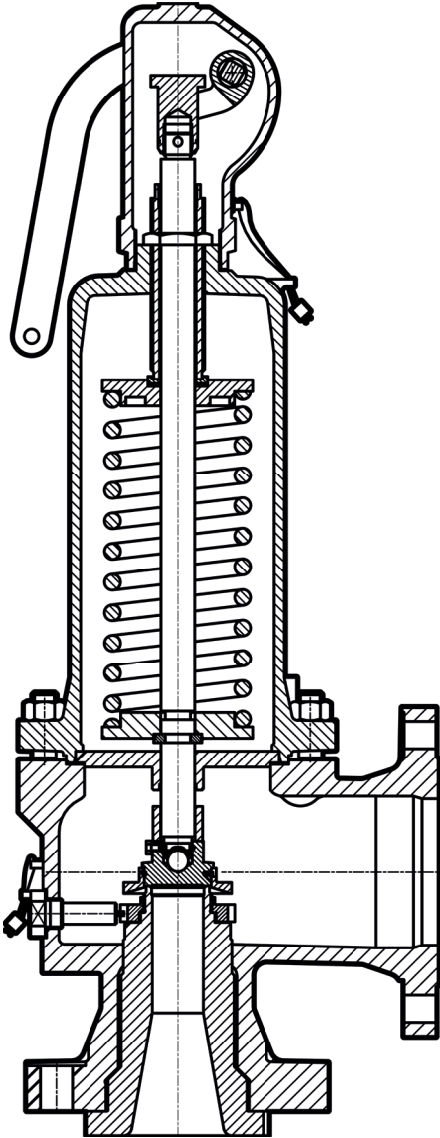
$$x = 0.6211 \times \frac{\sqrt{p_0 V}}{\psi}$$

- Q_m = Caudal másico requerido;
- K_{dr} = Coeficiente de descarga;
- P_0 = Presión de alivio, definida pela fórmula: $P_1 = P_{set} + \Delta P_{sobrepressión} + P_{atm}$;

Por lo tanto, es posible observar que, dependiendo del documento técnico de dimensionamiento utilizado, el área mínima calculada puede variar, lo que da lugar a diferencias en el tamaño del orificio y en la selección final de la válvula de alivio de presión para un mismo proceso.

Esto evidencia la importancia de una elección criteriosa del documento técnico aplicable. En todos los casos, el requisito esencial es que la válvula seleccionada disponga de capacidad certificada suficiente para proteger el equipo de forma segura, eficiente y compatible con la reglamentación vigente.

En síntesis, el estándar API 520 y el estándar API 526 se utilizan para el dimensionamiento preliminar y la selección inicial del orificio, mientras que la verificación final de capacidad debe realizarse con el coeficiente certificado y el área real del fabricante, conforme al documento técnico aplicable. Esta distinción es fundamental para evitar interpretaciones incorrectas del cálculo y para asegurar una selección técnicamente válida de la válvula.



Modelo API

Capítulo 9

Instalación

9.1. Definiciones y Buenas Prácticas

Tras haber abordado los conceptos, diseños y criterios de dimensionamiento para la correcta selección de una válvula de alivio de presión, este capítulo trata un aspecto fundamental para garantizar su pleno rendimiento: la instalación adecuada.

Aunque la instalación no está directamente relacionada con la construcción interna ni con el dimensionamiento de la válvula, su importancia es crítica, ya que una válvula correctamente seleccionada puede ver comprometido su desempeño si no se instala conforme a las buenas prácticas de ingeniería.

En este capítulo se presentan las principales precauciones que deben tomarse durante la instalación, así como buenas prácticas operativas para garantizar que la válvula de alivio de presión permanezca plenamente operativa y funcione conforme a su diseño.

Diversos documentos técnicos regulan la instalación de estos dispositivos, incluyendo:

- API 520 Parte II;
- ASME Sección XIII;
- DIN EN ISO 4126-9.

La correcta aplicación de estos documentos técnicos asegura que la válvula opere de manera segura y eficiente, evitando problemas operativos y garantizando la protección adecuada del sistema presurizado.

Para garantizar una instalación adecuada de las válvulas de alivio de presión en una planta industrial, es esencial observar precauciones específicas, especialmente en relación con:

9.1.1. Elección Correcta de las Juntas, Según los Datos del Fluido

Se debe asegurar la instalación correcta de las juntas tanto en la tubería de entrada (línea que conduce el fluido hasta la válvula de alivio de presión) como en la tubería de descarga (línea de salida), garantizando una adecuada

estanqueidad y la integridad del sistema. Además, es fundamental la instalación correcta de otras conexiones auxiliares, como el drenaje y el respiradero del fuelle, para evitar la acumulación de fluido y asegurar el rendimiento eficiente de la válvula.

La elección de las juntas dependerá del tipo de brida a utilizar, además de las características del fluido del proceso, considerando principalmente la compatibilidad química entre el fluido y el material de la junta, así como el rango de temperatura operativa.

Durante la instalación, es esencial garantizar que las superficies de sellado de las bridas permanezcan intactas, evitando daños que puedan comprometer la eficiencia del sellado y la seguridad del sistema.

9.1.2. Dirección del Flujo

La dirección del flujo debe ser rigurosamente respetada durante la instalación de la válvula de alivio de presión. La verificación puede realizarse mediante:

- Flecha indicadora en el cuerpo de la válvula, que muestra la dirección correcta del flujo;
- Documentación técnica, como:
 - Diagramas presentes en catálogos y manuales técnicos;
 - Instrucciones de operación y hojas de datos del fabricante;
 - Guías de instalación específicas para el modelo de válvula.

Garantizar la instalación en la orientación correcta es esencial para el funcionamiento adecuado de la válvula y para evitar fallos operativos en el sistema presurizado.

9.1.3. Ubicación de Instalación de la Válvula de Alivio de Presión

La distancia entre la válvula y el punto de presión a proteger debe ser cuidadosamente evaluada para garantizar una respuesta eficiente ante la sobrepresión y minimizar las pérdidas de carga en la línea de entrada.

Idealmente, la válvula de alivio de presión debe instalarse cerca del equipo protegido, asegurando que las pérdidas de carga estén dentro de los límites permitidos.

Por ejemplo, para la protección de un recipiente a presión, se recomienda que la válvula esté montada directamente en la parte superior del recipiente, reduciendo al máximo la pérdida de carga entre el equipo y la válvula.

Sin embargo, en sistemas sujetos a fluctuaciones de presión en la fuente,

como las válvulas instaladas en la descarga de compresores, es necesario un posicionamiento estratégico. En estos casos, donde los picos de presión pueden alcanzar valores cercanos al ajuste de la válvula, se recomienda instalarla a cierta distancia de la fuente de presión, por ejemplo detrás de una cámara de aire comprimido, en una zona donde la presión sea más estable, evitando disparos no deseados y mejorando la eficiencia operativa del sistema.

Además, conforme a las directrices de la API 520 Parte II, la válvula no debe instalarse en lugares sometidos a patrones de flujo inestables, siendo recomendable que su ubicación esté a una distancia superior a 10 diámetros de la tubería principal.

La entrada del ramal, donde la línea de entrada de la válvula se conecta con la tubería principal, debe contar con un bisel suavemente redondeado, minimizando la turbulencia y la resistencia al flujo, lo que garantiza una respuesta eficaz de la válvula.

En los casos en que sea necesario instalar tuberías para procesos auxiliares, estas deben conectarse directamente a la línea de entrada de la válvula de alivio de presión, asegurando un flujo estable y evitando impactos negativos en el rendimiento de la válvula.

9.1.4. Posición de Montaje de las Válvulas de Alivio de Presión

En términos generales, las válvulas de alivio de presión deben instalarse siempre en posición vertical, con el orificio de descarga orientado hacia arriba. Esta configuración garantiza el funcionamiento adecuado del mecanismo interno de la válvula, además de evitar la acumulación de condensado o partículas sólidas que puedan comprometer su operación.

No obstante, en situaciones específicas, pueden ser necesarias instalaciones no convencionales, las cuales serán tratadas más adelante en este capítulo, considerando las condiciones del proceso, los requisitos normativos y los impactos sobre el desempeño de la válvula.

9.1.5. Pruebas e Inspecciones Antes de la Instalación

La condición de todas las válvulas de alivio de presión debe ser inspeccionada visualmente antes de la instalación, para garantizar que no haya daños u obstrucciones que puedan comprometer su funcionamiento.

Antes de la instalación, es esencial que:

- Todos los materiales de protección en las bridas de la válvula sean completamente retirados;
- Los tapones de transporte del bonete sean removidos en las válvulas balanceadas.

Según la API 520 Parte II, la superficie de entrada de la válvula debe estar debidamente limpia, ya que materiales extraños adheridos al interior del cuerpo pueden ser expulsados durante la operación, pasando por las superficies de sellado. Estos contaminantes pueden:

- Dañar las superficies de sellado de la válvula, reduciendo su capacidad de estanqueidad;
- Quedar atrapados entre el asiento y el disco, provocando fugas no deseadas.

Además, las válvulas deben ser probadas antes de la instalación para confirmar la presión de ajuste, garantizando que estén correctamente calibradas.

Por último, se deben tomar precauciones específicas con las tuberías de entrada, tal como se detalla a continuación.

9.1.6. Pérdida de Carga Inferior al Límite Máximo del 3%

Como se mencionó anteriormente, es esencial que el diseño de la tubería de entrada y sus accesorios esté concebido de manera que asegure que la pérdida de carga se mantenga dentro del límite máximo permitido.

9.1.7. Tensión

Los efectos de las tensiones derivadas del funcionamiento de la válvula de alivio de presión y de las cargas externas aplicadas deben ser considerados, ya que pueden provocar deformaciones, generando fugas o fallos operativos de la válvula, además del riesgo de rotura de la tubería.

9.1.8. Vibración

La mayoría de las vibraciones en los sistemas de la línea de entrada son aleatorias y complejas, pudiendo provocar fugas en el asiento de la válvula, aperturas prematuras y fatiga de componentes, tanto en la entrada como en la salida de la válvula, o en ambas.

Los efectos perjudiciales de la vibración sobre la válvula de alivio de presión deben ser evitados. Para ello, se recomienda adoptar diferenciales de presión adecuados entre la presión de operación y la presión de ajuste,

reduciendo la influencia de las vibraciones en el rendimiento del dispositivo.

9.1.9. Drenaje (en la Entrada)

La instalación de una válvula de alivio de presión en el extremo de una tubería de entrada horizontal larga, donde normalmente no hay flujo, debe ser evitada. Esta configuración puede resultar en acumulación de materiales extraños, retención de líquidos, funcionamiento deficiente de la válvula y aumento de la frecuencia de mantenimiento.

9.1.10. Contrapresión Desarrollada Inferior al Límite Aceptable para la Válvula

El sistema de la línea de descarga debe ser diseñado de forma que garantice que la contrapresión generada no exceda los límites aceptables para ninguna válvula del sistema. Para ello, se pueden adoptar las siguientes medidas:

- Mantener la línea de descarga lo más corta posible, para minimizar las pérdidas de carga;
- Ajustar las dimensiones de la línea de descarga, aumentando el diámetro para reducir la velocidad del flujo y la contrapresión;
- Reducir el número de codos, evitando restricciones innecesarias en el flujo.

9.1.11. Drenaje (en la Salida)

El drenaje adecuado de la tubería de descarga es esencial para garantizar el funcionamiento eficiente de la válvula de alivio de presión y evitar la acumulación de condensado. Para ello, deben observarse los siguientes cuidados:

- El drenaje debe realizarse a través de la línea de salida, asegurando que esta sea autodrenante;
- En el punto más bajo de la línea de descarga, debe instalarse un drenaje adecuado para la eliminación del condensado, previniendo la condensación excesiva y el congelamiento de la tubería;
- Para evitar reflujos, se recomienda el uso de un codo con bandeja recolectora, que dirige correctamente el flujo residual e impide el retorno del fluido hacia la válvula.

Algunos estándares exigen un orificio de drenaje adicional dentro de la válvula, como es el caso del estándar API 526.

9.1.12. Material

El material seleccionado debe ser compatible con el proceso, garantizando

resistencia a vibraciones, tensiones y congelamiento durante la descarga de la válvula, previniendo así el riesgo de fracturas y comprometiendo la integridad del sistema.

9.1.13. Soportes

Deben instalarse soportes adecuados para evitar que las tensiones generadas durante la apertura de la válvula provoquen daños o rotura de las tuberías.

De esta manera, queda claro que, además de una selección rigurosa de la válvula de alivio de presión, es fundamental contar con conocimiento técnico y adoptar las precauciones necesarias durante la instalación, garantizando el funcionamiento correcto y la seguridad del sistema.

9.2. Instalaciones No Convencionales

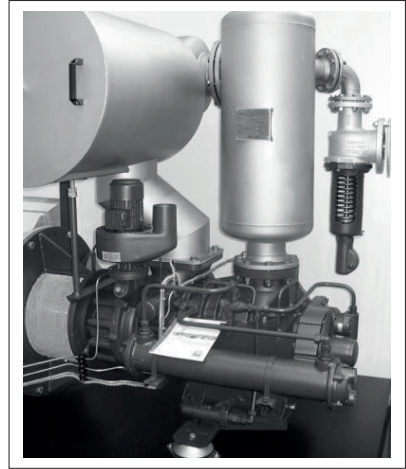
Otro aspecto relevante en casos específicos es la instalación de válvulas de alivio de presión en posiciones no convencionales, como en orientación horizontal o invertida. Estas configuraciones requieren un análisis detallado, ya que pueden afectar el rendimiento de la válvula, la eficiencia del sellado y el flujo del fluido, debiendo ser consideradas únicamente cuando estén técnicamente justificadas y conformes a las normas aplicables.

Cuando no haya espacio suficiente para instalar la válvula de alivio de presión en posición vertical, en algunos casos —dependiendo de su construcción—, la válvula puede ser instalada en posición horizontal o incluso invertida (cabeza abajo).

Esta posibilidad está directamente relacionada con las características constructivas del vástago de la válvula. En el caso de las válvulas LESER, el vástago es macizo, extendiéndose desde el disco hasta el extremo de la válvula, y cuenta con dos puntos de apoyo:

1. En la guía, garantizando alineación y estabilidad;
2. En el tornillo de regulación, asegurando un control preciso de la operación. Debido a esta construcción, las válvulas LESER pueden ser instaladas horizontalmente, ya que la fuerza gravitacional resultante es nula, evitando impactos en el funcionamiento y en el sellado.

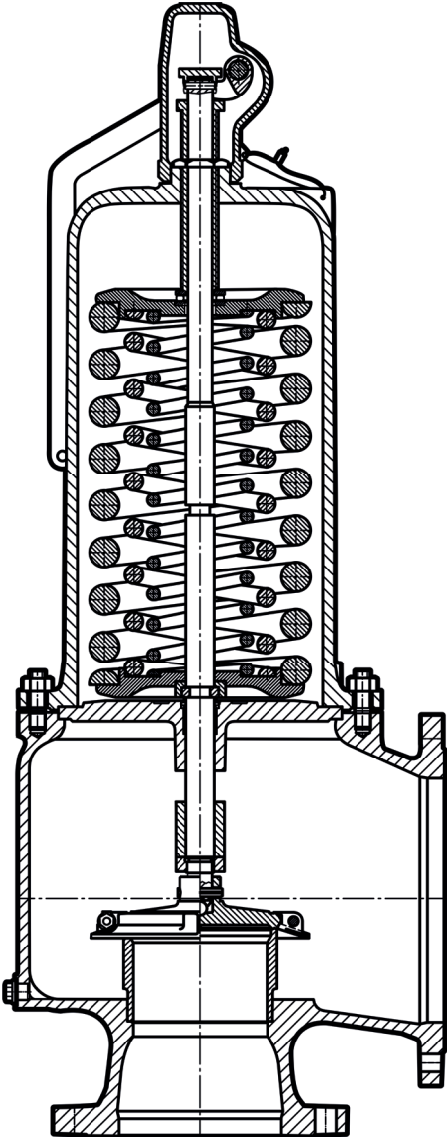
Por otro lado, las válvulas con vástago bipartido presentan una distribución de fuerzas diferente, lo que puede comprometer la estanqueidad del asiento en posiciones no convencionales, haciéndolas más sensibles a pérdidas de sellado cuando se instalan en posición horizontal o invertida.



Es fundamental confirmar con el fabricante la viabilidad de la instalación en posiciones no convencionales, ya que, además de la construcción de la válvula, la presión de apertura también influye en esta posibilidad.

En estos casos, deben adoptarse precauciones adicionales, tales como:

- Garantizar un drenaje eficiente para evitar la acumulación de fluido o condensado en partes esenciales para el funcionamiento de la válvula de alivio de presión. Por ejemplo, en instalaciones horizontales con la descarga orientada hacia abajo, debe asegurarse que el sistema de drenaje impida la acumulación de líquido en la zona de alivio;
- Verificar la presión mínima de ajuste, asegurando que la válvula opere correctamente en la posición seleccionada;
- Realizar mantenimiento preventivo periódico, asegurando que la válvula funcione de manera adecuada. Entre las inspecciones recomendadas, se destaca la verificación del drenaje libre, previniendo bloqueos que puedan comprometer el desempeño del dispositivo.



Modelo High Performance

Capítulo 10

Mantenimiento

10.1. Estanqueidad

La estanqueidad de una válvula de seguridad es esencial para garantizar su funcionamiento adecuado, evitando la pérdida de fluido mientras el sistema opera en condiciones normales. El valor de la tasa de fuga permitida varía según la construcción de la válvula, siendo influenciado por el tipo de sellado y por la presión de operación.

La norma API 527 establece los métodos para la determinación de la estanqueidad del asiento de válvulas de alivio de presión con asiento metálico o blando, abarcando los diseños convencionales, con fuelle y pilotados.

Las tasas máximas de fuga aceptables están definidas para las válvulas de alivio de presión, y en caso de requerirse una estanqueidad superior, esta exigencia debe ser especificada en el pedido de compra.

El medio de prueba utilizado para verificar la estanqueidad del asiento debe ser el mismo que se utiliza para la determinación de la presión de ajuste de la válvula. Para garantizar la seguridad, los procedimientos descritos en la norma deben ser ejecutados por profesionales experimentados en el manejo y funcionamiento de válvulas de alivio de presión.

La norma API 527 establece que la prueba de estanqueidad debe realizarse al 90 % de la presión de apertura de la válvula. Además, define el método de prueba según el fluido utilizado (agua, aire o vapor), especificando las características y procedimientos apropiados para cada caso.

La tasa de fuga permitida para válvulas con asiento metálico operando con gas puede consultarse en la tabla de la API 527, donde se detallan los límites aceptables de fuga bajo diferentes condiciones de prueba.

Table 1—Maximum Seat Leakage Rates for Metal-Seated Pressure Relief Valves

Set Pressure at 15.6 °C (60 °F) kPa gauge (psig)	Ori ce Diameter Less Than or Equal to 18 mm (0.700 in.)		Ori ce Diameter Greater Than 18 mm (0.700 in.)	
	Leakage Rate (bubbles/min)	Approximate Leakage/24 hr Standard m ³ (ft ³)	Leakage Rate (bubbles/min)	Approximate Leakage/24 hr Standard m ³ (ft ³)
103 to 6900 (15 to 1000)	40	0.017 (0.60)	20	0.0085 (0.30)
10,300 (1500)	60	0.026 (0.90)	30	0.013 (0.45)
13,800 (2000)	80	0.034 (1.20)	40	0.017 (0.60)
17,200 (2500)	100	0.043 (1.50)	50	0.021 (0.75)
20,700 (3000)	100	0.043 (1.50)	60	0.026 (0.90)
27,600 (4000)	100	0.043 (1.50)	80	0.034 (1.20)
34,500 (5000)	100	0.043 (1.50)	100	0.043 (1.50)
41,400 (6000)	100	0.043 (1.50)	100	0.043 (1.50)

Para líquidos, la tasa de fuga permitida sigue los siguientes criterios:

- Para válvulas con entrada de 1 pulgada o mayor, la fuga no debe exceder 10 cm³/h por pulgada del tamaño nominal de la entrada;
- Para válvulas con asiento metálico y entrada inferior a 1 pulgada, la fuga no debe superar 10 cm³/h.

Para válvulas con asiento blando, tanto para gases como para líquidos, no debe haber fuga durante un minuto. En el caso de válvulas probadas con vapor, no debe producirse ninguna fuga en el asiento metálico o blando, también durante un período de un minuto.

De esta forma, la prueba de estanqueidad es un procedimiento fundamental, tanto para válvulas nuevas como para aquellas que hayan pasado por mantenimiento, garantizando la ausencia de pérdidas de fluido tras la instalación en el proceso.

10.2. Prueba de Apertura

Al igual que la prueba de estanqueidad, la prueba de apertura es esencial para asegurar el funcionamiento correcto de la válvula de seguridad.

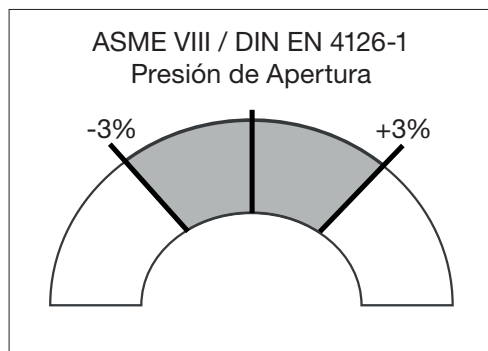
Esta prueba se realiza en banco de pruebas, simulando la apertura de la válvula y verificando su presión de ajuste (Cold Differential Test Pressure – CDTP, en inglés). Si es necesario, la presión de apertura es ajustada, como se explicó en capítulos anteriores, garantizando que la válvula esté calibrada correctamente de acuerdo con los datos del cliente.

En términos generales, todas las normas técnicas recomiendan que la válvula de seguridad sea probada en banco utilizando el mismo estado físico del fluido en el que será instalada en el sistema.

Aplicaciones	Válvula de seguridad accionada por resorte	Válvula de seguridad operada por piloto
	Fluido para la prueba de apertura	
Gás	Ar	Ar
Líquido	Água	Água
Vapor	Vapor	Vapor

Otra información esencial para la realización de la prueba de apertura es la existencia de tolerancias para la presión de tarado (Set Pressure). En Brasil, la norma ASME Sección XIII es ampliamente utilizada, y establece los siguientes valores de tolerancia:

Válvula de seguridad accionada por resorte	Válvula de seguridad operada por piloto
Hasta 70 psi (4,83 bar)	± 2 psi (0,14 bar)
Por encima de 70 psi (4,83 bar)	$\pm 3\%$ do Set Pressure



Para otras normas técnicas, es necesario verificar la tolerancia específica aplicable a este tipo de prueba.

Además, para la correcta ejecución de la prueba de apertura, es esencial utilizar un instrumento de medición adecuado, con precisión compatible y debidamente calibrado, garantizando que la presión de prueba sea correcta.

La norma ASME PTC 25 establece los procedimientos para la realización de pruebas en banco, de acuerdo con el tipo de fluido, tal como se detalla en la figura a continuación.

8-4 BENCH TESTING PROCEDURES

8-4.1 General Features of Tests

There shall be assurance that the pressure relief devices are properly assembled with components that meet the design specification requirements. The pressure relief device shall be clean and ready for test.

The pressure relief device to be tested shall be installed on a test vessel with adapter fittings (flanged, screwed, welded, etc.). See [Figure 4-2.10-1](#) for acceptable adapter fitting contours for minimum inlet pressure drop. Other adapter fittings may be used provided the accuracy of the test is not affected. Operating and environmental conditions shall be maintained in accordance with the requirements of the procedure used. The duration of the test shall be that required to obtain the necessary performance data under stable conditions.

8-4.2 Compressible Fluids

(a) Valves marked for steam service shall be tested on steam. Valves marked for air, gas, or vapor service shall be tested with air or gas.

(b) Pressure relief valve-inlet pressure shall be the static pressure as measured with a pressure tap positioned as shown in [Figure 8-2.2-1](#).

NOTE: For steam testing, the quality of the steam may affect the operational characteristics of the valve. The steam quality may be affected by inadequate moisture separation, an underheated test vessel, and/or improper steam trap operation.

(c) Increase the pressure at the valve inlet to 90% of the expected set pressure. Then increase at a rate equal to 2% of set pressure per second or at a rate that permits accurate pressure readings. Observe and record the set pressure and other pertinent valve characteristics. Decrease the inlet pressure until the valve closes.

This test shall be repeated such that operational characteristics can be computed in accordance with [subsection 9-3](#).

(d) To obtain an accurate reseal pressure measurement, an adequate volume of test medium is required at the valve inlet. When determining this volume, consideration must be given to the cycle time and size of the device being tested relative to the rate of supply of the test medium.

8-4.3 Incompressible Fluids

(a) Valves marked for liquid service shall be tested with water or another suitable liquid.

(b) Pressure relief valve-inlet pressure shall be the static pressure as measured with a pressure tap positioned as shown in [Figure 8-2.2-2](#).

(c) Same as [\[para. 8-4.2\(c\)\]](#).

10.3. Prueba de Contrapresión

Dando continuidad a las pruebas esenciales, tanto para la venta de un producto nuevo como para la realización de mantenimiento, se destaca la Prueba de Contrapresión. Esta prueba se realiza en banco de ensayos y, como lo indica su nombre, consiste en la aplicación de presión en la salida de la válvula. El objetivo principal de esta prueba es verificar:

- La integridad de las juntas en toda la válvula;
- La integridad del fuelle en válvulas del tipo balanceado.

Las principales normas de diseño y construcción establecen la obligatoriedad de la Prueba de Contrapresión, definiendo los procedimientos adecuados y los valores de presión de prueba que deben aplicarse.

En este tipo de prueba, la ejecución se realiza siempre con aire comprimido o nitrógeno, siguiendo las presiones especificadas por la norma de diseño aplicable a la válvula bajo ensayo. A diferencia de las demás pruebas tratadas anteriormente, no es necesario utilizar el mismo estado físico del fluido de operación.

El tiempo de prueba requerido generalmente sigue los criterios establecidos en la tabla siguiente.

Diámetro nominal de Entrada	Duración mínima de la prueba (segundos)
DN ≤ DN 500 (2")	15
DN > DN 50 (2")	60

Como se abordó anteriormente, en válvulas balanceadas, una de las funciones principales del fuelle es aislar la parte inferior del cuerpo de la válvula de la parte superior, donde se encuentran componentes como el vástago, el resorte y el plato del resorte.

Por esta razón, al realizar la prueba de contrapresión en este tipo de válvulas, se debe utilizar el respiro (vent) del bonete para verificar si el fuelle está sellando correctamente o si hay pasaje de fluido hacia la parte superior, lo que indicaría posibles agujeros o defectos.

La prueba consiste en:

- Aplicación de presión a través de la salida de la válvula;
- Uso de una solución jabonosa sobre las áreas inspeccionadas, como por ejemplo:

- Unión entre el cuerpo y el bonete;
- Vent del bonete hacia el fuelle.

El criterio de aceptación para esta prueba, independientemente de la norma aplicada, es siempre la estanqueidad. Esto significa que no debe haber formación de burbujas de aire tras la aplicación de la solución jabonosa, garantizando la integridad de las juntas, conexiones y del fuelle.

10.4. Prueba Funcional de la Palanca

La prueba funcional de la palanca debe realizarse en todas las válvulas de seguridad que cuenten con cualquier tipo de palanca como componente. El objetivo de esta prueba es verificar la operatividad de la palanca, asegurando su correcto funcionamiento en caso de que sea necesario activarla durante la operación del proceso.

Una vez finalizadas las pruebas anteriores, la palanca debe ser instalada y la prueba funcional debe ejecutarse conforme al procedimiento establecido, garantizando su operatividad.

Después de la instalación de la palanca, es fundamental verificar nuevamente la presión de apertura, ya que en algunos casos su fijación puede alterar este parámetro. Si esta variación no es detectada y corregida, la válvula podría quedar mal calibrada, comprometiendo su desempeño.

Además, es esencial asegurar que haya presión en la entrada de la válvula en el momento de la activación de la palanca. La prueba no debe realizarse únicamente con la fuerza mecánica de la palanca, ya que esto podría requerir un esfuerzo excesivo para vencer la fuerza del resorte, provocando daños o rotura de componentes internos de la válvula. Como criterio de aceptación, la palanca debe ser capaz de accionar y permitir la apertura manual del disco, liberando la presión acumulada.

10.5. Cambio de Presión (Rango del Resorte)

En válvulas que han pasado por mantenimiento, uno de los parámetros críticos es el cambio en la presión de apertura original de la válvula. En este caso, es necesario adoptar precauciones para asegurar que la configuración actual de la válvula continúe cumpliendo con los requisitos del proceso.

El primer parámetro a analizar es si el resorte instalado soportará la nueva presión de apertura. Es fundamental que el rango de operación de ese resorte sea confirmado o informado por el fabricante, quien dispone de datos técnicos precisos como el coeficiente elástico y la deformación máxima permitida del resorte.

Por lo tanto, la verificación de la capacidad del resorte no debe realizarse de manera empírica, ya que, aunque el resorte pueda alcanzar la presión requerida en banco, la repetición de aperturas puede comprometer su funcionalidad a lo largo del tiempo.

Por ejemplo, LESER informa directamente este rango en su sitio web, como se ilustra en la figura siguiente.

The screenshot shows a search interface with the following fields and results:

- ARTICLE NUMBER (XXXX.XXXX): 5262.0012
- COLD DIFFERENTIAL TEST PRESSURE (CDTP) IN BARG: 10
- COLD DIFFERENTIAL TEST PRESSURE (CDTP) IN PSIG: 145.04
- Button: FIND
- Section: Springs
- Table with columns: Pressure from (barg), Pressure to (barg), Spring(s), Version, Spring plate, Needle bearing.

Pressure from (barg)	Pressure to (barg)	Spring(s)	Version	Spring plate	Needle bearing
6.81	11.00	Pos. 54: 540.4374.0000	stainless steel, high creep-resistant steel, creep-resistant steel	Pos. 16: 302.8949.0000 Pos. 17: 302.7159.0000	250.0749.0000

Después de esta primera verificación, en caso de que el resorte sea compatible con el nuevo ajuste, es necesario determinar si la presión de apertura será aumentada o reducida. Esta información es esencial, ya que impacta directamente en otros parámetros que deben ser evaluados:

10.5.1. Si la Presión Disminuye

Es necesario realizar un nuevo dimensionamiento, considerando todos los parámetros actualizados, para confirmar si la válvula sigue cumpliendo plenamente con los requisitos del proceso, con especial atención a la capacidad de descarga.

Una disminución en la presión de apertura puede resultar en una reducción de la capacidad de alivio de la válvula, haciéndola insuficiente para la demanda del proceso y comprometiendo la seguridad operativa.

10.5.2. Si la Presión Aumenta

También debe realizarse un nuevo dimensionamiento, considerando los parámetros revisados, para verificar si la válvula sigue siendo adecuada al proceso, especialmente en lo que respecta a un posible sobredimensionamiento de la capacidad de descarga.

Si la válvula opera con una capacidad de alivio excesivamente alta, aumenta el riesgo de chattering (vibración intermitente), fenómeno abordado anteriormente, que puede comprometer la funcionalidad del dispositivo.

Otro factor crítico que debe analizarse es si la clase de presión de la conexión de entrada de la válvula sigue siendo compatible con los nuevos requisitos del proceso. Cada conexión de válvula tiene una presión de trabajo permitida, según su clase de presión, temperatura de operación y material de construcción.

Las válvulas con bridas construidas según la norma ASME B16.5, material ASTM A216 WCB, temperatura de 25 °C y clase de presión 150# tienen una presión máxima de trabajo de 19,6 bar-g, como se muestra a continuación.

Nominal Designation	Forgings	Castings	Plates
C-Si	A105 (1)	A216 Gr. WCB (1)	A515 Gr. 70 (1)
C-Mn-Si	A350 Gr. LF2 (1)	...	A516 Gr. 70 (1), (2)
C-Mn-Si	A537 Cl. 1 (3)
C-Mn-Si-V	A350 Gr. LF6 Cl. 1 (4)
3 ¹ / ₂ Ni	A350 Gr. LF3 (5)

Working Pressures by Classes, bar							
Temp., °C	Class						
	150	300	400	600	900	1500	2500
-29 to 38	19.6	51.1	68.1	102.1	153.2	255.3	425.5
50	19.2	50.1	66.8	100.2	150.4	250.6	417.7
100	17.7	46.6	62.1	93.2	139.8	233.0	388.3
150	15.8	45.1	60.1	90.2	135.2	225.4	375.6
200	13.8	43.8	58.4	87.6	131.4	219.0	365.0

De este modo, si cualquiera de los parámetros analizados no es conforme, será necesario realizar la sustitución completa de la válvula, ya que su permanencia en el proceso representaría un riesgo operacional, pudiendo

comprometer la seguridad y la eficiencia del sistema.

Por este motivo, siempre que haya cambios en los parámetros de la válvula originalmente dimensionada, es esencial repetir todo el proceso de verificación y dimensionamiento, asegurando que la válvula siga siendo adecuada a las nuevas condiciones operativas y esté en pleno funcionamiento.

10.6. Cotas Críticas

Otro parámetro fundamental que debe ser evaluado en válvulas enviadas para mantenimiento es el dimensionamiento de las partes críticas.

La mayoría de los componentes de una válvula no puede ser reparada de forma significativa, como mediante mecanizado o fabricación de piezas nuevas, ya que no se puede garantizar con exactitud características como:

- Peso (que influye directamente en la presión de apertura);
- Rugosidad superficial (puede afectar el deslizamiento del vástago en la guía).

Sin embargo, para componentes que tienen área de sellado, son posibles algunas intervenciones, como el lapidado.

Por esto, todos los fabricantes establecen tolerancias dimensionales para estos componentes, y con el tiempo, el desgaste natural y posibles fugas pueden reducir el espesor de los materiales, haciendo necesaria una intervención correctiva.

De esta manera, es fundamental seguir los parámetros dimensionales proporcionados por el fabricante, asegurando que el boquillo (bocal) y el disco aún se encuentren dentro de las especificaciones recomendadas y que la válvula continúe operando de forma segura y eficiente.

En la figura siguiente se presenta un ejemplo de dimensiones del boquillo y del disco de una válvula de seguridad de LESER.

Table 10.1: seats and discs full nozzle type 457/458

Valve DN	Seat										Disc		
	Diameter				Length				Angle			b (mm)	Tolerance b (mm)
	do Ø (mm)	D Ø (mm)	B Ø (mm)	A Ø (mm)	L (mm)	L ₁ (mm)	L ₂ (mm)	Tolerance L; L ₁ ; L ₂ (mm)	W ₁ [°]	W ₂ [°]	W ₃ [°]		
25	15	16	17	19	130	3	-	-0.2	30	30	30	10.5	-0.1
	20	21	22.5	24.5		3	-	-0.2		60	30		
50	30	32	36	39	162	3.5	12.5	-0.3	30	60	45	12.5	-0.2
	40	43	46	49		3	-	-0.3		-			
80	50	52	55.4	59.4	180	3	4	-0.3	30	60	45	17.0	-0.2
	60	62	66.5	71.5		4	-	-0.3		60			
100	50	52	55.4	59.4	215	3	4	-0.3	30	60	45	17.0	-0.2
	60	64	67.5	71.5		5	-	-0.3	30	60	45	17.0	-0.2
	74	79	82	86		5	6	-0.3	30	60	-	17.0	-0.2
	88	93	99	103		6	-	-0.3	30	60	-	17.0	-0.2
150	110	116	120	124	277.5	5	-	-0.3	30	90	-	17.0	-0.3

Esto es fundamental, ya que cuando los componentes de la válvula están fuera de las tolerancias dimensionales informadas por el fabricante, pueden surgir problemas como:

- Pérdida de estanqueidad, comprometiendo el sellado y provocando fugas no deseadas;
- Fallo en el funcionamiento de la válvula, impidiendo que actúe correctamente según su diseño original.

Por lo tanto, la verificación de estos parámetros debe realizarse siempre con base en el manual de mantenimiento de cada fabricante, asegurando que la válvula continúe operando dentro de las especificaciones técnicas recomendadas.

10.7. Cuidados durante el Montaje y Desmontaje

Por último, es esencial considerar algunos cuidados necesarios durante el montaje y desmontaje de las válvulas de seguridad.

Para garantizar una larga vida útil de una PSV, deben adoptarse buenas prácticas que eviten el desgaste excesivo o daños a los componentes de la válvula. Estos cuidados son fundamentales para preservar la integridad de los materiales y asegurar un funcionamiento fiable y seguro de la válvula a lo largo del tiempo.

El primer cuidado esencial durante el desmontaje de una válvula de seguridad es asegurar que la presión del resorte esté completamente aliviada mediante el tornillo de regulación. Si el desmontaje se realiza con el resorte aún comprimido, la remoción de los tornillos de la tapa superior puede hacer que esta sea proyectada hacia arriba, representando un grave riesgo de accidente para el operador.

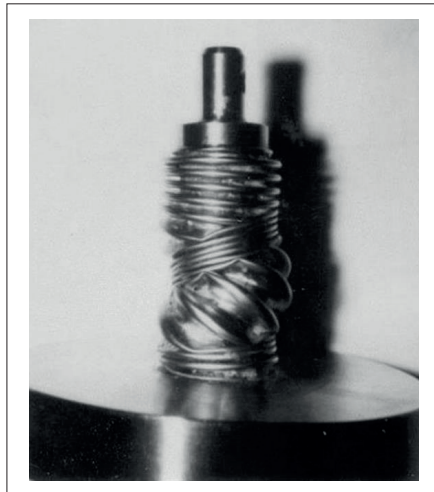
Otro punto crítico al comprimir o descomprimir el resorte mediante el tornillo de regulación es la necesidad de sujetar el vástago. Esto evita que, al ajustar el resorte, el conjunto vástago/disco gire simultáneamente, lo cual podría dañar el sello entre la boquilla y el disco. Como estos componentes están en contacto directo y bajo la fuerza del resorte, cualquier rotación puede comprometer la superficie de sellado, perjudicando la estanqueidad y el funcionamiento adecuado de la válvula.



El bloqueo del vástago para evitar su rotación es aún más crítico en válvulas que cuentan con fuelle de balanceo. Si el vástago gira durante la compresión o descompresión del resorte, el fuelle también podría girar, resultando en daños irreversibles.

Si el fuelle resulta dañado, será necesaria su sustitución, lo que incrementa

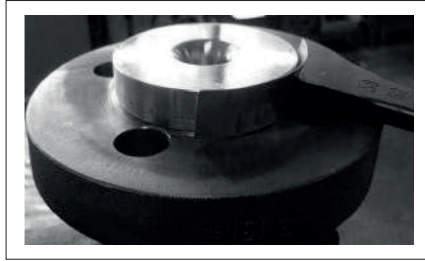
los costos de mantenimiento y el tiempo de indisponibilidad de la válvula. Este riesgo puede evitarse mediante una adecuada sujeción del vástago, garantizando que el ajuste del resorte se realice sin impactos negativos sobre los componentes internos, como se ilustra en la imagen siguiente.



Otro cuidado esencial es el uso de herramientas apropiadas para cada componente de la válvula.

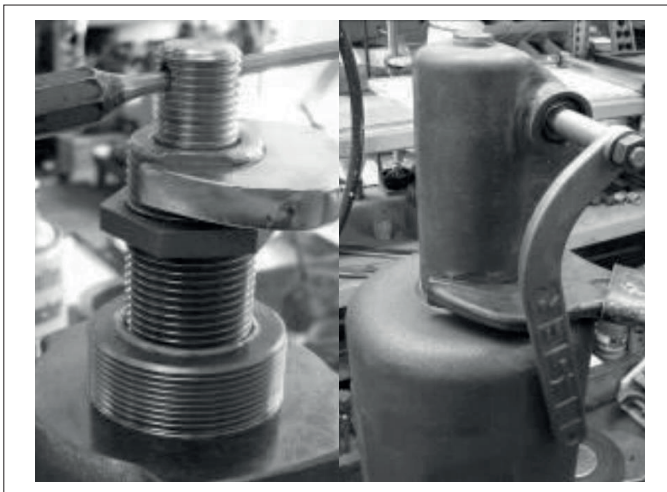
Por ejemplo, como se muestra en la imagen adjunta, la remoción de la boquilla debe realizarse con una llave tipo “C”, que se ajusta correctamente a la pieza, evitando daños en su superficie.

El uso de herramientas inadecuadas, como llaves tipo “grifa”, puede provocar marcas, deformaciones y desgaste excesivo, comprometiendo la integridad del componente y reduciendo significativamente su vida útil. Por lo tanto, el uso de herramientas específicas y bien ajustadas es fundamental para garantizar la durabilidad y el rendimiento adecuado de la válvula.



Una característica importante de las válvulas LESER es que todos los componentes que requieren apriete cuentan con un punto específico para la herramienta adecuada. Esto permite la correcta aplicación del torque sin causar daños mecánicos a los componentes de la válvula.

Este enfoque evita el uso de herramientas inadecuadas, como las llaves tipo grifa, que pueden generar marcas, deformaciones o desgaste prematuro, comprometiendo la integridad y vida útil de la válvula. Por lo tanto, es fundamental utilizar siempre las herramientas apropiadas en los puntos designados, garantizando la seguridad y el rendimiento óptimo del equipo.



El último cuidado esencial a mencionar se refiere al torque aplicado en componentes roscados, tornillos y tuercas.

Es fundamental que el torque se aplique de acuerdo con las especificaciones del fabricante, garantizando:

- La estanqueidad adecuada de la junta, previniendo fugas;
- La preservación de la integridad de las roscas, evitando daños que puedan dificultar futuros mantenimientos.

A continuación, se presenta una tabla de referencia con los valores de torque recomendados por LESER para el capuchón roscado y los tornillos.

Tamaño	Tamaño de la rosca	Torque con junta [Nm]	Tamaño de la llave
0	M 24 x 1.5	60 - 75	SW 27
I	M 33 x 1.5	80 - 100	SW 46
II	M 42 x 1.5	100 - 125	SW 55
III	M 60 x 1.5	140 - 175	SW 75
IV	M 75 x 1.5	175 - 220	SW 95

Material DIN	Material equivalent ASME	min. – max. Torque [Nm]					
		Thread					
		M10	M 12	M 16	M 20	M 24	M 27
Ck 35/ C 35 (1.1181)	Steel	18 - 22	28 - 36	68 - 87	130 - 166	255 - 288	
A4 – 70 (1.4401)	A193 B8M CL2	25 - 30	45 - 58	108 - 138	204 - 261	202 – 258	310 - 345
A4 – 70 (1.4401)	A193 B8M Cl.1	25 - 30	45 - 58	108 - 138	204 - 261	202 – 258	
5.6	-	19 - 22	30 - 39	73 - 93	--	--	--
8.8	-	40 - 45	65 - 84	155 - 198	--	--	--
	A320 Gr. B8M	25 - 30	45 - 58	108 - 138	204 - 261	202 – 258	310 - 345
1.7225	A 193 Gr. B7		55 (50°)	130 (120°)	220 - 250	280 – 300	
	A 320 Gr. L7		55 (50°)	130 (120°)	220 - 250	280 – 300	
	A 320 Gr. L7M		50 – 60	125 - 135	220 - 250	280 – 300	450-480
1.4301	A 193 Gr. B8 CL. 2	25 - 30	45 - 58	108 - 138	204 - 261	202 – 258	
	A 193 Gr. B8T CL. 2			108 - 138	204 - 261		
	A320 Gr. B8 CL. 2	25 - 30	45 - 58	108 - 138	204 - 261	202 - 258	
1.4462	SA-479	25 - 30	45 - 58	108 - 138	204 - 261	202 – 258	310 - 345
1.4501	SA-479	25 - 30	45 - 58	108 - 138	204 - 261	202 – 258	
	A 193 Gr. B7M		60 - 70	135 - 170	220 - 250	280 – 320	
	A453 Gr.660 Class D		70-85	160-190	280-300	340-360	
A5 - 70 (1.4571)		25 - 30	45 - 58	108 - 138	204 - 261	202 – 258	310 - 345
2.4819	N10276	19 - 22	30 - 39	73 - 93	170-185	280-300	
	B8MLCuN-Cl.1B	18 - 22	28 - 36	68 - 87	130 - 166	255 - 288	
2.4360	Monel400		32	70	140	265	
2.4858	Inconel 625	25 - 30	45 - 58	108 - 138	204 - 261	202 – 258	310 - 345
Torque to yield bolts:							
17709	A 193 Gr. B16	-	31 - 37	98 - 118	190 - 228	280 - 320	
	A 193 Gr. B7	-	31 - 37	98 - 118	190 - 228	280 - 320	

Concluyendo, para que una válvula funcione de manera correcta, es fundamental que todos los parámetros y cuidados sean rigurosamente observados desde su concepción, pasando por el dimensionamiento, la instalación y el manejo.

10.8. Centro de Mantenimiento y Reparación de LESER

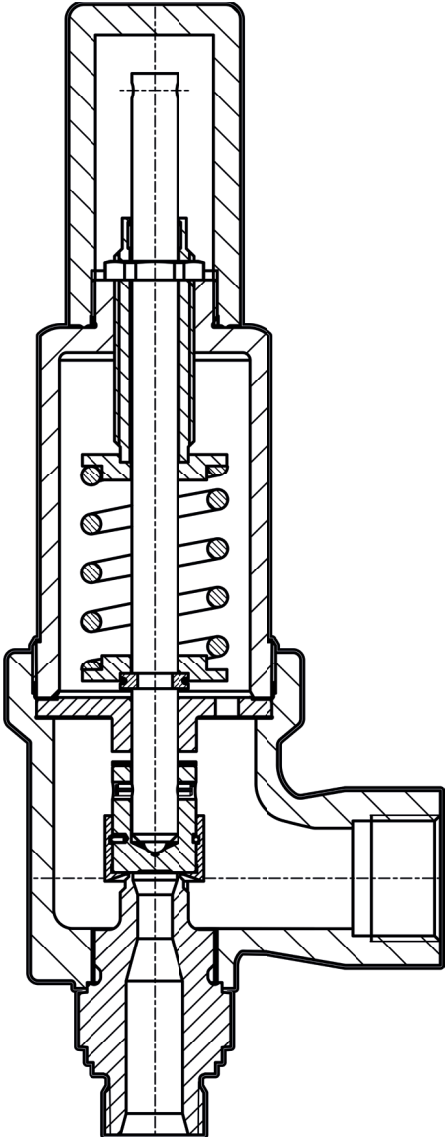
El Centro de Reparación de Válvulas de Seguridad de LESER ofrece una estructura completa del fabricante para la prestación de servicios especializados, estando capacitado para realizar una amplia gama de actividades orientadas a válvulas de todas las marcas en su taller

especializado. Además, cuenta con la certificación del NBBI, conforme a la norma ASME VR (Valve Repair), posicionando a LESER Brasil como un centro de excelencia para el mantenimiento y la reparación de válvulas de cualquier fabricante, incluyendo servicios en plataformas offshore.

El National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors (NBBI), organismo reconocido internacionalmente, certifica a LESER como una empresa calificada para el mantenimiento y la reparación de válvulas de seguridad de cualquier fabricante. La certificación VR del National Board garantiza la competencia de LESER en la ejecución de reparaciones, asegurando que las válvulas mantengan sus características originales conforme al código ASME VIII, además de asegurar el uso de repuestos originales.

La certificación VR (Valve Repair) confirma que la válvula conservará sus especificaciones de fábrica, garantizando conformidad con el Código ASME VIII y la utilización de piezas de repuesto originales durante todo el proceso de mantenimiento y reparación.





Modelo Compact Performance

Capítulo 11

Extras

11.1. Conversión de Unidades y Materiales Disponibles

A continuación, se presentan tablas con conversiones de unidades útiles para operaciones relacionadas con válvulas de alívio de presión, así como para otras áreas de la Ingeniería. Además, se incluye una lista de materiales disponibles, según los componentes de una válvula de alívio de presión, en el inventario de LESER Brasil.

Presión			
Símbolo	Unidad	Equivalencia	Significado
bar	01 bar	100.000 Pa	Pa - Pascal ($\text{Pa} = 1 \text{ N/m}^2$)
		100 kPa	kPa - Kilopascal ($1 \text{ kPa} = 10^3 \text{ Pa}$)
		0,100 MPa	MPa - Megapascal ($1 \text{ Mpa} = 10^3 \text{ kPa} = 10^6 \text{ Pa}$)
		0,987 atm	atm - Atmósfera estándar (Standard Atmosphere)
		1000 mbar	mbar - Milibar ($1 \text{ mbar} = 10^{-3} \text{ bar}$)
		1,019 kgf/cm ²	kgf/cm ² - Kilogramo-fuerza por centímetro cuadrado
		14,504 psi	psi - Libra-fuerza por pulgada cuadrada (lbf/in ²)
		2,088,543 lbf/ft ²	lbf/ft ² - Libra-fuerza por pie cuadrado
		10.197,162 mmH ₂ O	mmH ₂ O - Milímetro de columna de agua
		750,062 mmHg	mmHg - Milímetro de columna de mercurio
		401,463 inH ₂ O	inH ₂ O - Pulgada de columna de agua

Temperatura			
Símbolo	Unidad	Equivalencia	Significado
°C	0 °C Grado Centígrado (Grado Celsius)	33,8 °F	°F - Grado Fahrenheit
		274,15 K	K - Kelvin (Temperatura absoluta)
		0,8 °R	°R - Grado Réaumur
		493,47 °Rankine	°Rankine - Grado Rankine

Caudal Másico			
Símbolo	Unidad	Equivalencia	Significado
kg/h	01 kg/h Kilogramo por hora	0,0003 kg/s	kg/s - Kilogramo por segundo
		0,01667 kg/min	kg/min - Kilogramo por minuto
		24 kg/d	kg/d - Kilogramo por día
		$2,7778 \times 10^{-7}$ t/s	t/s - Tonelada por segundo
		0,000017 t/min	t/min - Tonelada por minuto
		0,001 t/h	t/h - Tonelada por hora
		0,024 t/d	t/d - Tonelada por día
		0,0006123 lb/s	lb/s - Libra por segundo
		0,036743 lb/min	lb/min - Libra por minuto
		2,20462 lb/h	lb/h - Libra por hora
		52,91093 lb/d	lb/d - Libra por día

Caudal Volumétrico			
Símbolo	Unidad	Equivalencia	Significado
m ³ /h	01 m ³ /h Metro cúbico por hora	0,0002778 m ³ /s	m ³ /s - Metro cúbico por segundo
		0,016667 m ³ /min	m ³ /min - Metro cúbico por minuto
		0,27778 L/s	L/s - Litro por segundo
		16,66667 L/min	L/min - Litro por minuto
		1000 L/h	L/h - Litro por hora
		0,07337 gal/s	gal/s - Galón (U.S.) por segundo
		4,40286 gal/min	gal/min - Galón (U.S.) por segundo (gpm)
		264,1721 gal/h	gal/h - Galón (U.S.) por hora
		6340,12873 gal/d	gal/d - Galón (U.S.) por día

Viscosidad			
Símbolo	Unidad	Equivalencia	Significado
cP	01 cP Centipoise	0,001 Pa.s	Pa.s - Pascal segundo (10 P)
		1 mPa.s	mPa.s - Milipascal segundo (1 cP)
		0,01 P	P - Poise (1 dyn.s/cm ² = 1g/(cm.s))

Materiales Disponibles – Cuerpo y Bonete					
Grupo de Materiales	Proceso de Fabricación	Nomenclatura DIN	Nomenclatura ASME / ASTM	Nomenclatura AISI / UNS	Comentarios
Hierro Fundido	Fundido	0.6025	Cast Iron		
Hierro Fundido Dúctil	Fundido	0.7043	SA 395 60-40-18		
Acero al Carbono	Fundido	1.0619	SA 216 - WCB/ WCC		
Acero al Carbono	Placa	1.0460/1.0425	SA 105		
Acero al Carbono Baja Temperatura	Fundido		SA 352 - LCB/ LCC		
Acero al Carbono Alta Temperatura	Fundido	1.7357	SA 217 WC6		
Acero Cromo	Barra	1.4104	N/A		
Acero Inoxidable	Fundido	1.4408	SA 351 CF8M		
Acero Inoxidable	Barra, Fundido, Tubular	1.4404	SA 479 / SA 182 / SA 312 316L		
Acero Inoxidable	Barra	1.4435 - BN2	SA 479 316L		
Acero Inoxidable Alta Temperatura	Fundido	1.4581	SA 351 CF10M		
Acero Inoxidable Alta Temperatura	Barra, Fundido, Tubular	1.4571	SA 479 / SA 182 / SA 312 316Ti		
Acero Inoxidable	Fundido	1.4408	SA 351 CF8M		
Acero Inoxidable Austenítico	Forjado		SA 351 CF3M	J92800	Versión con bajo carbono del material CF8M
Duplex	Fundido	1.4470	SA 995 - CD3MN	J92205	Gr. 4A
Super Duplex	Forjado		SA 995 CD3MWCuN	J93380	Gr. 6A
Super Duplex	Forjado	1.4517	SA 995 CD4MCuN	J93372	Gr. 1B
Base Níquel	Forjado		SA 494 - CX2MW	N26022	Hastelloy C22
Base Níquel	Forjado		SA 494 - CW12MW	N30002	Hastelloy C276
Base Níquel	Forjado		SA 494 - M351	N24135	Monel 400
Base Níquel	Forjado		SA 494 - CW6MC	N26625	Inconel 625

Materiales Disponibles - Asiento (Tobera)					
Grupo de Materiales	Proceso de Fabricación	Nomenclatura DIN	Nomenclatura ASME / ASTM	Nomenclatura AISI / UNS	Comentarios
Acero Inoxidable	Fundido	1.4408	SA 351 CF8M		
Stellite	Fundido	1.4408 / Stellite	SA 351 CF8M Stellite		
Acero Inoxidable	Barra	1.4404	SA 479 316L		
Stellite	Barra	1.4404	SA 479 316L / Stellite		
Duplex	Barra Forjada	1.4462	SA 479 S31803 SA 182 - F51	S31803	
Super Duplex	Barra Forjada	1.4501	SA 479 S32760 SA 182 - F55	S32760	Zeron 100
Base Níquel	Barra	2.4610	SB 574 N06455	N06455	Hastelloy C4
Base Níquel	Barra	2.4602	SB 574 / SB 564 N06022	N06022	Hastelloy C22
Base Níquel	Barra	2.4856	SB 446 - N06625	N06625	Inconel 625
Base Níquel	Barra	2.4360	SB 164 - N04400	N04400	Monel 400
Materiales Disponibles - Disco					
Grupo de Materiales	Proceso de Fabricación	Nomenclatura DIN	Nomenclatura ASME / ASTM	Nomenclatura AISI / UNS	Comentarios
Acero Cromo	Barra	1.4122	MT 440	(AISI 420 RM)	
Acero Inoxidable	Barra	1.4404	SA 479 316L		
Stellite	Barra	1.4404	SA 479 316L / Stellite		
Duplex	Barra Forjada	1.4462	SA 479 S31803 SA 182 - F51	S31803	
Super Duplex	Barra Forjada	1.4501	SA 479 S32760 SA 182 - F55	S32760	Zeron 100
Base Níquel	Barra	2.4610	SB 574 N06455	N06455	Hastelloy C4
Base Níquel	Barra	2.4602	SB 574 / SB 564 N06022	N06022	Hastelloy C22
Base Níquel	Barra	2.4856	SB 446 - N06625	N06625	Inconel 625
Base Níquel	Barra	2.4360	SB 164 - N04400	N04400	Monel 400
Materiales Disponibles - Prisionero					
Grupo de Materiales	Proceso de Fabricación	Nomenclatura DIN	Nomenclatura ASME / ASTM	Nomenclatura AISI / UNS	Comentarios
Acero Inoxidable	Prisionero	1.4401	A4-70 / SA193B8M		

Materiales Disponibles - Tuercas					
Grupo de Materiales	Proceso de Fabricación	Nomenclatura DIN	Nomenclatura ASME / ASTM	Nomenclatura AISI / UNS	Comentarios
Acero Inoxidable	Porca	1.4401	A4-70 / SA 1948M		
Materiales Disponibles - Vástago					
Grupo de Materiales	Proceso de Fabricación	Nomenclatura DIN	Nomenclatura ASME / ASTM	Nomenclatura AISI / UNS	Comentarios
Acero Cromo	Barra	1.4021	420	(AISI 420)	
Acero Inoxidable	Barra	1.4404	SA 479 - 316L		
Duplex	Barra Forjada	1.4462	SA 479 S31803 SA 182 - F51	S31803	
Super Duplex	Barra Forjada	1.4501	SA 479 S32760 SA 182 - F55	S32760	
Base Níquel	Barra	2.4610	SB 574 N06455	N06455	Hastelloy C4
Base Níquel	Barra	2.4602	SB 574 / SB 564 N06022	N06022	Hastelloy C22
Base Níquel	Barra	2.4856	SB 446 - N06625	N06625	Inconel 625
Base Níquel	Barra	2.4360	SB 164 - N04400	N04400	Monel 400
Materiales Disponibles - Resorte					
Grupo de Materiales	Proceso de Fabricación	Nomenclatura DIN	Nomenclatura ASME / ASTM	Nomenclatura AISI / UNS	Comentarios
Acero al Carbono	Barra	1.1200	Acero al Carbono		
Acero Liga Alta Temperatura	Barra	1.8159	Acero Liga Alta Temperatura		
Acero Liga Alta Temperatura	Barra	1.7102	Acero Liga Alta Temperatura		
Acero Inoxidable	Barra	1.4310	302	(AISI 302)	
Inconel	Barra	2.4669	Inconel X750		

11.2. Seleccionando la Línea Correcta de Válvulas

Encuentre la mejor solución de productos para cada tipo de aplicación.

¿Alto porcentaje entre la presión de operación y la presión de ajuste, contrapeso elevado o altura para montaje reducida?



High Efficiency

Válvula de seguridad operada por piloto

¿Aplicaciones sanitarias?



Clean Service

Válvula de seguridad cargada por resorte

¿Servicio crítico o aplicación altamente corrosiva?



Critical Service

Válvula de seguridad cargada por resorte

¿Aplicaciones con especificaciones conforme a la norma API?



API

Válvula de seguridad cargada por resorte

¿Aplicaciones de vapor, gas y líquido con baja capacidad en relación al tamaño de la válvula de seguridad?



Modulate Action

Válvula de seguridad cargada por resorte

¿Letra del orificio requerida **mayor** o igual a F?



High Performance

Válvula de seguridad cargada por resorte

¿Letra del orificio requerida **menor** o igual a F?



Compact Performance

Válvula de seguridad cargada por resorte

¿Aplicaciones de vapor, gas y líquido con baja capacidad en relación al tamaño de la válvula de seguridad?



Best Availability

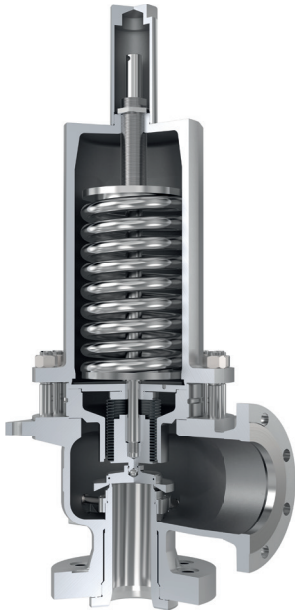
Válvula de Ruptura o Disco de Ruptura

11.3. Portafolio de Productos de LESER

LESER protege a las personas, el medio ambiente y las instalaciones industriales contra la sobrepresión mediante su portafolio de válvulas de alivio de presión. Sus productos se desarrollan y fabrican considerando los requisitos de los códigos, estándares, regulaciones locales y exigencias de sociedades clasificadoras aplicables a cada mercado. Además, LESER es proveedor aprobado por más de 600 clientes de referencia en distintas industrias a nivel mundial.

A continuación, se presenta un resumen general de algunas de las principales características de las válvulas de alivio de presión de LESER:

- Single Trim: utilización de los mismos componentes para vapores, gases y líquidos, lo que reduce la necesidad de repuestos y, en consecuencia, los costos de mantenimiento y almacenamiento;
- Variedad de accesorios para la adaptación al proceso específico, como sensor de proximidad y camisa de calentamiento;
- Amplia gama de estándares de conexión, incluyendo bridas, roscas, clamps y conexiones para soldadura;
- Disponibilidad en aleaciones especiales, como Dúplex, Súper Dúplex, Monel, Hastelloy, Inconel y Titanio;
- Vástago sólido, que reduce la fricción y garantiza una alineación precisa, permitiendo la instalación de la válvula en posiciones no convencionales, como horizontal o invertida;
- Nanotightness LESER, el concepto que reduce en un 50 % la tasa de fuga permitida en relación con los requisitos mínimos de estanqueidad según la norma API 527.



Diámetro

1" - 8"

Orificio

D - T

Presión de Ajuste

1 - 414 bar

Temperatura

-268°C - 538°C

Clase de Presión

150# - 2500#

Materiales

WCB, WC6, CF8M, CF3M,
LCB, Duplex, Monel®,
Hastelloy®

API

Válvulas de seguridad conforme la Norma API 526 con capacidades, dimensiones y materiales estandarizados.

Características

Mayor vida útil gracias a los discos y asientos endurecidos ("Stellited") y fuelle blindado;

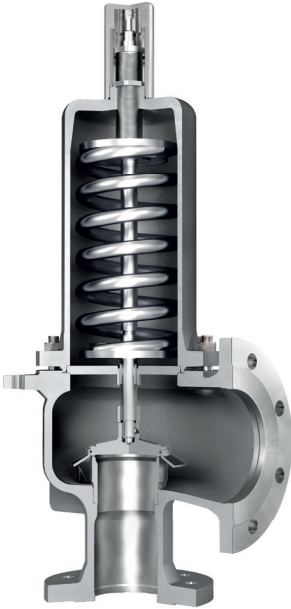
Sellado metal/metal estándar y opción de sellado elástico.

Aplicaciones Industriales

- Óleo y Gas
- Industria Petroquímica
- Industria Química
- Industria Naval



QR Code
API
www.leser.com



High Performance

Válvulas de seguridad para todas las aplicaciones industriale.

Características

Alta capacidad en relación con las normas y los diámetros de las válvulas de seguridad de la línea API;

Sellado metal/metal estándar y opción de sellado elástico.

Diámetro

3/4" - 16"

Orificio

E - X

Presión de Ajuste

1 - 300 bar

Temperatura

-268°C - 538°C

Clase de Presión

150# - 1500#

Materiales

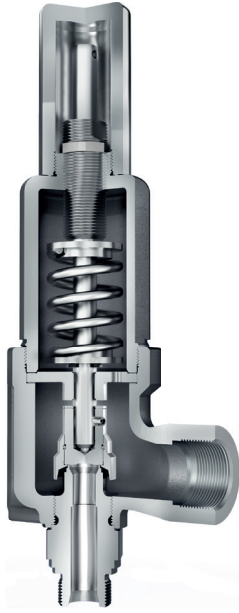
WCB, WC6, CF8M, 316L

Aplicaciones Industriales

- Energía
- Azúcar y Etanol
- Papel y Celulosa
- Industria en General



QR Code
High Performance
www.leser.com



Compact Performance

Válvulas de seguridad con dimensiones compactas y conexiones variadas.

Características

Pueden tener conexiones roscadas o bridadas;

Sellado metal/metal estándar con “Stellited” para mayor durabilidad y opción de sellado elástico.

Diámetro

1/2” - 1”

Orificio

B+ - F

Presión de Ajuste

1 - 950 bar

Temperatura

-268°C - 450°C

Clase de Presión

150# - 2500#

Materiales

WCB, CF8M, 316L

Aplicaciones Industriales

- Óleo y Gas
- Industria Petroquímica
- Gases Técnicos
- LNG y LPG



QR Code
Compact Performance
www.leser.com

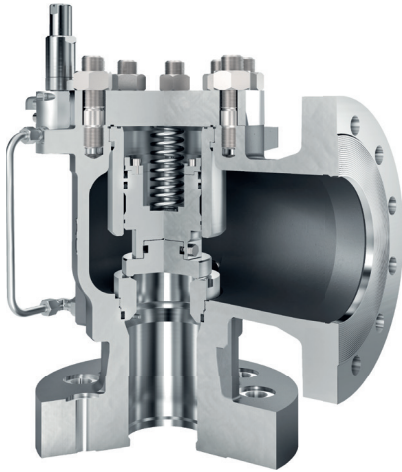
High Efficiency

Soluciones para alta eficiencia de la planta industrial.

Características

Máxima estanqueidad al operar con una presión de trabajo de hasta el 97 % de la presión de ajuste;

Contrapresión de hasta el 95 % de la presión de ajuste.



Diámetro

1" - 8"

Orificio

D - T+

Presión de Ajuste

1 - 689 bar

Temperatura

-268°C - 538°C

Clase de Presión

150# - 2500#

Materiales

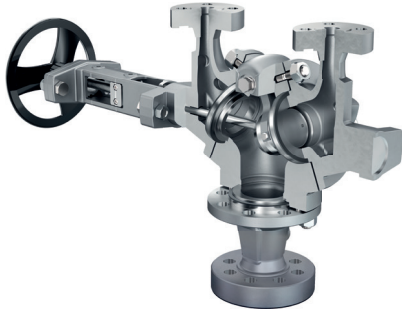
WCB, CF8M, CF3M, LCB,
Duplex, Monel®, Hastelloy®

Aplicaciones Industriales

- Óleo y Gas
- Industria Petroquímica
- Industria Química
- Industria Naval



QR Code
High Efficiency
www.leser.com



Best Availability

Soluciones para alta disponibilidad de la planta industrial.

Características

Disponibilidad 24/7, sin necesidad de interrupción para el mantenimiento de las válvulas;

Manejo sencillo, con la opción de una válvula de cambio en la entrada y otra en la salida de las válvulas.

Diámetro

1" - 16"

Orificio

-

Presión de Ajuste

-

Temperatura

-273°C - 450°C

Clase de Presión

150# - 1500#

Materiales

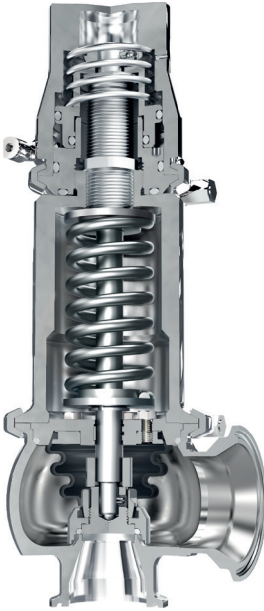
WCB, CF8M, LCB

Aplicaciones Industriales

- Óleo y Gas
- Industria Petroquímica
- Industria Química
- Industria Naval



QR Code
Best Availability
www.leser.com



Diámetro

3/4" - 4 1/2"

Orificio

C - P-

Presión de Ajuste

1 - 68 bar

Temperatura

-268°C - 538°C

Clase de Presión

150# - 300#

Materiales

316L

Clean Service

Válvulas de seguridad para aplicaciones sanitarias.

Características

Disponibilidad de conexiones sanitarias (Clamp y SMS);

Válvula con opción para procesos de limpieza (CIP) y esterilización (SIP).

Aplicaciones Industriales

- Industria Farmacéutica
- Industria Cosmética
- Alimentos y Bebidas
- Industria Química



QR Code
Clean Service
www.leser.com



Diámetro

1" - 4"

Orificio

F+ - P

Presión de Ajuste

1 - 16 bar

Temperatura

-29°C - 200°C

Clase de Presión

150#

Materiales

WCB + PTFE

Critical Service

Válvulas de seguridad con revestimiento de PTFE para fluidos corrosivos.

Características

Válvula adecuada para fluidos corrosivos, ya que está completamente revestida con PTFE en las áreas de contacto;

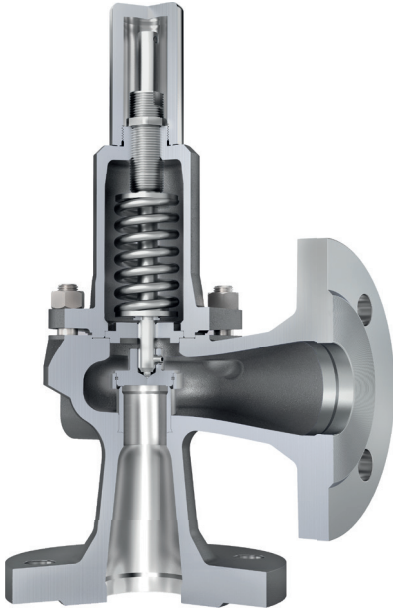
Revestimiento opcional conforme a ATEX para evitar carga electrostática.

Aplicaciones Industriales

- Alimentos y Bebidas
- Industria Química
- Azúcar y Etanol
- Papel y Celulosa



QR Code
Critical Service
www.leser.com



Diámetro

1/2" - 6"

Orificio

C- - N-

Presión de Ajuste

1 - 160 bar

Temperatura

-268°C - 450°C

Clase de Presión

150# - 600#

Materiales

WCB, CF8M

Modulate Action

Válvulas de alivio principalmente para aplicaciones con líquidos.

Características

Apertura proporcional durante todo el recorrido de la válvula, permitiendo una menor pérdida de fluido al actuar;

Sello metal/metal estándar y opción de sello blando.

Aplicaciones Industriales

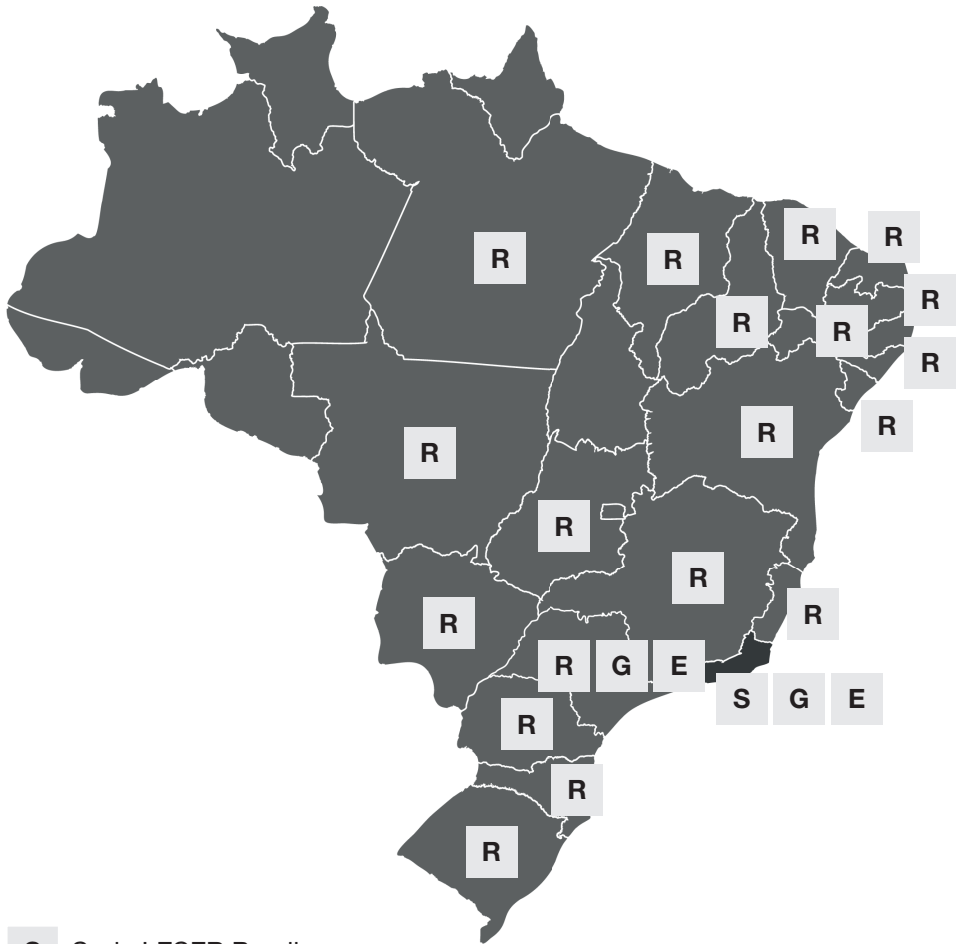
- Industria Farmacéutica
- Óleo y Gas
- Industria Petroquímica
- Industria en General



QR Code
 Modulate Action
www.leser.com

11.4. Servicio Local

Vea abajo la distribución del servicio de LESER Brasil en todo el territorio nacional, con su equipo de Ventas y sus Representantes locales.



- S** Sede LESER Brasil
- R** Representante LESER
- G** Gerente de Cuentas
- E** Ejecutivo de Ventas

11.5. Unidades de LESER en el Mundo

Vea todas las unidades de LESER en el mundo en el mapa a continuación, con sus respectivos países y ciudades.

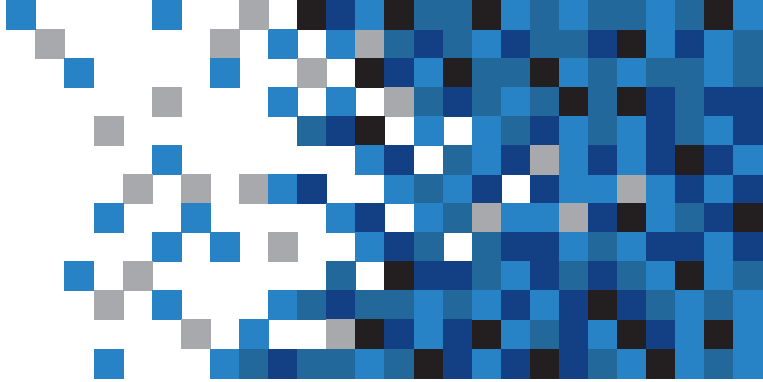


País	Ciudad
Alemania	Hamburgo
Alemania	Hohenwestedt
Baréin	Manama
Brasil	Rio de Janeiro
China	Tiajin
EUA	Charlotte
Francia	Toulouse
India	Mumbai
Polonia	Poznan
Singapur	Singapur



Referencias

Norma	Descripción	Edición	Año
LESER GmbH & Co. KG	Engineering Book, o Manual Técnico da LESER	2	2021
AD 2000-Merkblatt A2	Safety devices against excess pressure – Safety valves	-	2020
API 520, Part 1	Sizing, Selection, and Installation of Pressure-relieving Devices, Part I - Sizing and Selection	10	2023
API 520, Part 2	"Sizing, Selection, and Installation of Pressure-relieving Devices, Part II - Instalation	7	2020
API 521	Pressure-relieving and Depressuring Systems	7	2020
API 526	Flanged Steel Pressure-Relief Valves	7	2017
API 527	Seat Tightness of Pressure Relief Valves	5	2020
ASME B16.5	Pipe Flanges and Flanged Fittings	-	2021
ASME PTC 25	Performance Test Codes	-	2018
ASME Sec. I	Rules for Construction of Power Boilers	-	2021
ASME Sec. II	Materials	-	2021
ASME Sec. VIII	Rules for Construction of Pressure Vessels	-	2021
ASME Sec. XIII	Rules for Overpressure Protection	-	2021
DIN 12266-1	Industrial valves – Testing of metallic valves – Part 1: Pressure tests, test procedures and acceptance criteria - Mandatory requirements	-	2012
DIN 12266-2	Industrial valves – Testing of valves Part 2: Tests, test procedures and acceptance criteria – Supplementary requirements	-	2003
DIN EM ISO 4126-5	Safety devices for protection against excessive pressure – Part 5: Controlled safety pressure relief systems (CSPRS)	-	2013
DIN EM ISO 4126-7	Safety devices for protection against excessive pressure – Part 7: Common data	-	2016
DIN EN ISO 4126-1	Safety devices for protection against excessive pressure – Part 1: Safety valves	-	2016
DIN EN ISO 4126-4	Safety devices for protection against excessive pressure – Part 4: Pilot operated safety valves	-	2016
DIN EN ISO 4126-9	Safety devices for protection against excessive pressure – Part 9: Application and installation of safety devices excluding stand-alone bursting disc safety devices	1	2016
NBIC Part 4	Pressure Relief Devices	-	2023
NR-13	Caldeiras, Vasos de Pressão, Tubulações e Tanques metálicos de armazenamento	-	2022



Legado para la comunidad técnica brasileña

Reconociendo la dificultad de acceso a materiales técnicos sobre válvulas de seguridad en idioma portugués, los coautores de este libro asumieron el compromiso de desarrollar un contenido accesible, estructurado y de alta calidad técnica, con el propósito de contribuir a la difusión del conocimiento y al fortalecimiento de la base técnica nacional.

Este trabajo fue concebido para dejar un legado duradero a la comunidad técnica brasileña, reuniendo conceptos fundamentales, buenas prácticas de aplicación e información capaz de apoyar a profesionales de diferentes niveles de experiencia. La expectativa es que ingenieros, técnicos, mecánicos y demás profesionales que trabajan con válvulas de seguridad encuentren en este material una fuente confiable de consulta y aprendizaje continuo.

Más que facilitar el acceso al conocimiento, este contenido busca estimular la reflexión técnica, promover la estandarización de prácticas y contribuir al aumento de la seguridad operacional. Deseamos que esta lectura sea útil e inspiradora, sirviendo como referencia para decisiones más seguras, eficientes y alineadas con las mejores prácticas del mercado.

