



## Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

### Informe De Residencia Profesional.



#### Proyecto:

Mantenimiento, pruebas y calibración de válvulas de seguridad para eliminar o reducir el riesgo que se produzcan los accidentes de trabajo.

#### Nombre de la empresa:

Complejo Petroquímico Morelos (PEMEX).



Carrera: Ing. Mecánica

#### Alumno:

Carpio León Victor Amin

**No. Control:** 10270748

**Periodo de Realización:** AGOSTO-DICIEMBRE 2014



<b>INDICE</b>	<b>Pág.</b>
INTRODUCCION.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	2
OBJETIVOS .....	3
<b>CAPITULO 1 ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA .....</b>	<b>4</b>
1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....	4
1.2 ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DE LA EMPRESA.....	6
1.3 UBICACIÓN GENERAL Y ESPECÍFICA DE LA EMPRESA.....	7
1.4 GIRO DE LA EMPRESA .....	8
1.5 POLITICAS DE LA EMPRESA .....	9
1.6 MISION Y VISION .....	10
1.7 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN QUE PARTICIPO .....	10
<b>CAPITULO 2 VALVULAS DE SEGURIDAD .....</b>	<b>14</b>
2.1 VÁLVULAS DE SEGURIDAD (SEGURIDAD-ALIVIO).....	14
2.2 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	15
2.3 FUNDAMENTO TEÓRICO.....	16
2.3.1 Válvulas de seguridad (relevos de presión).....	16
2.3.2 Definición de las válvulas de seguridad .....	17
2.4 TIPOS DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD .....	17
2.5 VÁLVULA DE ALIVIO.....	20
2.5.1 Válvulas de alivio de expansión térmica.....	20
2.5.2 Válvulas de seguridad-alivio.....	21
2.6 PRINCIPIOS DE OPERACIÓN .....	24
2.7 VIDA ÚTIL.....	25
2.8 APLICACIONES Y LIMITACIONES DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD.....	25
2.9 ELEMENTOS CONSTITUYENTES DE UNA VÁLVULA DE SEGURIDAD Y SU FUNCIONAMIENTO.....	26
2.9.1 Válvula de seguridad equilibrada o compensada de fuelle con pistón auxiliar..	27
2.9.2 Características De Elementos Internos .....	28
2.9.3 Funcionamiento. ....	31
2.10 VALOR DE TARADO .....	32
2.11 CLASIFICACIÓN DE LAS VÁLVULAS SEGÚN SU CONEXIÓN .....	33
2.12 MONTAJE.....	33
2.13 FALLAS FUNCIONALES.....	34
2.14 MEDIDAS DE SEGURIDAD .....	35

2.15 AVISOS.....	36
2.16 CARACTERÍSTICAS DE SEGURIDAD DE LAS VÁLVULAS .....	36
2.17 CONCEPTOS DE OPERACIÓN DE LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD .....	37
2.19 ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN.....	42
2.20 EMPALME.....	43
2.20.1 Línea De Entrada .....	43
2.20.2 Línea De Descarga .....	43
2.21 HERMETICIDAD O SELLO .....	44
2.22 BANCO DE PRUEBAS.....	46
2.23 CALIBRACIÓN .....	50
2.23.1 Válvulas Calibradas Con Aire O Vapor De Agua.....	50
2.24 AJUSTE DE BLOWDOWN.....	51
2.25 MEDICIONES DE PRESIÓN.....	51
2.26 MANÓMETROS .....	53
2.26.1 Instrucciones De Seguridad Y Conservación .....	53
2.26.2 Tipos De Manómetros.....	53
2.26.3 Criterios De Selección De Manómetros .....	55
2.27 MANTENIMIENTO A LAS VÁLVULAS .....	55
<b>CAPITULO 3 PROCEDIMIENTO TÉCNICO Y OPERATIVO PARA EL MANTENIMIENTO, PRUEBAS Y CALIBRACIÓN DE VÁLVULAS DE RELEVO DE PRESIÓN (SEGURIDAD Y ALIVIO) PARA REDUCIR LOS RIEGOS DE ACCIDENTES.....</b>	<b>58</b>
3.1 ANTECEDENTES DE LA VÁLVULAS.....	60
3.1.1 Responsabilidades.....	60
3.1.2 Documentos De Información.....	61
3.1.3 Definiciones .....	61
3.1.4 Frecuencias .....	62
3.1.5 Medidas De Seguridad, Salud Ocupacional Y Protección Ambiental .....	63
3.1.6 Especialista En Seguridad. ....	64
3.2 INSPECCIÓN EN SITIO.....	64
3.3 DESMONTAJE DE VÁLVULA DE RELEVO DE PRESIÓN.....	66
3.3.1 Transporte Al Taller. ....	66
3.4 INSPECCIÓN VISUAL (EXTERNA E INTERNA) PRELIMINAR EN EL TALLER....	67
3.5 PRUEBA PRE-POP.....	68
3.6 INSPECCIÓN INTEGRAL Y MANTENIMIENTO EN TALLER.....	71
3.6.1 Desarmado de las Válvulas .....	71

3.6.2 Inspección Detallada A Los Componentes Limpios.....	76
3.6.3 Los Puntos Que Deben Ser Verificado En El Mantenimiento: .....	77
3.6.4 Técnica De Maquinado Y Lapeado De Sellos .....	77
3.6.5 Armado de las válvulas. ....	79
3.7 PLACA DE IDENTIFICACIÓN DE LA VÁLVULA .....	80
3.8 PRUEBA DE AJUSTE DE RELEVO DE PRESIÓN POR PARTE DE MANTENIMIENTO. (CALIBRACIÓN) .....	81
3.9 PRESIÓN DE DISPARO (DETONACIÓN) .....	81
3.10 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA PARA VÁLVULAS DE SEGURIDAD Y DE SEGURIDAD-ALIVIO. ....	82
3.10.1 Procedimiento De Prueba Para Válvulas De Alivio: .....	82
3.11 PRUEBA DE HERMETICIDAD.....	84
3.12 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA PARA VÁLVULAS CON .....	84
BONETE CERRADO.....	84
3.13 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA PARA VÁLVULAS CON .....	85
BONETE ABIERTO O PALANCA ACTUADORA .....	85
3.14 INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO, PRUEBA Y AJUSTE DE VÁLVULAS DE RELEVO DE PRESIÓN QUE CUMPLEN CON ASME SECCIÓN VIII DIV 1. (API-576, 6.2.17).....	87
3.15 INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO, PRUEBA Y AJUSTE DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD PARA CALDERAS QUE CUMPLEN CON ASME SECCIÓN I. (API-576, 6.2.18).....	88
3.16 INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO Y PRUEBA DE LAS VÁLVULAS DE RELEVO DE PRESIÓN OPERADAS POR PILOTO. (API-576, 6.2.19) .....	88
3.17 PERIODICIDAD DE LA INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO Y PRUEBA. ....	89
3.18 TRANSPORTE A LA PLANTA .....	89
3.19 MONTAJE .....	89
3.20 ENTREGA A USUARIO .....	90
3.21 PARA EL CASO DE INSTALACIONES NUEVAS. ....	90
3.22 CONTROL DE MODIFICACIONES .....	91
3.23 REGISTROS Y CONTROL DE LA INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO Y PRUEBA. .....	92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	94
RECOMENDACIONES .....	95
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	96
ANEXOS.....	97

## INTRODUCCION

En la industria constituyen sistemas que operan a presión, como: tuberías, recalentadores, reactores, calderas y algunos dispositivos o aparados a presión, por lo tanto pueden estar sometidos a presiones superiores a la de diseño, con el consiguiente riesgo de una explosión, pudiendo causar graves consecuencias tanto para las personas como para las instalaciones cercanas. Para poder prevenir este riesgo se instalan en estos equipos las llamadas válvulas de seguridad, con la finalidad de liberar la presión cuando hay una sobrepresión en el equipo, que puede manejar un fluido compresible o incompresible. Dado el caso son un elemento clave de seguridad utilizado ampliamente en la industria y exigido reglamentariamente y en especial cuando se manejan productos peligrosos en los equipos, por lo que es importante que estos dispositivos estén funcionando adecuadamente y se le haga un correcto mantenimiento para no afectar en su entorno.

Una de las importancias u objetivo del proyecto que se dará a conocer son las características constructivas y de funcionamiento de estos dispositivos, así como proporcionar una serie de guías y recomendaciones para realizar una correcta instalación y mantenimiento, para tener en cuenta que no llegue a suceder un accidente por un error de diseño o de actuación en el equipo y así proteger tanto los trabajadores u operarios encargados y establecer una gran seguridad en el área de trabajo.

El proyecto tiene como finalidad resguardar la seguridad del trabajador de modo que se actualizara las memorias de cálculos, los diagramas de instrumentación y tubería, revisión de las actas de pruebas, elaboración de los reportes fotográficos de las válvulas de seguridad.

La mayor parte de las empresas tienen diferentes áreas de trabajos de modo que hay variantes en las condiciones del medio ambiente y esto provoca que los dispositivos que operan en esas condiciones tengan una mayor seguridad debido a su entorno ya que, la presión y temperatura del ambiente son factores muy importantes para estos dispositivos y, si no se toman en cuenta provocara accidentes en el área de trabajo e incluso cuando se manejan fluidos peligrosos que puede llegar a ser fatal.

## JUSTIFICACIÓN

El realizar este proyecto sería de gran importancia relevante ya que, se pretende dar mejor capacitación a los empleados para que tengan conocimiento del riesgo que podría causar si una válvula no se encuentra operando en condiciones indicadas así como explicar la manera de dar mantenimiento a las válvulas modernas, también que el personal tenga conocimiento de equipos de seguridad que se deben usar para realizarla tarea del mantenimiento así de como descontaminar la válvula según el fluido que maneje de esta manera se evitara accidentes y una de las ideas es incorporar el programa SSPA (seguridad, salud laboral, protección ambiental) este programa es un sistema muy bien estructurado que se enfoca a la mejora de esta empresa y que toma como referencia los valores mencionados dándole las más alta prioridad para la producción, el transporte, las ventas, la calidad y los costos.

El innovar este programa el mantenimiento de válvulas da un enorme beneficio de manera que se orienta al trabajador y el operario a darle el uso adecuado al equipo de seguridad, tener en condiciones óptimas el área de trabajo para evitar accidentes por falta de higiene así como la protección del medio ambiente, este es un punto muy importante que toma SSPA de manera que se eviten y prevengan todo tipo de accidentes en la empresa donde todos son responsables de su salud y el cuidado ambiental.

Es por ello la propuesta y el gran interés de este proyecto puesto que nos ayudara a tener en cuenta el riesgo que pueden tener tanto equipos como instalaciones dentro de la industria y fuera de ellas que afecten a la empresa en actividades productivas o en caso de compañías que afecten en la entrega de los trabajos. Así mismo explicara el cómo llevar a cabo una planeación y programación para aplicar el mantenimiento.

También se hablara de los tipos de mantenimiento que hay y que son necesarios para que el equipo e instalaciones trabajen en su más alta eficiencia y capacidad sin ningún riesgo de que lleguen a fallar.

## OBJETIVOS

### Generales

Elaborar un programa donde dará un amplio concepto y conocimiento a el personal de la empresa de la importancia del mantenimiento y calibración a las válvulas de seguridad y/o relevo de presión así como un amplio criterio de uso adecuado de los equipos de seguridad para su salud laboral y el cuidado ambiental tomando como referencia la norma ISO 14000.

### Específico

- ❖ Evitar los incidentes-accidentes por la falla de estos dispositivos por las fugas de fluidos.
- ❖ Facilitar al personal técnico y manual un procedimiento que describa claramente la secuencia de actividades para realizar el mantenimiento, las pruebas y ajustes de determinada válvula de relevo de presión.
- ❖ Mejorar el sistema de calidad de las empresas con el mantenimiento oportuno a equipos e instalaciones.
- ❖ Disminuir fallas en equipos e instalaciones.
- ❖ Disminuir el impacto ambiental con ayuda del mantenimiento que se presentara
- ❖ Acudir al área para tomar muestras fotográficas de cada una de las válvulas para realizar un álbum fotográfico, en donde se reportara el estado físico de las válvulas.

## **CAPITULO 1 ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA**

Complejo Petroquímico Morelos (PEMEX)

**Giro:** Industrial

**Dirección:** Ejido gavilán allende s/n col. Nueva pajaritos

**Ciudad y estado:** Coatzacoalcos Veracruz.

Localizado al este de la ciudad de Coatzacoalcos, a 7 kilómetros de la carretera Coatzacoalcos – Villahermosa.

El objetivo principal de este centro de trabajo es el de elaborar y comercializar productos petroquímicos.

Opera con 9 plantas de proceso donde se elaboran productos petroquímicos derivados del etileno y Propileno obteniéndose como productos principales Óxido de Etileno, Glicoles, Acrilonitrilo, Polietileno de alta densidad entre otros.

### **1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA**

El Complejo Petroquímico Morelos es una empresa mexicana, filial de PEMEX petroquímica desde 1997; orientada fundamentalmente a productos que la petroquímica mexicana requiere como materia prima para la industria procesadora y transformadora de fibras sintéticas, plastificante, resinas sintéticas, elastómeros solventes entre otros, es decir se elaboran y comercializan productos petroquímicos no básicos. Es una de la empresa más importantes en América Latina dentro del ramo e inicio operaciones en julio 1988 y actualmente está formado por nueve plantas de proceso, así como diversas instalaciones de integración, servicio auxiliares, apoyo y protección ambiental. La capacidad de las plantas de proceso y servicios auxiliares está a la altura de las más grandes en el mundo, lo que permite obtener grandes volúmenes de producción y una operación bastante estable y segura de sus instalaciones.

## **Principales plantas:**

- **1988 Oxido Etileno**

La planta de óxido de etileno y glicoles está diseñada para producir 200,000 Ton/año de óxido de etileno mediante un proceso de oxidación directa del etileno con oxígeno de alta pureza en presencia de un catalizador solido de óxido de plata, llevándose a cabo la reacción en cuatro reactores multitubulares.

- **1988 Oxigeno**

Esta planta con una capacidad de producción de 350,000 Ton/año de oxigeno de alta pureza, tiene como objetivo suministrar el oxígeno requerido por los procesos de las plantas de óxido de etileno y acetaldehído. La carga a esta planta es aire atmosférico, el cual después de filtrarse y comprimirse pasa a un oxidado catalítico donde se eliminan las trazas de hidrocarburos, CO<sub>2</sub> y humedad.

- **1989 Etileno**

Esta planta está diseñada para producir 500,000 Ton/año de etileno de alta pureza, el cual sirve de cargas a las plantas de óxido de etileno, acetaldehído y polietileno de alta densidad en el mismo complejo; enviándose los excedentes de producción a exportación vía Terminal Refrigerada Pajaritos.

- **1989 Polietileno de alta densidad**

Esta planta está diseñada para producir 100,000 Ton/año de polietileno de alta densidad a partir de un proceso de polimerización slurry con etileno de alta pureza en presencia de compuesto órganos metálicos como catalizador (tipo Ziegler).

- **1990 Acetaldehído**

La capacidad de procesamiento de esta planta es de 150,000 Ton/año de acetaldehído, el cual se produce de acuerdo a un proceso de oxidación directa del etileno (proceso Wacker-Hoechst) con oxígeno de alta dureza en el reactor vertical en presencia de una solución catalítica de cloruros metálicos.

- **1991 Acrilonitrilo**

Esta planta está diseñada para producir 50,000 Ton/año de acrilonitrilo, el cual se produce el hacer reaccionar amoniaco, propileno y aire en un reactor vertical de lecho fluid izado en

presencia de un catalizador selectivo para la producción de acrilonitrilo, obteniendo como subproductos ácido cianhídrico, acetonitrilo, monóxido y dióxido de carbono, nitrógeno y agua.

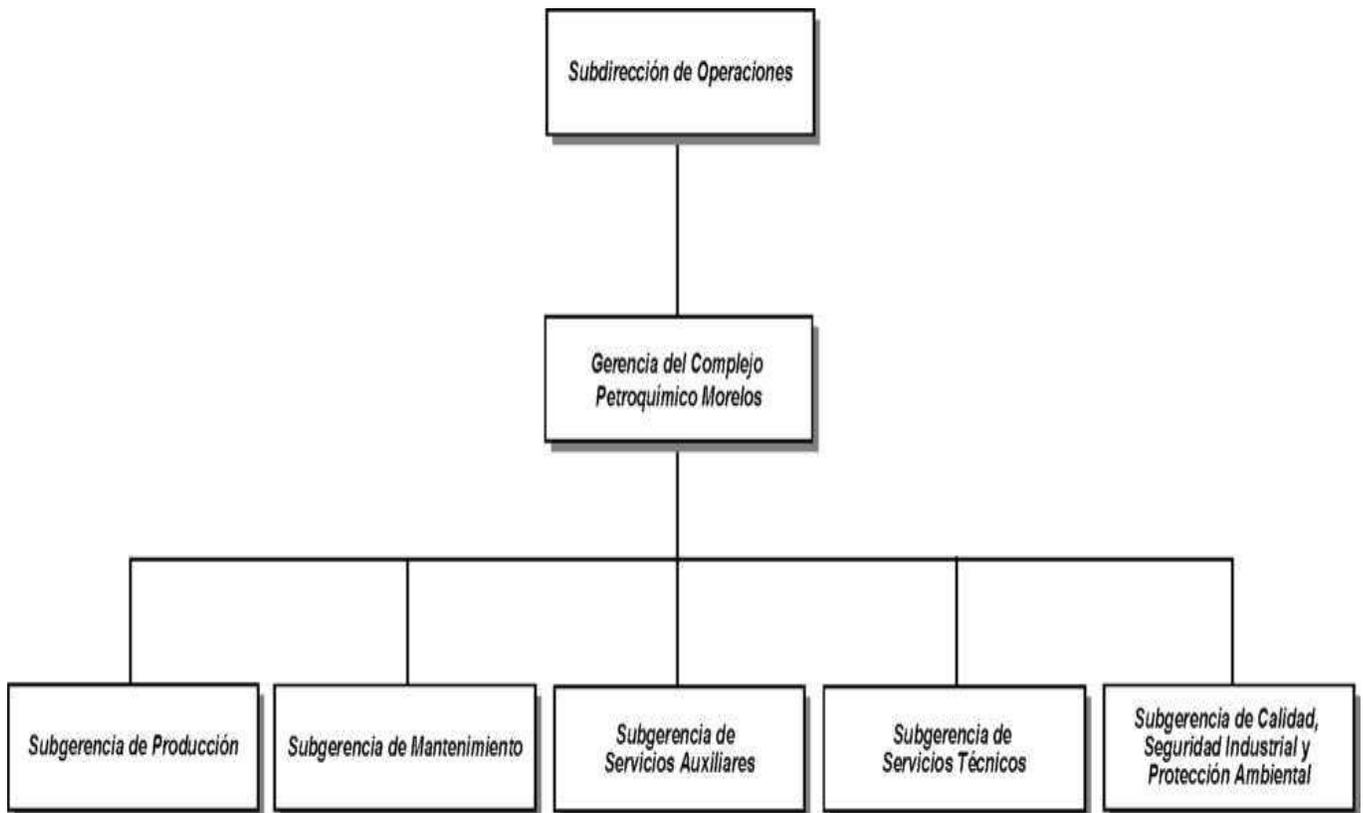
- **Polipropileno**

La capacidad de producción de esta planta es de 100,000 Ton/año estando diseñada para producir 23 granos diferentes de resina: moldeo por inyección, grado película, grado cinta, grado fibra y moldeo por soplado.

- **Propileno**

La planta de propileno consiste en la deshidratación catalítica del propano bajo el proceso HOUDRY CATOFIN y con la ingeniería de detalle de BICONSA para la producción de propileno, bajo la licencia HOUDRY/ABB LUMMUS para una capacidad de producción de 350,000 Ton/año. (100,000 Ton/año de propileno al 95% de pureza y 250,000 Ton/año al 99.7% de pureza). Esta planta no está operando actualmente.

## 1.2 ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DE LA EMPRESA



### 1.3 UBICACIÓN GENERAL Y ESPECÍFICA DE LA EMPRESA.

El Complejo Petroquímico Morelos, se localiza en la parte sur de México, en el territorio correspondiente al estado de Veracruz. Es uno de los complejos más grandes en Latinoamérica, con una extensión territorial de 475 hectáreas.



Fig.1 Ubicación del Complejo Petroquímico Morelos

#### Ubicación específica

El Complejo Petroquímico Morelos, se localiza en la parte sur del estado de Veracruz al este de la ciudad de Coatzacoalcos, aproximadamente a 7 km. De la carretera Coatzacoalcos – Villahermosa. Sus instalaciones ocupan un área total de 475 hectáreas, localizadas en la importante región industrial conformada por Minatitlán, Cosoleacaque, Coatzacoalcos, pajaritos y Cangrejera.

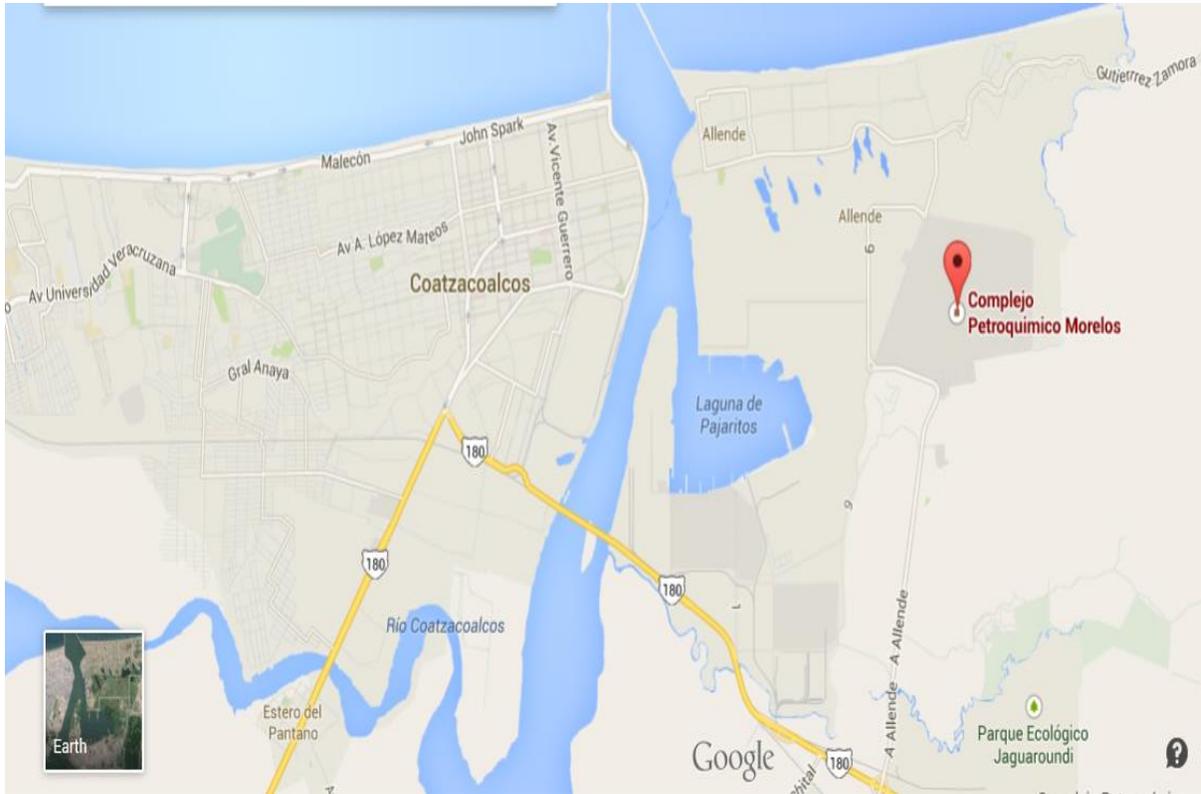


Fig.2 Ubicación Especifica del Complejo Petroquímico Morelos

#### 1.4 GIRO DE LA EMPRESA

En el Complejo Petroquímico Morelos se procesan principalmente hidrocarburos líquidos provenientes de instalaciones de Chiapas y tabasco y se reciben además corrientes secundarias de otros centros del sistema, los hidrocarburos líquidos son preparados para obtener etano, propano, butano, cada uno de los cuales origina una cadena de petroquímica básica. El etano sigue un proceso que tiene lugar en cuatro plantas, para obtener en principio el etileno y los glicoles del etileno.

A su vez el propano sirve de carga a un grupo de cuatro plantas, para producir propileno y obtener de este, polipropileno, alcohol isopropilico y acrilonitrilo. Por último el butano es la base para la obtención del butadieno, estos petroquímicos constituyen por su parte, la materia prima de la petroquímica secundaria que los transforma en los productos finales para el consumo de la población.

## 1.5 POLITICAS DE LA EMPRESA

### Política

Ser una empresa eficiente y competitiva, que se distingue por el esfuerzo y compromiso de sus trabajadores con la seguridad, salud y protección ambiental.

### Política de gestión

Complejo Petroquímico Morelos es una empresa filial de Pemex petroquímica, donde se elaboran productos petroquímicos derivados del etileno y propileno, con el compromiso de cumplir los siguientes objetivos:

#### 1. Política de calidad

Satisfacer los requerimientos acordados con nuestros clientes, cuidando el medio ambiente, la integridad física de las instalaciones, el desarrollo y salud del personal, con una actuación ética, transparente y de mejora continua.

#### 2. Política de protección ambiental

Mejorar nuestro desempeño ambiental a través de:

- ❖ Utilizar procesos, productos y buenas prácticas que eviten, reduzcan o controlen dentro de los límites viables la contaminación, como son: la generación de residuos, descargas y emisiones derivadas de nuestras operaciones.
- ❖ Desarrollar nuestras actividades haciendo uso racional de la energía y de los recursos naturales.
- ❖ Cumplir con la legislación y normatividad nacional y otros requisitos aplicables a nuestros aspectos ambientales.

#### 3. Política de seguridad y salud ocupacional

Mantener la integridad de las personas, las instalaciones y los procesos

- ❖ Proveer un lugar de trabajo seguro y saludable para todos los trabajadores.
- ❖ Cumplir con el marco legal en materia de seguridad y salud ocupacional.

## 1.6 MISION Y VISION

**Misión:** Somos una empresa que elabora, comercializa y distribuye productos petroquímicos selectos, en crecimiento continuo y maximizando su valor económico, con calidad, seguridad, respecto al medio ambiente a su entorno social y promoviendo el desarrollo integral de su personal.

**Visión:** En el Complejo Petroquímico Morelos compartimos nuestra visión de ser una empresa de clase mundial, líder en el mercado, rentable, confiable, flexible y competitiva, reconocida por la calidad de sus productos, con una arraigada cultura de servicio al cliente, respetuosa del medio ambiente, cuidadosa de sus relaciones con la comunidad y promotora del desarrollo integral de su personal.

## 1.7 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN QUE PARTICIPO

La empresa me asigno al taller de ingeniería de mantenimiento mecánico en el área de calibración y mantenimiento de válvulas de seguridad.



Fig.3 Banco de prueba del laboratorio de calibración de válvulas (Válvula de seguridad)



Fig.4 Equipos del laboratorio de calibración de válvulas de seguridad.

## **Datos generales**

Integridad:

Unir partes diversas en un todo coherente que mantiene un equilibrio entre ellas, en busca de un objetivo. La integridad ética se sustenta en valores que forman ese todo coherente que conduce al actuar cotidiano de los individuos. Es congruencia entre lo que se piensa, se dice y se hace.

Referencia normativa:

Norma ISO 9001:2000 requisito 6.3

Norma ISO 14001: 2004 requisito 4.3.1 y 4.4.6

Innovación:

Generar nuevos conocimientos, productos, tecnologías o servicios. Es poner en marcha y concretar o relacionar la creatividad con la inteligencia para cubrir necesidades cambiantes.

Competitividad:

Aprovechar la mejor manera las fortalezas únicas de cada uno de los individuos, es decir, lograr sinergia de manera que la organización, muestre un desarrollo exitoso y de vanguardia. Esto se refleja en mayor productividad y en un mejor servicio al cliente.

Sustentabilidad:

Es la visión del futuro y el compromiso con el mismo. La organización se reconoce en una vinculación estratégica con la sociedad, el medio ambiente y seguridad de manera integral y se compromete a establecer con los mismos una relación de beneficio mutuo en largo plazo.

Compromiso social:

En Pemex, hablar de este compromiso, es reconocer la pertenencia de la empresa dentro del ámbito social nacional. Es aceptar los compromisos que se establecen con las comunidades del país, a fin de fortalecer los vínculos entre la organización y los mexicanos.

Recursos humanos:

El principal recurso con el que cuenta Pemex-Petroquímica es su fuerza laboral y constantemente se asegura de incorporar al personal idóneo, así como desarrollar las

competencias, habilidades y actitudes estratégicas del mismo, con objeto de garantizar el fortalecimiento del capital humano como generador de valor, el trabajo en equipo y una cultura de visión empresarial y de fomento a los valores institucionales como la integridad, competitividad, innovación, sustentabilidad y compromiso social.

Así mismo, el personal de la organización labora bajo un clima laboral estable, se distingue por ser altamente calificado, íntegro, creativo e innovador y por estar comprometido con los más altos ideales de la empresa, puesto que la creación del valor de la organización reside en su capital humano toda vez que este es el elemento clave de operar, mantener e innovar todos sus procesos.

Es importante resaltar que dentro de Pemex-Petroquímica, cada trabajador es considerado como un elemento clave y fundamental de la empresa, por lo que es tratado con dignidad e igualdad, reconociéndole sus conocimientos, capacidades, experiencia y desempeño.

## **CAPITULO 2 VALVULAS DE SEGURIDAD**

### **2.1 VÁLVULAS DE SEGURIDAD (SEGURIDAD-ALIVIO)**

#### **Problemática**

El proyecto está enfocado e implementado al mantenimiento y calibración de válvulas de relevo de presión industriales, el mantenimiento se define como “El conjunto de acciones orientadas a conservar o restablecer un sistema y/o equipo a su estado normal de operación, para cumplir un servicio determinado en condiciones económicamente favorable y optimas de acuerdo a las normas de protección integral y así darle al equipo un periodo de vida más largo y duradero.

Dentro de las operaciones y procesos dentro del Complejo Petroquímico Morelos es importante la existencia de los aspectos de calidad, ambientales, de seguridad e higiene industrial ya que de dichos aspectos depende el buen funcionamiento de este tipo industrial, el presente proyecto resolver la problemática que se deriva a partir de la falta de un programa completo de capacitación establecido directamente por la empresa de manera que ocurren a una externa para llevar a cabo este proceso de a distraimiento empleados de baja categoría tales como ayudantes que carecen de conocimiento en este tipo de trabajo se basara en la existencia de fallas y su buen funcionamiento que son estas válvulas de seguridad, que por bajo conocimiento sea dejado esa parte que en realidad es una de las primordiales e importantes en la industria. Se establecerá un proceso de trabajo donde se tomaran aspectos como su desmontaje, mantenimiento y calibración.

#### **Problemas que se originan en el aspecto laboral**

- A) El trabajador este altamente capacitado para realizar dicha actividad.
- B) Hacer que el proyecto sea comprensible y claro para la persona obtener nuevas estrategias de capacitación asiéndolo de una manera más dinámica con el personal donde demuestren sus capacidades y conocimiento adquiridos.
- C) Reducir costos de capacitación por empresas externas.

## 2.2 ALCANCES Y LIMITACIONES

### Alcances

- a) Aumentar la confiabilidad de las válvulas de seguridad y alivio
- b) Los criterios contenidos en el presente documento son de aplicación obligatoria en las instalaciones de petróleos mexicanos, los cuales cubren el ciclo de eventos para la inspección, mantenimiento y pruebas de las válvulas de relevo de presión.
- c) las acciones efectuadas durante la secuencia típicamente en el objetivo, deben contar con los registros documentales correspondientes
- d) Mantener vigente las actividades realizadas en los mantenimientos preventivos realizados en el centro de trabajo que dependan de este departamento de acuerdo a las revisiones correspondientes.
- e) Tener resultados excelentes de las actividades en los mantenimientos de estos dispositivos de relevo de presión de equipos industriales sean claro y sobre todo muy específico, para cualquier persona que lo quiera.
- f) Cumplir que el personal comprenda que trabaja en apego a los programas tiene como objetivo principal la seguridad, salvaguardar su salud, y proteger el medio ambiente.
- g) Obtener un mantenimiento óptimo y eficiente a válvulas de relevo de presión favorables para la empresa donde se haga el trabajo con higiene y seguridad.

### Limitaciones

- a) El personal esté capacitado y no tener dudas a la hora de estar utilizando su equipo de prueba para la calibración de las válvulas de seguridad
- b) Aprender a utilizar el programa de mantenimiento debido a que no se cuenta con la disponibilidad de tiempo necesario del ingeniero.
- c) Las limitaciones encontradas al realizar este trabajo se enfocan dentro de la determinación de acciones correctivas y preventivas, ya que estas requieren muchas veces disponibilidad de atención por parte de los encargados de inspección para realizar la prueba pre-pop o calibración de válvulas de seguridad con el propósito de que lleve a cabo la revisión y aprobación del dispositivo.

- d) El mal mantenimiento hacia la válvula de seguridad, teniendo a la mano el procedimiento que deben llevar.
- e) EL banco de pruebas solo puede soportar presiones a no más de 3000 Psi.

## 2.3 FUNDAMENTO TEÓRICO

Generalidades válvulas de seguridad y alivio (PSV)

Las válvulas de relevo de presión son dispositivos diseñados para proteger a las instalaciones y al personal, al abrir automáticamente a presiones predeterminadas y prevenir consecuencias destructivas por presiones excesivas en sistemas de proceso y tanques de almacenamiento. Los tipos básicos de válvulas de seguridad incluyen las válvulas de relevo de presión operadas por resorte, y las operadas por piloto.

### 2.3.1 Válvulas de seguridad (relevo de presión).

Las válvulas de relevo de presión operadas por resorte se clasifican como:

- De ser seguridad
- De alivio
- De seguridad-alivio

En función de las características de flujo que manejan. Por su parte, las válvulas de seguridad-alivio se clasifican como convencionales y balanceadas, en función de impacto que la contrapresión tiene sus características de funcionamiento, así mismo el riesgo principal de los aparatos a presión es la liberación brusca de presión. Para poder ser utilizados deben reunir una serie de características técnicas y de seguridad requeridas en las disposiciones legales que les son de aplicación con la acreditación y sellado pertinente. Los operadores encargados de vigilar, supervisar, conducir y mantener los aparatos a presión deben estar adecuadamente instruidos en el manejo de los equipos y ser conscientes de los riesgos que puede ocasionar una falsa maniobra o un mal mantenimiento.

### **2.3.2 Definición de las válvulas de seguridad**

Una válvula de seguridad es una válvula de relevo de presión que es accionada por la presión estática que entra en la válvula, y cuyo accionamiento se caracteriza por una rápida apertura audible o disparo súbito. Sus principales aplicaciones son el manejo de vapor de agua o aire. Dispositivo empleado para evacuar el caudal del fluido necesario de tal forma que no se sobrepase la presión de timbre del elemento protegido.

Debido a lo anterior, las válvulas de relevo de presión son frecuentemente señaladas como los silenciosos centinelas de la industria. El término “válvula de relevo de presión o válvula de escape” es preciso y se utiliza para denominar indistintamente a las válvulas de seguridad, válvulas de alivio y válvulas de seguridad alivio.

Para algunas personas, las válvulas de relevo de presión son muy complicadas, primeramente porque no le prestan atención, pues al estar colocadas en la parte más alta de un sistema presurizado y sin hacer nada, aparentemente, se ha minimizado su importancia. Lo que no toman en cuenta es que las válvulas de relevo de presión están ahí para actuar únicamente en el caso de que el sistema presurizado que está protegiendo genere una sobrepresión indebida. Solo entonces se espera que la válvula se relevó de presión desaloje o releve el exceso de presión en el sistema regresando las cosas a la normalidad.

Por lo dicho anteriormente podemos resumir que una válvula de relevo de presión es un dispositivo automático que está diseñado para abrir a una presión determinar y volver a cerrar, previniendo con ello la descarga adicional de flujo, una vez de que las condiciones de operación han sido restablecidas. El termino válvula de relevo de presión o válvula de escape se utiliza para denominar indistintamente y en forma general a una válvula de seguridad, válvula de alivio, válvula de seguridad-alivio o a una válvula operada por piloto.

### **2.4 TIPOS DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD**

Existen distintos tipos de válvulas de seguridad, pero cada una posee la misma misión, la cual es evitar que la presión de la caldera sobrepase el valor normal de trabajo para la cual se ha proyectado y construido, es decir, que protege a la caldera de presiones excesivas y al mismo tiempo también a dichos trabajadores encargados del sistema. También están

diseñadas para prevenir excesivas presiones de vacío interno. Toda caldera fija debe estar equipada con una válvula de seguridad, que funcione con absoluta confianza. Las calderas móviles, tienen que poseer dos válvulas de este tipo. Las dimensiones de este accesorio deben permitir a la atmosfera todo el vapor que se genera con la actividad máxima de combustión cuando la toma de vapor está cerrada.

Las válvulas de seguridad pueden clasificarse de acuerdo a 3 criterios diferentes:

1. Con base a su forma de operación
  - Subtipo I válvula operada por resorte
  - Subtipo II válvula operada por piloto
2. Con base a su material de fabricación
  - ✓ Subtipo I Acero inoxidable
  - ✓ Subtipo II Bronce
3. Con base a su intervalo de presión de ajuste
  - Subtipo I 103,45 a 41379,31 Kpa para el acero inoxidable.
  - Subtipo II 34,48 a 2068,67 Kpa para el broce.

Se mencionara algunos de los tipos más importantes, donde incluyen 3 válvulas operadas por resorte y la última operada por piloto.

- a) Válvula de seguridad de levante completo o carrera completa: Es una válvula de seguridad cuyo disco automáticamente se levanta hasta su carrera total, de tal forma que el área de descarga no está determinada por la posición del disco.
- b) Válvula de seguridad de levante parcial o carrera restringida: Es una válvula de seguridad cuyo disco automáticamente se levanta hasta una posición especificada, de tal forma que el área de descarga está determinada por la posición del disco.
- c) Válvula de seguridad de orificio completo o pasaje de flujo libre: Es una válvula de seguridad de orificio completo es aquella que no tiene estrangulamientos (que produzcan reducciones de diámetro) en el interior del orificio de flujo y cuyo disco levanta lo suficiente para generar la mínima área del orificio de flujo y cuyo disco levanta lo suficiente para generar la mínima área del orificio, por encima del asiento, para convertirse en el área que controla el flujo.
- d) Válvula de seguridad operada por piloto: Es una válvula de relevo de presión en cuya válvula principal el miembro obturador no balanceado es un pistón, esta combinada y controlada por una válvula de relevo de presión auxiliar (piloto) que es

una válvula operada por resorte. Estas dos unidades que forman la válvula de piloto pueden estar montadas en forma conjunta o separada, pero conectadas entre sí. Las válvulas operadas por piloto operan con gran precisión, pues el piloto es el sensor que detecta en todo momento la presión del sistema, y al llegar al punto de calibración, induce la descarga de la presión que existe en una cámara llamada “domo” localizada en la válvula principal, permitiendo con ello el movimiento del “pistón” (elemento obturador de la válvula principal) que hará que se descargue el exceso de presión del sistema.

#### **Según su apertura:**

- **Válvulas de seguridad de apertura instantánea:** Cuando se supera la presión de tarado la válvula abre repentinamente y totalmente.
- **Válvulas de alivio de presión:** cuando se supera la presión de tarado, la válvula abre proporcionalmente al aumento de presión.

#### **Según su actuación:**

- **Válvula de actuación directa:** Son válvulas cargadas axialmente, que al alcanzar la presión de tarado abre automáticamente debido a la acción del fluido a presión sobre el cierre de la válvula.
- **Válvulas de actuación indirecta:** Son válvulas accionadas por piloto. Deben actuar sin ayuda de ninguna fuente exterior de energía.

#### **Según su agrupación:**

- **Válvulas de seguridad sencilla:** Son las que alojan en su cuerpo a un solo asiento de válvula.
- **Válvulas de seguridad doble o múltiple:** Son las que alojan en su cuerpo dos o más asientos o más asientos de válvulas.

#### **Según su conexión:**

- **Bridadas**
- **Roscadas**
- **Soldadas.**

## 2.5 VÁLVULA DE ALIVIO

Una válvula de alivio de presión es un dispositivo automático de relevo de presión, en el cual abre en forma gradual en proporción al incremento de presión. Una válvula de alivio se utiliza en el manejo de líquidos, exclusivamente. Ver figura 5



Fig.5 Válvula de alivio de la planta de óxido de etileno.

### 2.5.1 Válvulas de alivio de expansión térmica

Una válvula de alivio “de expansión térmica” se utiliza cuando se necesita descargar una pequeña cantidad de líquido. Este caso se presenta cuando una sección de tubería llena de líquido se encuentra expuesta al calentamiento debido al medio ambiente, la temperatura se incrementa y el líquido se expande, creando un aumento sustancial en la presión interna. Una válvula de alivio de expansión térmica es generalmente pequeña (de conexiones roscadas) y por lo general su descarga nominal es suficiente para aliviar el incremento de presión.

## 2.5.2 Válvulas de seguridad-alivio

Estas válvulas se fabrican con el bonete ventado a la atmosfera o al lado de la descarga, en ambos casos, la contrapresión puede afectar a la presión de ajuste y la capacidad de relevo. Las válvulas de relevo convencionales cuentan con dos discos cuya área es mayor que el área del asiento de la tobera, por lo tanto, si el bonete se ventea a la atmosfera, la contrapresión se suma a la presión del recipiente, incrementando la fuerza del resorte y originando una presión de relevo menor. Sin embargo, si el bonete se ventea al lado de la descarga, la contrapresión se suma a la presión del resorte, incrementando la presión de relevo.

Dispositivo automático de relevo de presión que puede ser utilizado como válvula de seguridad o como válvula de alivio, dependiendo de la aplicación.

### a) Válvula de seguridad-alivio convencional

Una válvula de seguridad-alivio convencional tiene la cámara del resorte ventilada hacia la descarga (salida) de la válvula. Las características de operación (presión de apertura, presión de cierre y la capacidad de relevo) son directamente afectadas por los cambios de la contrapresión en la válvula.

Estas válvulas incorporan medios para minimizar el efecto de la contrapresión sobre las características de funcionamiento, y son de dos tipos; el tipo pistón y el tipo fuelle; en el tipo pistón la guía se ventea en el lado de la descarga, de tal manera que la contrapresión sobre las caras opuestas del disco se cancela por sí misma; la parte superior del pistón el cual tiene la misma área que el asiento de la tobera, es sujeto a presión atmosférica por el venteo del bonete.

### **Válvula de Seguridad y Alivio Convencional para Servicio Líquido.**

Utilizada cuando hay Cero condiciones de Contra Presión Construida.

Pero puede ser usada cuando: La Contra-Presión es constante o es una Contrapresión Construida que no exceda el 10% de la Presión de Ajuste de la Válvula. Capacidad de las Bidas Capacidades de Entrada de ANSI Clase 900 a 2500.<sup>ver fig. 6</sup>

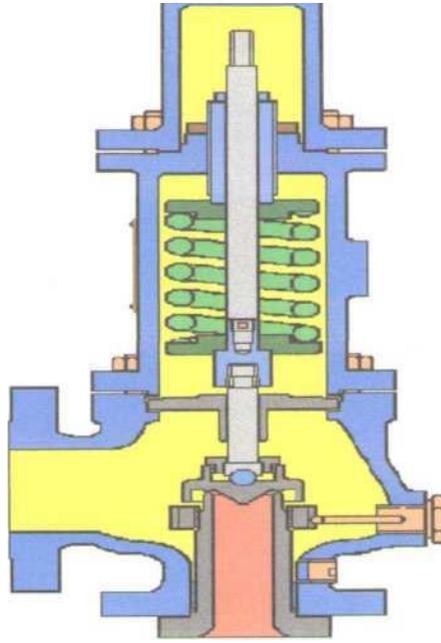


Fig.6 Válvula de seguridad y alivio convencional para servicio líquido.

### **Válvula de Alivio y Seguridad Convencional para Servicio de Gas y Vapor.**

Utilizada cuando hay Cero Condiciones de Contra-Presión.

Pero puede ser usada cuando:

La Contra-Presión es Constante o es Contra-Presión Construida la cual no exceda el 10% de la Presión de Ajuste de la Válvula.

Capacidad de las Bridas Capacidades de Entrada ANSI Clase 900 a 2500. Ver fig. 7

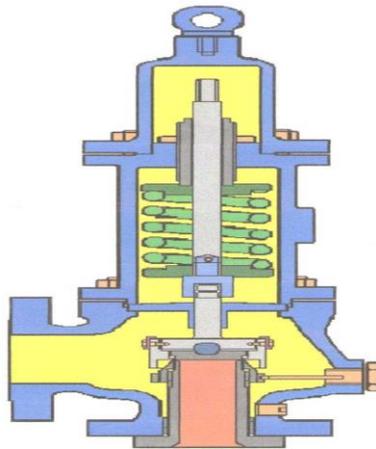


Fig.7 Válvula de alivio y seguridad convencional para servicio de gas y vapor.

## b) Válvula de seguridad-alivio balanceada

Una válvula de seguridad-alivio balanceada es aquella que incorpora los medios necesarios para minimizar los efectos de la contrapresión sobre las características de operación (presión de apertura, presión de cierre y la capacidad de relevo). Algunos de estos medios son: el fuelle, el pistón auxiliar de balanceo, restricción del levante o la combinación de éstos. Véase fig.8 (pistón de balance).

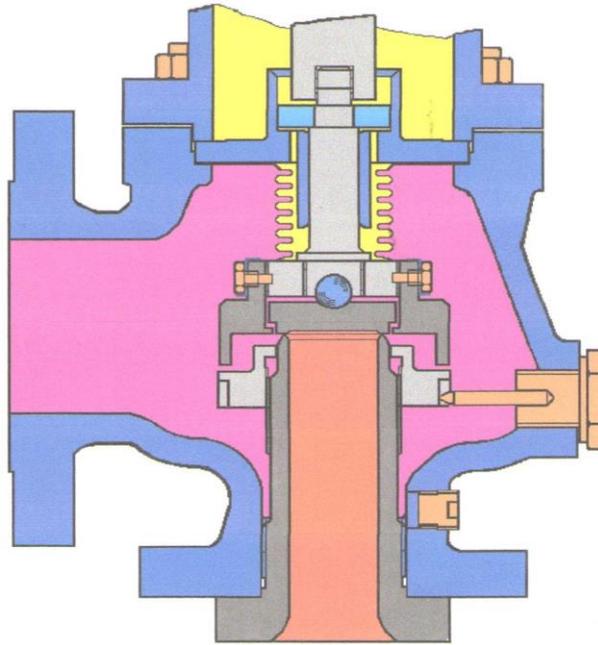


Fig.8 Pistón de balance

El Pistón de Balance asegurará que la válvula abra a la Presión de Ajuste deseada aun cuando el Fuelle esté dañado.

El Pistón de Balance es un extra opcional para Válvulas con Capacidad de Bridas de Entrada de hasta la Clase 600 ANSI.

Una característica estándar en válvulas con bridas de entrada de 900 a 2500. Válvula de Fuelle Balanceado con Pistón de Balance: fuelle balanceado wb 300 (gas). Véase fig.9

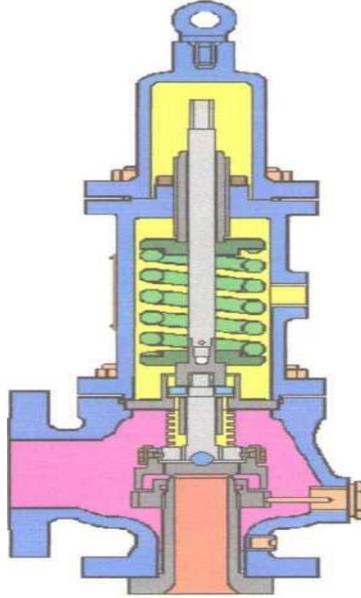


Fig.9 Válvula de fuelle balanceado con pistón de balance para servicio de gas y vapor.

- Utilizada para Contrapresiones que son Variables.
- También se utiliza cuando: La Contra-Presión Construida excede el 10% de la Presión de Ajuste.
- La C.P. Máxima Variable es del 70% de la Presión de Ajuste para servicios de Gas o Vapor.
- No coloque un tapón en el orificio de venteo
- Capacidades de las Bridas Entradas ANSI Clase 900 a 2500

## 2.6 PRINCIPIOS DE OPERACIÓN

La válvula de seguridad opera de la siguiente manera: la presión de vapor entra en la válvula y actúa sobre la sección del disco y la tobera generando una fuerza que se opone a la fuerza del muelle o resorte. Cuando esta fuerza es mayor que la fuerza del resorte la válvula abre.

El volumen de vapor generado por una apertura mínima del disco, al expandirse, actúa sobre el anillo inferior, causando una fuerza adicional que actúa sobre el área del sostenedor del disco, que ayuda a la válvula a hacer su apertura total. El ajuste necesario del anillo superior permite al disco de la válvula alcanzar su carrera a la sobrepresión de diseño, (normalmente el 3% de sobrepresión). Cuando la presión de entrada disminuye

hasta alcanzar la presión de cierre, el disco se mueve hacia abajo, provocando el cierre de la válvula. La disposición del disco y sus partes complementarias, sostenedor del disco, vástago, collar del disco, y tuerca de límite de carrera, permiten al disco alcanzar su posición de cierre con fuerza suficiente para impedir que fugue. El diseño del disco térmico permite una rápida igualación de la temperatura alrededor del asiento, y provee un grado de apriete contra el asiento de la tobera.

## **2.7 VIDA ÚTIL**

Las válvulas de seguridad de acero tienen una vida útil media de 12 años. Las válvulas de seguridad de bronce tienen una vida útil media de 4 años. Lo anterior es válido siempre que la selección de la válvula sea la adecuada para las condiciones de servicio y siempre que se le apliquen sus debidos mantenimientos a las mismas. De cualquier forma, el uso continuo de las válvulas cerca de sus límites, el grado de corrosión ambiental y otras variables presentes en los procesos industriales, disminuyen o incrementan la vida media del producto.

## **2.8 APLICACIONES Y LIMITACIONES DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD**

Las válvulas de seguridad normalmente se utilizan en generadores de vapor, calderas y sobre calentadores. También pueden ser utilizadas en servicios generales de aire y vapor en refinerías. La tubería de descarga cuando se usan este tipo de válvulas generalmente tienen un sistema seccionado con codo y charola para recolección de condensados.

Las válvulas de seguridad no deben ser usadas en servicios corrosivos en refinerías, en servicios con contrapresión, en donde la descarga deba ir conectada a un lugar remoto, en donde no se desea el escape del fluido alrededor de la válvula, en servicios de líquidos o como controladora de presión o como válvulas de derivación.

El comprador o usuario es responsable de:

1. Seleccionar el tipo de válvula y los intervalos de presión y temperatura deseadas.
2. Especificar los materiales que resistirán la corrosión de su fluido de proceso y/o las condiciones ambientales.
3. Seleccionar la mínima área de orificio basada en las condiciones de relevo derivadas del conocimiento profundo de su sistema y de los dispositivos de relevo de presión, así como de las normas aplicables a los recipientes sujetos a presión.

El fabricante es responsable de:

1. Diseñar y fabricar válvulas que satisfagan los requerimientos de acuerdo a las normas establecidas.
2. La capacidad de descarga de sus productos en las condiciones preestablecidas para éste.
3. La seguridad de los materiales de sus productos.

## 2.9 ELEMENTOS CONSTITUYENTES DE UNA VÁLVULA DE SEGURIDAD Y SU FUNCIONAMIENTO

A continuación se mencionaran la estructura que conforma aun a válvula interna y externamente este para que el operario identifique sus piezas y funcionamiento para posteriormente intervenir en la tarea de calibración y mantenimiento estos dispositivos a continuación se describen.

<b>Tabla. 1</b> Elementos de una válvula balanceada	
1. Tornillo de ajuste	12. Tapón
2. Tuerca de bloqueo del tornillo de ajuste	13. Junta del tapón
3. Junta de la caperuza	14. Tornillo de ajuste del anillo de la boquilla
4. Resorte	15. Junta del tornillo de ajuste
5. Vástago	16. Anillo de la boquilla
6. El sombrerete debe estar venteado a la atmósfera	17. Cuerpo
7. Guardapolvo	18. Boquilla
8. Guía del vástago	19. Caperuza
9. Junta protectora	20. Arandela
10. Protector del fuelle	21. Sombrerete
11. Fuelle	

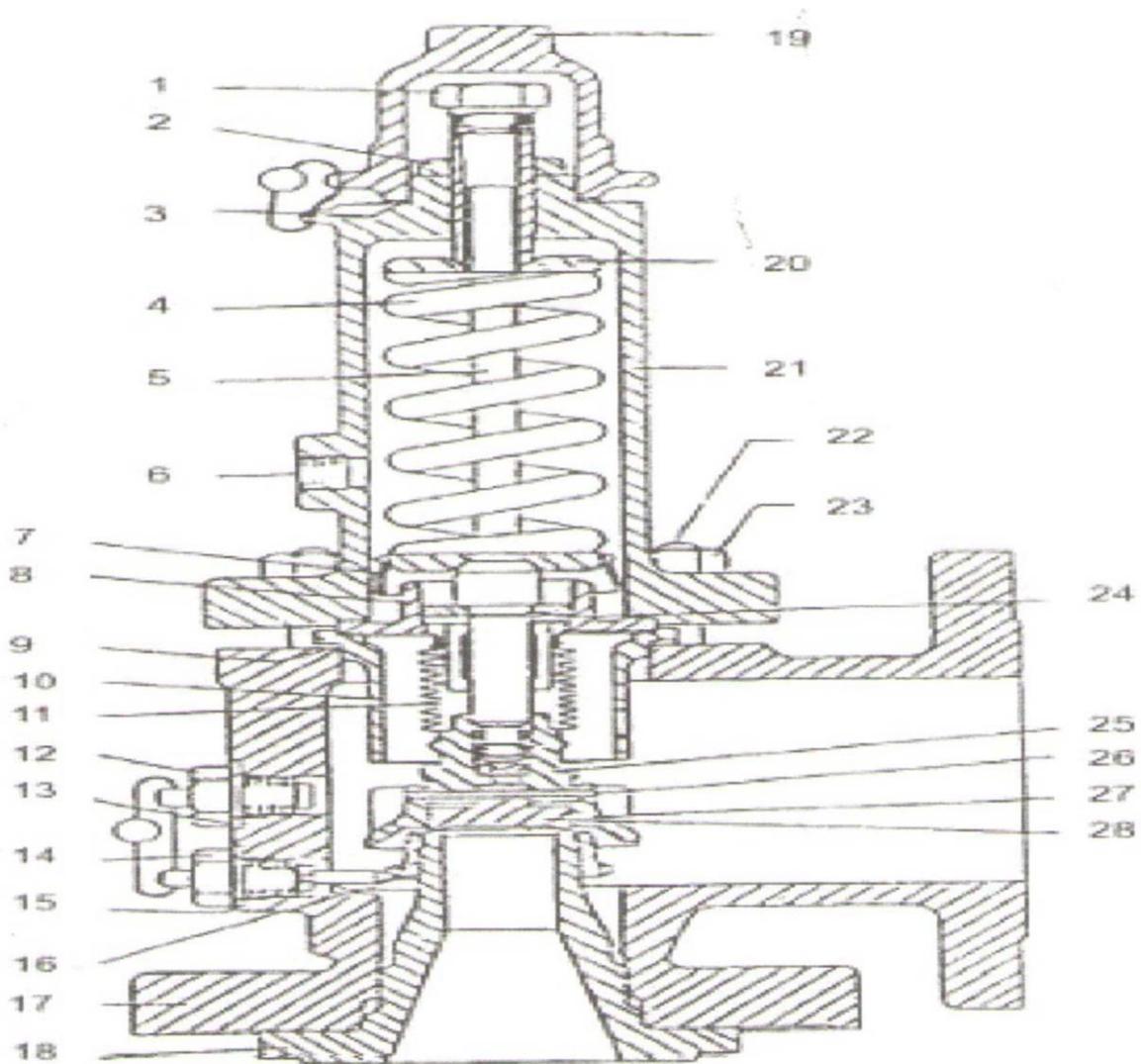


Fig.10 Válvula de seguridad compensada de fuelle con pistón auxiliar.

### 2.9.1 Válvula de seguridad equilibrada o compensada de fuelle con pistón auxiliar.

Esta válvula incorpora un pistón auxiliar que tiene un área efectiva igual a la del asiento de la propia válvula. En caso de fallo del fuelle la válvula funcionaria como una válvula de seguridad equilibrada de pistón, evitando así el inconveniente indicado en las válvulas de seguridad equilibradas de fuelle que se ven afectadas por un escape de fluido al interior del sombrerete. El sombrerete también debe ser venteado a un lugar seguro.

## **2.9.2 Características De Elementos Internos**

### **Tornillo de ajuste.-**

Elemento de la válvula que permite calibrar (ajustar) la tensión del resorte para que la válvula actúe a la presión deseada.

### **Tuerca de bloqueo de tornillo de ajuste**

Conocido también como contratuerca, esta tuerca tiene la función de realizar un efecto de contra apreté al cuerpo de la válvula con el tornillo de ajuste esto para evitar que se varíe la calibración.

### **Resorte**

Elemento interno de la válvula que proporciona la fuerza o carga que mantendrá al disco cerrando el pasaje de flujo, mientras la presión del fluido este por debajo de la presión de calibración.

### **Vástago flecha**

Elemento interior de la válvula que trasmite la fuerza del resorte hacia el disco y que también sirve de guía para las partes móviles de las válvulas y mantener la linealidad de las fuerzas en todo momento.

### **Guía**

Elemento interno de la válvula que induce el alineamiento y deslizamiento de las partes móviles.

### **Fuelle**

Instrumento para recoger aire y lanzarlo con una dirección determinada, posee una válvula por donde entra el aire y cañón por donde sale de esta manera se pliegan los costados reduciendo el volumen del aparato.

### **Cuerpo**

Elemento externo de la válvula que contiene las partes interiores y que posee una conexión de entrada y salida, las cuales pueden ser roscadas, bridadas o de otro tipo.

## **Capuchón**

Elemento externo de la válvula que cubre al tornillo de ajuste para protegerlo del medio ambiente, y evitar que se modifique la calibración de la válvula y que el fluido escape por la parte superior.

## **Disco**

Elemento interno móvil de la válvula también conocida como pastilla es encargada de bloquear el paso del fluido de la tobera.

## **Asiento**

El asiento es el área de contacto entre la tobera y el disco. El asiento puede ser de metal blando.

## **Asiento blando**

Es el conjunto de elementos interiores de la válvula que incorporan material elásticos (anillos, aro, sellos) o plásticos para producir un área de contacto formada por superficies suaves, utilizados en situaciones específicas de proceso, tales como evitar fugas de fluidos difíciles de contener (helio), Incrementar el grado de hermeticidad en la válvula cuando hay vibraciones en el sistema. Cuando la presión de operación está muy cerca de la presión de ajuste de la válvula, cuando el fluido contiene pequeñas partículas en suspensiones fluidos con tendencias al congelamiento en la zona de sello, etc.

## **Asientos metal a metal**

se dice que un asiento es metal a metal cuando la superficie de contacto entre la tobera y el disco son de metal estas superficies establecen un sello el cual rara vez es completamente hermético, pero que evitan en buena medida el escape de fluido, debido al fino acabado(lapeado) de ambos componentes metálicos.

## **Palanca, dispositivo de levante**

Mecanismo que permite el accionamiento manual de la válvula a una presión menor a la de ajuste, reduciendo la fuerza ejercida sobre el disco. Con la operación manual se verifica el estado de libertad que guardan las partes móviles de las válvulas.

### Tobera o boquilla

Elemento interno de la válvula que constituye el pasaje de flujo desde la conexión al recipiente hasta el asiento pasaje a través del cual entra y se conduce el fluido y que es obturado por medio del disco u otro elemento móvil.

### Anillos de ajuste (corona o engranes)

Es el elemento interno de la válvula cuya posición modifica las fuerzas de apertura y cierre de la misma, para lograr los requisitos marcados por las especificaciones de funcionamiento. Las válvulas de seguridad poseen los anillos dos anillos de ajuste (anillo de tobera y anillo superior o guía); las válvulas de seguridad - alivio solamente poseen el anillo de la tobera y las válvula de alivio pueden o no, poseer este último.

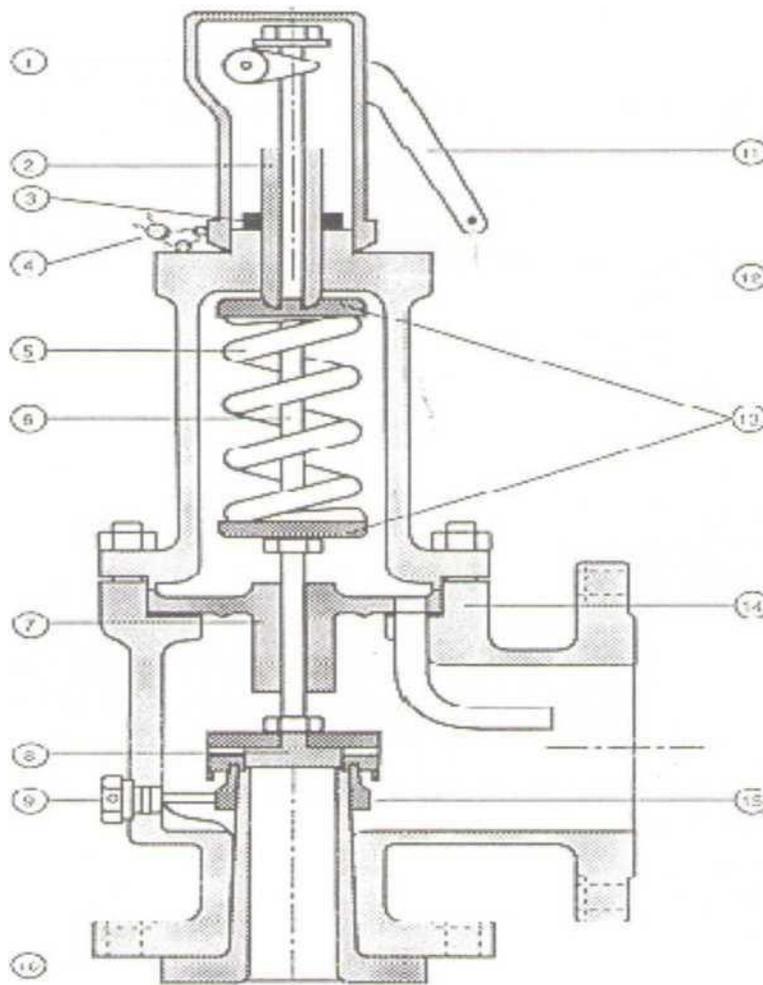


Fig.11 Partes de una válvula de seguridad tipo convencional.

Tabla. 2 Elementos de una válvula de seguridad tipo convencional	
1. Caperuza	9. Tornillo de fijación del anillo de ajuste.
2. Tensor	10. Tobera de entrada
3. Contratuerca de fijación regulación	11. Palanca de apertura manual.
4. Precinto.	12. Cúpula o arcada.
5. Resorte	13. Palancas resorte.
6. Vástago.	14. Cuerpo.
7. Tapa guía.	15. Anillo de ajuste o regulación.
8. Disco de cierre u obturador.	

### 2.9.3 Funcionamiento.

Las válvulas de seguridad de alivio de presión están diseñadas para abrir y aliviar un aumento de la presión interna del fluido debido a condiciones anormales de operación o a emergencias.

Cuando en el recipiente o sistema protegido por la válvula se produce un aumento de la presión interna, hasta alcanzar la presión de tarado, la fuerza ejercida por el muelle es equilibrada por la fuerza producida por la presión sobre el área del disco de cierre (**Fig. 12**). A partir de aquí, un pequeño aumento de presión producirá el levantamiento del disco de cierre y permitirá la salida del fluido. Si se trata de una válvula de seguridad de apertura instantánea, el disco de cierre se separará repentina y totalmente, debido al incremento de la fuerza resultante del producto de la presión por el incremento del área del disco de cierre. Pero si se trata de una válvula de alivio de presión, la válvula abrirá proporcionalmente al incremento de presión producido.

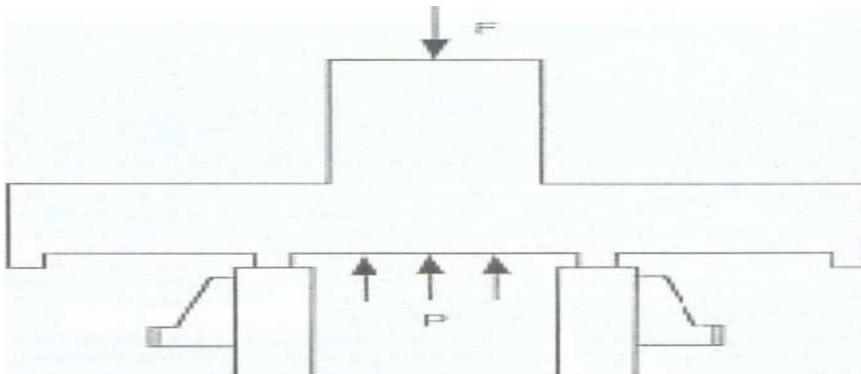


Fig.12 Disco de cierre.

Cuando la presión disminuye la válvula cierra a una presión ligeramente inferior a la presión de tarado. En la **fig. 13** se pueden apreciar los diferentes niveles de presión existentes. Son, a diferencia de otros dispositivos de alivio (discos de rotura, tapones fusibles térmicos, etc.), mecanismos diseñados para cerrar cuando la presión haya sido restablecida, quedando en disposición de actuar y prevenir un nuevo alivio del fluido.

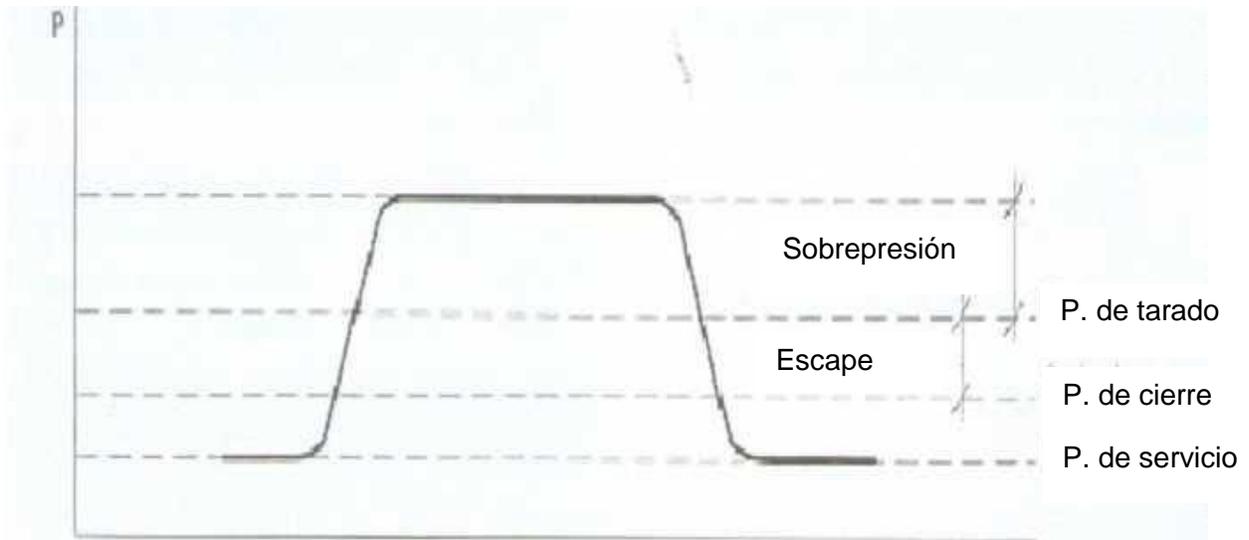


Fig.13 Diagrama de evolución de la presión en la apertura y cierre de una válvula de seguridad.

## 2.10 VALOR DE TARADO

En cuanto al valor del tarado, en general y como criterio preventivo, la presión de tarado de las válvulas de seguridad instaladas en un equipo no sobrepasará la presión de diseño ni la máxima de servicio del equipo y el dimensionado del conjunto de válvulas que protegen el equipo debe ser tal que permita aliviar la cantidad de fluido necesario para que el aumento de presión no exceda del 10% de la presión de tarado para cualquier condición de funcionamiento, y con esto nos referimos a las condiciones más desfavorables posibles. Ahora bien, la presión de tarado de las válvulas de seguridad, aunque no deba sobrepasar la presión máxima de servicio, y para algunos equipos como las calderas de vapor saturado, sobre calentadores y recalentadores de vapor, tampoco el 110% de la presión de servicio, no es conveniente que el tarado sea igual o muy cercano a la presión de

servicio, ya que de ser así, estarían continuamente abriendo y aliviando fluido, así estarían continuamente abriendo y aliviando fluido, así pues es importante aplicar el criterio anteriormente expuesto pero respetando un cierto diferencial de presión entre la presión de servicio y la de tarado.

## **2.11 CLASIFICACIÓN DE LAS VÁLVULAS SEGÚN SU CONEXIÓN**

**Embridadas:** Estas válvulas son unidas por bridas son las más comunes existen de diferente diámetro según el tamaño de la válvula

**Roscadas:** Son comúnmente válvulas pequeñas, casi siempre son roscadas hembra para tuberías de diámetro pequeños.

**Soldadas:** son raras ya que son preferibles conexiones desmontables para facilitar el mantenimiento de las válvulas.

## **2.12 MONTAJE**

El adecuado comportamiento de las válvulas de seguridad después de montadas puede estar influenciado por una instalación defectuosa o por la utilización de tuberías inadecuadas. La mala instalación de las válvulas de seguridad no solo puede llevar a su destrucción, sino a dar lugar a peligrosos daños sobre las instalaciones y equipos protegidos. Así pues, las válvulas deben ser cuidadosamente manejadas durante su instalación, procurando que los esfuerzos a los que puedan estar sometidas no se transmitan a los elementos móviles y de cierre, dañándolos.

Cada compartimento estanco de los sistemas y equipos a presión protegidos mediante válvulas de seguridad debe considerarse como independiente y ser conectado convenientemente al elemento de alivio de presión. La instalación se efectuará en la zona de vapor o gas, por encima del nivel de líquido, o a la tubería conectada a esta zona de vapor o gas. Las válvulas de seguridad deberían montarse sobre conexiones planas o tubulares utilizadas con este fin, con sección mínima igual a la suma de las secciones de todas las válvulas montadas en ellas. La conexión entre la válvula y el recipiente debe ser robusta y corta, sin generar estrechamientos, es decir con una sección de paso al menos igual que el área neta de la válvula de seguridad; esta conexión debe estar diseñada para

generar la mínima pérdida de presión posible entre el recipiente y la válvula, la que no debería de exceder del 3% de la presión de tarado.

En las válvulas de conexión bridada, es importante una adecuada elección de las juntas ya que estas, bajo determinadas condiciones de presión y temperatura, podrían llegar a reducir la sección de paso de la válvula, así como también realizar un correcto apretado de los pernos de forma uniforme para evitar posibles distorsiones. Así mismo en las válvulas roscadas hay que utilizar una llave adecuada, teniendo especial cuidado en no doblar los manguitos roscados en el montaje.

En las instalaciones nuevas, es conveniente limpiar el circuito antes de instalar la válvula de seguridad con el objeto de eliminar posibles partículas, como restos de soldaduras, que pudieran provocar un defectuoso funcionamiento de la válvula.

Una vez instaladas las válvulas, hay que comprobar que no existen fugas y utilizar un manómetro calibrado para determinar si la válvula está trabajando correctamente.

## **2.13 FALLAS FUNCIONALES**

Una vez que las funciones y los estándares de funcionamiento de cada dispositivo se hayan definido, el paso siguiente es identificar cómo puede fallar cada elemento en la realización de sus funciones. Esto lleva al concepto de una falla funcional, que se define como la incapacidad de un elemento o componente de un equipo para satisfacer un estándar de funcionamiento deseado.

Este dispositivo es de funcionamiento muy sencillo como ya se explicó anteriormente solo revelan la presión de un sistema presurizado pero existen desventajas en cuanto a su confiabilidad ya que es muy complicado mantener su calibración esto tiene como consecuencia las fallas en operación, a continuación se mencionan.

- a) La válvula releve arriba de su presión indicada
- b) La válvula releve antes de presión indicada
- c) La válvula esta directa
- d) Ralladura de la pastilla

### 2.13.1 Causas de Fallas

- a) Golpes en su instalación
- b) No se ajustó la contratuerca de yugo
- c) Mala calibración
- d) suciedad en las entradas de las válvulas o tuberías.

### 2.14 MEDIDAS DE SEGURIDAD

- Cuando la válvula de seguridad está sometida a presión nunca presente parte alguna de su cuerpo cerca de la salida de la válvula.
- La salida de la válvula y cualquier salida separada deberían ser conducidas mediante tubos o venteadas a un lugar seguro. Orientado al suelo u horizontal, nunca hacia arriba.
- Lleve siempre equipos adecuados de seguridad para proteger las manos, la cabeza, los ojos, oídos, etc., siempre que esté cerca de válvulas a presión.
- Nunca intente extraer la válvula de seguridad de un sistema bajo presión.
- Nunca haga ajustes ni lleve a cabo mantenimiento de la válvula de seguridad mientras está en servicio excepto si la válvula está aislada de la presión del sistema. Si no lo está, puede abrirse, y causar graves daños personales.
- Extraiga la válvula de seguridad antes de hacer ningunas pruebas de presión en el sistema.
- Con frecuencia la seguridad de las vidas y bienes depende de la operación adecuada de la *válvula de seguridad*.

La válvula precisa de un mantenimiento según las instrucciones correspondientes y tiene que ser revisada y acondicionada con regularidad para asegurar un funcionamiento correcto.

Nunca instale una válvula de seguridad en otra posición que no sea la vertical. El diseño interno de las válvulas está hecho para trabajar verticalmente, cuando es instalada en forma horizontal el des alineamiento y fricción que se produce puede afectar el funcionamiento de la válvula.\* Cuando la válvula esté equipada con palanca, ésta debe estar colocada de manera que no permita contacto con otro instrumento o personal, que pueda causar que la palanca sea accionada accidentalmente. En caso de actuar la válvula, necesita espacio la palanca para actuar.

## 2.15 AVISOS

- Si hay algún dispositivo de bloqueo que acompaña a la válvula, tiene que extraerse antes de poner la válvula en servicio.
- Este producto es un componente de seguridad destinado a su uso en aplicaciones críticas. La aplicación, instalación o mantenimiento inadecuados de la válvula o el uso de piezas o componentes no confeccionados por el fabricante puede ser causa de avería de la válvula de seguridad.
- Cualquier obstrucción debida a polimerización, solidificación o depósitos sólidos afectarán a las prestaciones de seguridad de esta válvula. Se deberían aplicar métodos para reducir estos riesgos.
- Una válvula de seguridad debería emplearse sólo para proteger un sistema de sobrepresiones. No debería emplearse como válvula de control que deba operar de manera continua ni como válvula de aislamiento para aislar secciones del sistema.

No debería emplearse como conector de tubos ni como pieza de transición en un sistema de tuberías.

## 2.16 CARACTERÍSTICAS DE SEGURIDAD DE LAS VÁLVULAS

La selección de las válvulas de seguridad, alivio y seguridad-alivio, debe ser primariamente del tipo operadas por resorte.

El resorte debe estar diseñado de tal manera que la compresión total, debido al levantamiento, no debe ser mayor al 80% de la deflexión nominal a sólido. La permanencia en el ajuste del resorte (definida como la diferencia entre la altura libre y la altura medida después de 10 minutos de que el resorte ha sido comprimido a sólido en tres ocasiones a una temperatura ambiente) no debe exceder 1,5% de la altura libre. El resorte de la válvula no debe ser reajustado a una presión más o menos del 5% de la presión de ajuste marcada en la placa, a menos que el reajuste se encuentre dentro del intervalo del resorte establecido por el fabricante de la válvula, o que éste determine la aceptación del uso del resorte. El ajuste inicial debe ser realizado por el fabricante, su representante o ensamblador autorizados, y a la válvula se le deben marcar los datos en donde se indique la presión de ajuste, capacidad y fecha de fabricación. DN, PN Y CAUDAL La válvula se debe asegurar con un sello de plomo hecho por los mismos.

En todo caso, al hacer el cambio de calibración de la válvula, se debe verificar que: el resorte permita la re calibración y que los intervalos de presión y temperatura del diseño de la válvula sean los adecuados para la nueva presión. Sin excepción, se debe colocar una nueva placa que contenga marcada la nueva presión y fecha de calibración.

## **2.17 CONCEPTOS DE OPERACIÓN DE LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD**

### **a) Capacidad de descarga**

La capacidad de descarga es la cantidad de flujo mensurable a un porcentaje de sobrepresión permitida, para ser usada como base para la utilización de una válvula de seguridad en una aplicación. Se expresa en unidades de flujo másico o volumétrico.

### **b) Acumulación**

La acumulación es la presión en el recipiente que se incrementa por encima de la máxima presión de operación permisible del mismo durante la descarga a través de la válvula de seguridad. Se expresa en porcentaje de la presión de ajuste o en unidades de presión.

### **c) Contrapresión**

La contrapresión es la presión estática que existe en el lado de la descarga de la válvula de seguridad, provocada por la presión del sistema de descarga. La contrapresión se clasifica como sigue:

Constante.- Se especifica como una contrapresión simple y que relativamente no tiene variaciones.

### **d) Contrapresión generada**

La contrapresión generada es la presión que se desarrolla en la salida de la válvula como resultado del flujo que existe después de que la válvula ha abierto.

### **e) Contrapresión sobrepuesta**

La contrapresión sobrepuesta es la presión que existe en el lado de la descarga de la válvula antes de que ésta abra.

### **f) Fuego; incendio**

Término que describe el caso de falla por exposición al calor, de la cual resulta un incremento de presión dentro de un recipiente ,o sistema, debido a la radiación de calor exterior, por ejemplo, en un incendio.

**g) Máxima presión de trabajo permisible; máxima presión de operación permisible** Es la máxima presión manométrica permisible a la que un recipiente puede operar, a la temperatura designada. El recipiente no debe ser operado por encima de esta presión. Esta presión se basa en los cálculos de cada componente del recipiente utilizando el espesor nominal empleado en el componente, excluyendo las tolerancias para la corrosión y espesores requeridos para cargas diferentes de la presión interna.

#### **h) Presión absoluta**

Es la suma de la presión manométrica más la presión atmosférica (barométrica). Se expresa en unidades de presión seguidas de una extensión en minúsculas (ejemplo: bar a, kPa abs.).

#### **i) Presión de apertura**

La presión de apertura es la presión a la entrada de la válvula de seguridad a la cual se puede medir el levantamiento, o a la cual se puede determinar una descarga continua ya sea por observación, porque se siente o por el ruido que genere.

#### **j) Presión de cierre**

La presión de cierre es el valor de la presión a la entrada de la válvula, al cual el disco restablece el contacto con el asiento de la tobera, obturando nuevamente el pasaje de flujo, y el valor del levantamiento es cero.

#### **k) Presión de disparo; detonación**

Es el valor de presión estática ascendente y a la cual el disco se mueve en dirección de apertura a una velocidad muy superior comparada con la correspondiente velocidad a la que lo hará a presiones inferiores o superiores. Se presenta después del siseo, a la presión de calibración de la válvula, de manera audible en forma de súbito y violento disparo o detonación.

#### **l) Presión de operación**

La presión de operación es la presión manométrica a la cual normalmente trabaja el recipiente, debiendo existir un margen dado entre la presión de operación y la máxima presión de trabajo permisible.

**m) Presión de primer escape o de primera fuga; presión de primeras burbujas**

La presión de primer escape es el valor de presión estática creciente que entra en la válvula, y a la cual se percibe la primera burbuja cuando se está probando una válvula de seguridad-alivio con asiento blando por medio de aire, y a través de un sello de agua creado en el lado de la salida de la válvula.

**n) Presión de prueba de hermeticidad; presión de prueba para fuga** La presión de prueba para fuga es la presión inducida a la entrada de la válvula a la cual se realiza la cuantificación del burbujeo (fuga) entre los asientos, de acuerdo al procedimiento de prueba para determinar la hermeticidad o fuga que exista entre los asientos.

**ñ) Presión de prueba en frío**

Es la presión estática a la cual se ajusta la válvula para operar estando montada en un banco de pruebas, y que incluye factores de corrección para compensar las diferencias del medio de prueba, la temperatura y/o la contrapresión.

**o) Presión de relevo**

Es la suma de la presión de ajuste más la sobrepresión.

**p) Presión diferencial de cierre; diferencial de cierre**

El diferencial de cierre es la diferencia entre la presión de ajuste y la presión de cierre de la válvula de seguridad, después de que ésta ha estado en operación. Se expresa en porcentaje de la presión de ajuste o en unidades de presión.

**q) Presión manométrica**

Es la presión medida por un manómetro, y representa la diferencia entre la presión absoluta y la presión atmosférica (barométrica). Se expresa en unidades de presión seguida de la abreviación "man" (manométrica). Ejemplo: bar man, kPa man,...).

**r) Siseo; preapertura; advertencia**

El siseo aplica a válvulas de seguridad o seguridad-alivio en fluidos compresibles únicamente. El siseo es el indicador audible de escape de fluido de entre los asientos de la válvula, a una presión estática ligeramente por debajo de la presión de disparo (apertura

súbita) de la misma. Se expresa en porcentaje de la presión de ajuste o en unidades de presión.

### **s) Sobrepresión**

La sobrepresión es la presión que se incrementa por encima de la presión de ajuste del dispositivo de relevo al estar descargando.

Normalmente se expresa como un porcentaje de la presión de ajuste. La sobrepresión puede ser igual a la acumulación, cuando la válvula está ajustada a la máxima presión de operación permisible del recipiente.

### **t) Traqueteo**

Movimientos rápidos oscilatorios sin control del disco durante la descarga de una válvula de seguridad, caracterizada por el sonido violento que produce el disco al hacer contacto con el asiento de la tobera. Dichos movimientos se consideran anormales.

## **2.18 Instalación**

Las válvulas de seguridad de alivio de presión deben ser instaladas en todos aquellos equipos o sistemas que trabajen a presión, para protegerlos frente a sobrepresiones debido a condiciones anormales de operación (por elevación de temperatura, por llenado, reacción incontrolada, etc.) y debido a situaciones de emergencias (incendios, etc). Así pues deben instalarse en calderas de vapor, de agua caliente, en sobre calentadores, recalentadores, reactores, acumuladores, en depósitos, etc., así como en aquellos sistemas de tuberías donde circulan fluidos a cierta presión y es posible un bloqueo del fluido en un tramo, pudiendo darse una sobrepresión.

Las válvulas reciben daños cuando se ponen en servicio por primera vez debido a que no se limpia la conexión de manera apropiada cuando se instalan. Antes de la instalación se debe proceder a una limpieza exhaustiva de toda suciedad y materias extrañas de las caras de las bridas o de las conexiones roscadas tanto de la entrada de la válvula como del recipiente y de la línea a la que esté conectada la válvula. Debido a que las materias extrañas que pasan al interior y a través de las válvulas de seguridad pueden dañar el

asiento, los sistemas en los que se prueban y finalmente se instalan las válvulas también se tienen que inspeccionar y limpiar.

De manera particular, los sistemas nuevos son propensos a contener objetos extraños que quedan inadvertidamente atrapados durante la construcción y que destruirán la superficie del asiento cuando se abra la válvula. Se debería proceder a una limpieza exhaustiva del sistema antes de instalar la válvula de seguridad. A veces se emplea un revestimiento de espuma para proteger el asiento principal de la válvula durante el transporte. Compruebe si hay algún revestimiento de espuma como el mencionado y extráigalo antes de proceder a la instalación.

Las juntas que se usan deben tener unas dimensiones correctas para las bridas específicas. Los diámetros interiores deben dejar totalmente libres las aberturas de entrada y salida de la válvula de seguridad de modo que la junta no restrinja el flujo. En el caso de válvulas embridadas, el apriete se debe realizar de manera uniforme en todos los espárragos o pernos de montaje para evitar una posible distorsión del cuerpo de la válvula. Las válvulas de seguridad están pensadas para que abran y cierren dentro de unos estrechos límites de presión. Las instalaciones de válvulas precisan de un diseño preciso tanto respecto a las líneas de entrada como de descarga.

Una cuestión importante es la ubicación y el adecuado dimensionado de las válvulas en los equipos donde están instaladas, lo que se debe tener en cuenta tanto en la fase de diseño como en las modificaciones posteriores que se realicen en los sistemas, por ejemplo no deben de instalarse válvulas de seguridad tras el caudal que regulen condiciones de operación del sistema, ya que en el caso de que la válvula de seguridad este aliviando, la medida de caudal sería errónea. Hay que resaltar la importancia del precinto del órgano de regulación de la presión de tarado, con el objeto que no pueda ser actuado por personal no formado para ello. Cuando debido a cambios de operación, es necesario cambiar el tarado, tal y como se explicó en el punto anterior, lo deberá realizar personal técnicamente capacitado, cambiando el resorte si procede, y con los medios adecuados, como es el empleo de un manómetro calibrado. Es una operación que merece especial atención, puesto que con ella se fijan las características del elemento de seguridad que protege el equipo a presión.

Cada vez que se produzca una variación, tanto de las instalaciones como de las condiciones de operación del sistema, hay que revisar la vigencia de la presión de tarado y de la capacidad de alivio de las válvulas de seguridad.

Es importante que no se produzcan acumulaciones de condensado en la tubería de escape de la válvula, que puedan incluso solidificar y obstruir la salida de la válvula, no debe ser posible su bloqueo por formación de tapones de hielo.

Se evitará instalar una válvula de cierre entre un aparato o sistema y su válvula de seguridad, con el objeto de que no sea posible el cierre ocasional de ésta, con la consiguiente anulación de la válvula de seguridad.

No obstante, en los casos en que se prevea que ha de revisarse con cierta frecuencia una válvula de seguridad para proceder a su mantenimiento o asegurar su conservación sin necesidad de interrumpir un proceso continuo, es conveniente instalar varias válvulas de seguridad en paralelo, como mínimo dos, con las correspondientes válvulas de cierre o bloqueo, de tal forma que se pueda cerrar y realizar las operaciones de mantenimiento sobre una de las válvulas sin necesidad de parar el proceso y sin que quede el equipo sin protección. Para ello en cualquier caso, las válvulas de seguridad no bloqueadas deberían tener entre todas ellas la capacidad de descarga necesaria para el equipo o sistema en el que están instaladas.

Para evitar que todas las válvulas de seguridad puedan quedar bloqueadas, las válvulas de cierre deberían constar de un sistema de enclavamiento que impidiera el cierre simultáneo de ellas o bien instalar una sola válvula de cierre de varios pasos, de modo que cerrando la vía hacia la válvula de seguridad que se vaya a dejar fuera de servicio, quede abierta la vía hacia la otra u otras que quedan en servicio.

Cuando el fluido contenido en el equipo o sistema protegido por la válvula es inflamable, la tubería de descarga debería estar diseñada de tal forma que en caso de inflamarse el fluido, no pueda producir recalentamientos locales ni que el fuego incida en cualquier parte del recipiente. Cuando se trata de fluidos peligrosos (inflamables, tóxicos, etc.) la descarga debería estar canalizada y llevada hacia un lugar seguro y controlado, a una antorcha en caso de inflamables y a neutralización en el caso de tóxicos.

## **2.19 ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN**

Por cuanto la limpieza es esencial para el satisfactorio funcionamiento y cierre estanco de una válvula de seguridad, se deberían tomar precauciones durante el almacenamiento para impedir la entrada de toda materia extraña. Los protectores de las entradas y salidas se deben mantener en su sitio hasta que la válvula esté lista para su instalación en el sistema.

Tenga cuidado de mantener totalmente limpia la entrada de la válvula. Se recomienda que la válvula se almacene en un recinto cerrado en el embalaje original, resguardada de suciedad y de otras formas de contaminación.

Las válvulas de seguridad se deben manejar con cuidado y no se deben golpear nunca. Una manipulación violenta puede alterar el ajuste de la presión, deformar las piezas de la válvula y afectar de manera adversa la estanqueidad del asiento y las prestaciones de la válvula. La válvula nunca debería ser izada ni manejada usando los tubos, las líneas, los pilotos o las bridas de los pilotos. Cuando sea necesario usar un equipo para izar, emplee el o los cáncamos en el cuerpo principal de la válvula. Si no hay cáncamos, se debería poner una cadena o eslinga alrededor del cuerpo principal de la válvula asegurando que la válvula esté en posición vertical para facilitar la instalación.

Es muy importante que el vástago esté perfectamente recto para transmitir la fuerza del resorte al disco sin que se produzcan empujes laterales. Una compresión excesiva al engatillar la válvula es una de las causas comunes de que el vástago se tuerza.

## **2.20 EMPALME**

### **2.20.1 Línea De Entrada**

Conecte esta válvula de la forma más directa y cercana posible al recipiente objeto de protección. La válvula se debería montar en forma vertical en posición derecha, bien directamente en una boquilla del recipiente de presión o en una conexión corta que permita un flujo directo, sin obstrucciones, entre el recipiente y la válvula. La instalación de una válvula de seguridad en una posición distinta de la que se recomienda afectará su funcionamiento de manera adversa. La válvula no debería instalarse nunca en una conexión con un diámetro interior menor que la conexión de entrada de la válvula.

### **2.20.2 Línea De Descarga**

La línea de descarga debería ser sencilla y directa. Se prefiere una conexión rota cerca de la salida de la válvula siempre que sea posible. Toda la línea de descarga debería instalarse de la manera más directa posible hasta el punto de salida final para su descarga. La válvula debe descargar a un área segura para ello.

El piloto se ventea frecuentemente a la atmósfera bajo condiciones de trabajo, porque la descarga durante el funcionamiento es pequeña. Cuando no sea permisible descargar el venteo en la atmósfera, el piloto debería ventearse bien en el tubo de descarga, bien por medio de un sistema adicional de tubería a un lugar seguro.

Cuando se diseñe una línea de venteo, evite la posibilidad de contrapresión sobre el piloto a no ser que el piloto sea de diseño equilibrado. La línea de descarga debe ser drenada de manera apropiada para prevenir la acumulación de líquidos en el lado aguas abajo de la válvula principal.

El peso de la línea de descarga debería ser sustentado por un soporte separado y debería quedar sujeta de manera adecuada para resistir fuerzas de empuje reactivas cuando la válvula alivie la presión. La válvula debería también quedar sostenida para resistir cualquier balanceo o vibraciones del sistema. La presión sobre la descarga de un diseño desequilibrado afectará de manera adversa las prestaciones de la válvula y la presión de disparo.

No se deben emplear accesorios o tubos con un diámetro interior menor que la salida de la válvula

## **2.21 HERMETICIDAD O SELLO**

Aquí se describen los métodos para determinar cuantitativamente el grado de hermeticidad existente entre los asientos de las válvulas de seguridad.

Prueba con vapor de agua:

**a) Medio de prueba**

El medio de prueba debe ser vapor de agua saturado.

**b) Arreglo de la prueba**

La válvula debe colocarse en forma vertical sobre el banco de pruebas de vapor de agua.

**c) Presión de prueba**

Para válvulas cuya presión de ajuste sea mayor a 345 kPa man, el intervalo de fuga en burbujas por minuto se debe medir con una presión de prueba de 90% de la presión de ajuste a la entrada de la válvula. Para válvulas cuya presión de ajuste sea igual o menor a

345 kPa man, la presión de prueba debe ser 34,5 kPa man, por debajo de la presión de ajuste.

**d) Prueba de hermeticidad**

Antes de realizar la prueba de hermeticidad debe demostrarse la presión de ajuste, la presión de prueba debe aplicarse por lo menos durante 3 min., cualquier condensado en el interior del cuerpo debe ser removido antes de realizar la prueba, después de lo cual la hermeticidad debe verificarse en forma visual.

Utilizando un fondo negro. La válvula debe observarse durante 1 min. Para detectar las fugas existentes.

**e) Expresión de resultados**

Para una válvula de asientos de metal no debe existir fuga audible o visible durante un minuto a la presión de prueba de la tabla. Para válvulas con asientos blandos no debe existir fuga apreciable durante un minuto a la presión de prueba apta para su uso. La existencia de cualquier fuga audible o visible es causa de rechazo de la prueba.

**Nota:** Existen métodos cualitativos para la prueba con aire a temperatura ambiente o nitrógeno, que indican la existencia de fuga entre los asientos (prueba del papel mojado o engrasado en la brida de salida), pero que sólo indican si existe relativamente mucha o poca fuga, por lo que no deben utilizarse como criterios de aceptación de hermeticidad para válvulas de seguridad, ya que al no tener punto de comparación mensurable, son métodos subjetivos y el criterio varía de persona a persona.



Fig.14 Prueba de hermeticidad

## 2.22 BANCO DE PRUEBAS

Al realizar regulaciones en el banco de pruebas se debe tener la precaución que las válvulas que estén marcadas para su uso en vapor o que tengan partes internas especiales para uso en vapor, deben ser probadas preferentemente con vapor, sin embargo, y debido a que la gran mayoría de este tipo de aplicaciones están por encima de la capacidad de producción de vapor de un banco de pruebas de laboratorio, por su tamaño o límite de presión de ajuste, pueden ser probadas con aire. Las válvulas marcadas para uso en aire, gases o vapores de gases, deben ser probadas preferentemente con aire. A su vez las válvulas marcadas para uso en líquido deben ser probadas preferentemente con agua.



Fig.15 **Banco de pruebas del taller de mantenimiento mecánico** Verificación de la presión de ajuste y diferencial de cierre.



Fig.15 Banco de pruebas hidráulico para válvulas de alivio del taller del mantenimiento mecánico.

La presión en el banco de pruebas se debe incrementar en forma gradual, de tal forma que permita identificar los diferentes puntos de presión (según aplique) sin confundir lo que es la presión de ajuste de la válvula.

- a) La prueba debe realizarse en tres ocasiones con el objeto de asegurar que la lectura de los valores observados se repita.

Condiciones de la zona del banco de pruebas

El área del banco de pruebas debe estar limpia, libre de polvo, seca y evitar la exposición directa de la luz del sol.

Especialmente al realizar una prueba con nitrógeno, asegurarse que la ventilación sea adecuada. Temperatura ambiente esté entre 5 y 40°C.

**Zona de pruebas** La zona de pruebas debe ser una zona de pruebas exclusiva. Durante las pruebas a alta presión, no se permite entrar en la zona de prueba a ningún personal no autorizado. Durante la prueba a alta presión, el operario debe usar siempre un equipo de protección adecuada se muestra la siguiente fig.16



Fig.16 Equipo de protección de seguridad que se debe de tener a la hora de trabajar en el banco de pruebas.

### **Uso autorizado**

- El banco se construye de acuerdo con la tecnología más avanzada y las regulaciones técnicas de seguridad establecidas vigentes. Sin embargo, su uso indebido puede causar daños al operario o a terceras personas e incluso al equipo y a los equipos que estén a su alrededor.
- El banco de pruebas solo debe operar en condiciones técnicas perfectas de seguridad de acuerdo con regulaciones vigentes de seguridad, avisos de los peligros detallados en el manual de instrucciones. En particular, en el caso de una avería puede afectar la seguridad del equipo.
- La autorización del uso debe estar de acuerdo con los criterios de inspección y mantenimiento citados en el manual.

### **Aviso importante**

Después del ensayo; Primero asegurarse que no haya presión en el circuito de pruebas antes de aflojar las abrazaderas.

## Prueba de una válvula de seguridad a alta presión

**Atención:** Revisar la presión máxima requerida en el ensayo. Esta presión la puede conocer sabiendo el diámetro y la presión nominal de la válvula de seguridad. Verifique que la válvula de seguridad esté en buenas condiciones. No sujetar ni realizar ningún ensayo si se observa que faltan componentes en la válvula o no está bien conexiónados o se detecta algún defecto de forma visual.

1. - Verificar que no haya presión en el circuito, cerrar la válvula de descarga, colocar la válvula y sujetarla y abrir la válvula de entrada del gas de pruebas. Poner el cronómetro a cero.
2. - Conectar en la mesa de ensayos la manguera flexible y el Manómetro. Sujetar el manómetro en el soporte que contiene la maleta metálica.
3. - Abrir la válvula de entrada del gas de pruebas (aire comprimido o nitrógeno).
- 4 - Empezar a presurizar lentamente y verificar en todo momento la lectura del manómetro.
5. - Presurizar la válvula de seguridad hasta que empiece a descargar.
6. - En el caso que medir la presión y la estanqueidad, usted puede cerrar la válvula en la parte derecha del panel.
7. - Después de la prueba puede cerrar la válvula de entrada, provocar una descarga de la válvula de seguridad y después abrir la válvula de descarga. Mientras tanto poner el cronómetro a cero

Nota: Al realizar las lecturas, colóquese frente al manómetro, para evitar errores. Expresión de resultados

El término presión de ajuste ha sido causa de muchas ambigüedades de interpretación, además de severos problemas, por lo que es de suma importancia determinar exactamente el tipo de válvula y servicio que se está manejando para aplicar el término de manera precisa.

## 2.23 CALIBRACIÓN

La calibración se realiza bajo una presión de ajuste, que expresada en unidades de presión, es el valor de presión estática creciente a la entrada de la válvula, y a la cual ha sido preparada para abrir bajo las condiciones de servicio. En servicio de líquidos, la presión de ajuste se define como la presión a la entrada de la válvula a la cual ésta comienza a tener una descarga continua de líquido. En servicios de gases y vapores, la presión de ajuste se define como la presión a la entrada de la válvula a la cual dispara bajo las condiciones de servicio. En otras palabras, la presión de ajuste es el valor de presión estática creciente que entra en la válvula, y a la cual ha sido preparada para ejecutar las siguientes características de operación: "presión de apertura",

"presión de disparo" o "presión de primer escape" bajo las condiciones de servicio dadas.

Para las válvulas de seguridad-alivio convencionales se puede distinguir el término presión diferencial de ajuste o presión diferencial de calibración que es la diferencia entre la presión de calibración y la contrapresión sobrepuesta constante, también expresada en unidades de presión.

Cuando se realiza el proceso de hacer el cambio de calibración de la válvula, se debe verificar que el resorte permita la recalibración y que los intervalos de presión y temperatura del diseño de la válvula sean los adecuados para la nueva presión. Sin excepción, se debe colocar una nueva placa que contenga marcada la nueva presión.

El manómetro que se utilice en la prueba debe estar calibrado y tener una escala adecuada, de tal forma que la presión que se va a verificar se encuentre dentro del tercio medio de la escala total, por lo que el manómetro debe ser de una escala del doble de la presión de ajuste que se va a probar, con el objeto de tener una graduación suficiente para hacer una lectura correcta.

### 2.23.1 Válvulas Calibradas Con Aire O Vapor De Agua

La presión de ajuste o calibración se identifica cuando se perciba y se escuche la apertura de la válvula por medio de un disparo súbito o detonación violenta de la misma. En la mayoría de las ocasiones se escucha o percibe un escape de fluido previo al disparo, que es lo que se conoce como "siseo o preapertura de la válvula", pero esto no debe

confundirse con la presión de ajuste, ya que el siseo es necesario para que se produzca el "disparo".

En el momento de escuchar el disparo, se debe observar el manómetro de prueba, para registrar el dato que debe encontrarse dentro de las tolerancias permitidas. También debe registrarse el punto de cierre después del disparo para determinar el dato de la presión diferencial de cierre. Si cualquier dato registrado se encuentra fuera de los parámetros antes indicados, es causa de rechazo de la prueba.

Todas las válvulas deben drenarse y sopletearse después de verificar las pruebas de funcionamiento, para asegurar que no queden residuos de ningún tipo que pueda afectarlas.

**Nota:** En ocasiones y debido al volumen restringido del banco de pruebas, puede hacerse necesario modificarla posición del anillo de la tobera, para lograr el disparo, lo cual está permitido, siempre que lo realice la persona autorizada por el fabricante y se registre el dato de la posición ajustada originalmente en fábrica, y que posteriormente a la prueba, la posición del anillo sea restituida, volviendo a colocar un sello de plomo que inhabilite su modificación por personas no autorizadas para hacerlo.

## 2.24 AJUSTE DE BLOWDOWN

El ajuste del blowdown o presión diferencial de cierre se realiza por medio del anillo de ajuste de una forma muy sencilla cuando el anillo de ajuste se mueve hacia arriba el blowdown aumenta la (presión de cierre disminuye).

En caso contrario cuando el anillo de ajuste se mueve hacia abajo el blowdown disminuye (la presión de cierre aumenta lo ideal es fijar el blowdown para que la válvula cierre a la presión de operación del dispositivo en la cual está instalada

## 2.25 MEDICIONES DE PRESIÓN

Las mediciones de presión son las más importantes que se hacen en la industria; sobre todo en industrias de procesos continuos, como el procesamiento y elaboración de

compuestos químicos. La cantidad de instrumentos que miden la presión puede ser mucho mayor que la que se utiliza en cualquier otro tipo de instrumento.

Las mediciones de presión pueden ser desde valores muy bajos que se consideran un vacío, hasta miles de toneladas de por unidad de área.

Los principios que se aplican a la medición de presión se utilizan también en la determinación de temperaturas, flujos y niveles de líquidos. Por lo tanto, es muy importante conocer los principios generales de operación, los tipos de instrumentos, los principios de instalación, la forma en que se deben mantener los instrumentos, para obtener el mejor funcionamiento posible, cómo se debe usar para controlar un sistema o una operación y la manera como se calibran.

El método más usual para medir presiones es por medio del barómetro de Bourbon, que consiste en un tubo aplanado de bronce o acero curvado en arco. A medida que se aplica presión al interior del tubo, éste tiende a enderezarse, y éste movimiento se transmite a un cuadrante por intermedio de un mecanismo amplificador adecuado. Los tubos Bourdon para altas presiones se hace de acero. Puesto que la exactitud del aparato depende en gran parte del tubo, sólo deben emplearse tubos fabricados de acuerdo con las normas más rigurosas y envejecidas cuidadosamente por el fabricante. Es costumbre utilizar los manómetros para la mitad de la presión máxima de su escala, cuando se trata de presión fluctuante, y para los dos tercios de ella, cuando la presión es constante. Si un tubo Bourbon se somete a presión superior a la de su límite y a presiones mayores que las que actuó sobre él en el proceso de envejecimiento, puede producirse una deformación permanente que haga necesaria su calibración.

Los manómetros en uso continuo, y especialmente los sometidos a fluctuaciones rápidas y frecuentes de presión, deben verificarse repetidas veces. Un procedimiento cómodo para hacerlo consiste en tener un manómetro patrón exacto que pueda conectarse en cualquier punto de la tubería en la que está unido el manómetro regular y efectuar comparaciones. A intervalos regulares debe confrontarse el manómetro patrón con el manómetro de peso directo o contrapesos. El manómetro de Bourdon es completamente satisfactorio para presiones hasta de unas 2000 atm, siempre que sea suficiente una exactitud de 2 a 3 por ciento.

## 2.26 MANÓMETROS

Los manómetros son instrumentos destinados a medir presión.

Los manómetros más comunes son los llamados de "tubo de Bourdon", que consiste básicamente en un tubo de sección elíptica, curvado en forma de arco, y tapado por un extremo; el otro extremo es fijo y por él se aplica la presión. Al aplicársele la presión el tubo de Bourdon tiende a enderezarse ligeramente, tal como sucede con una manguera doblada cuando se le introduce agua a presión. El movimiento resultante del extremo cerrado del tubo, es transmitido a una aguja indicadora mediante el sector dentado y el piñón. La aguja indicadora se mueve sobre una escala graduada, y su giro es, generalmente, de izquierda a derecha.

Estos manómetros incorporan un resorte en espiral que actúa aportando la fuerza necesaria para vencer las resistencias por rozamiento que impedirán la vuelta a  $\square$  del índice, una vez que se ha desplazado. Estas pérdidas por rozamiento reciben el nombre de pérdidas por histéresis.

El error de medición del tubo de Bourdon no sobrepasa el  $\pm 2\%$  del valor máximo de escala, siempre que esté bien instalado, aunque es cierto que no miden con exactitud las presiones bajas.

### 2.26.1 Instrucciones De Seguridad Y Conservación

Complementariamente al mantenimiento que se realiza con el uso del instrumento, debe efectuarse una revisión a fondo en el momento en que éste se envía a la calibración periódica. Esta operación se hace por personal cualificado de Metrología y comprende el desmontaje de los componentes del equipo (cuando proceda), revisión, limpieza y puesta a punto del instrumento.

### 2.26.2 Tipos De Manómetros

Son dispositivos indispensables para la calibración de otros dispositivos tales como las válvulas de relevo de presión. Con este dispositivo se regula la presión de calibración deseada de la válvula.

Los manómetros son de dos tipos, entre los cuales tenemos:

- a. - ) Manómetros del tipo abierto; con una superficie atmosférica en un brazo y capaz de medir presiones manométricas.
- b. - ) Manómetros diferencial; sin superficie atmosférica y que sólo puede medir diferencias de presión.

Rangos:

- Vacío: punto de ajustes desde -1 mm cda a -1 bar de vacío.
- Muy baja presión: puntos de ajuste desde +1mm cda a + 20 mm cda.
- Baja y alta presión: puntos de ajustes desde +10mm cda a +1250 bares.
- Presión diferencial: puntos de ajustes desde +/-1mm cda a 420 bar.

Protecciones:

- Intemperie, antideflagrantes, ambientes corrosivos y seguridad intrínseca. Aplicaciones:

Hidráulica (agua/aceite), neumática, marina / offshore, aire acondicionado y refrigeración, electro medicina, control de procesos, sistema de recogida de datos, \_ alarmas, seguridades y regulación, edificios inteligentes.

### Realización de medidas

Una vez ajustado convenientemente el manómetro, se someterá tres veces a presión máxima y bajada a cero. Si procede, se realizará una nueva calibración. Si no fuese posible su reparación, el manómetro se dará fuera de uso.

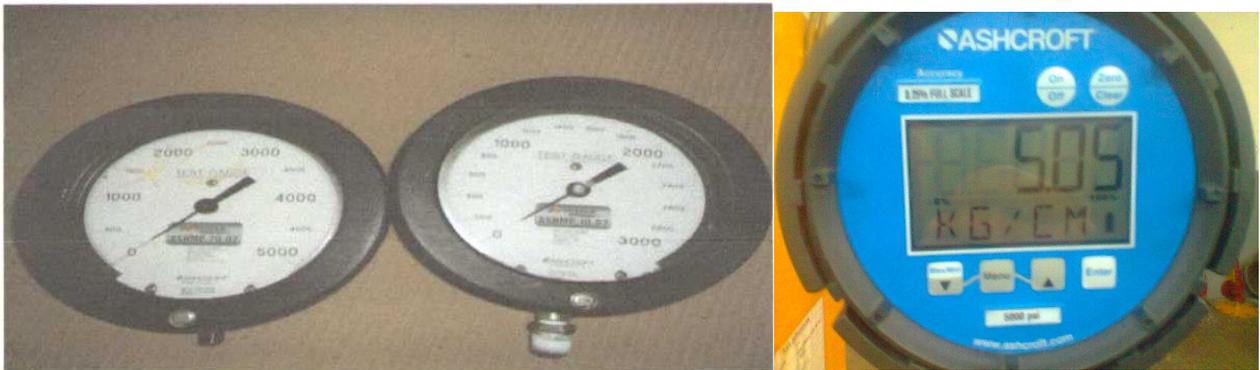


Fig.17 Los manómetros de 3000 y 5000 psi que se utilizan en el taller de mantenimiento mecánico y uno digital de 5000 psi para la calibración de válvulas de seguridad.

### **2.26.3 Criterios De Selección De Manómetros**

Siendo el instrumento local más empleado para la medición de presión en ambientes industriales el manómetro con sistema de deflexión basado en el tubo de Bourdon debe ser correctamente especificado para no tener complicaciones con los resultados obtenidos de su empleo. Si bien es cierto que la presión que se desea medir debe ser tal que se pueda leer en el manómetro, la simple especificación del rango no lo es todo, ya que se debe considerar para obtener la mejor lectura que la presión a la que va operar el manómetro sea tal que se encuentre en los 2 cuartos medios de la escala total, es decir, si dividimos la escala del manómetro en cuatro secciones, la presión normal de trabajo debe estar en la segunda o tercera sección, mientras más próximo el valor medio de la escala mejor. Además la sección de trabajo máxima no debe exceder el 75% del rango de deflexión de la escala. El error de no seleccionar un manómetro dentro de estos criterios podría resultar finalmente en falla por fatiga por del tubo de Bourdon.

### **2.27 MANTENIMIENTO A LAS VÁLVULAS**

Para la segura y confiable operación de las válvulas de seguridad es necesario practicarles un buen servicio y hacer reparaciones adecuadas. Aunque no es necesario desmontar las válvulas de la caldera para su mantención, lo habitual es que se limite a lapear los asientos y ocasionalmente reemplazar el disco. Las herramientas recomendadas para el trabajo de lapeado son las siguientes:

1. Placa o plataforma para lapear
2. - Lubricante resistente a altas temperaturas
3. - Dos aros para lapear por tamaño y tipo de válvula
4. - Compuesto o pasta para lapear

Aunque los puntos más delicados del lapeado, pulido, esmerilado o bruñido pueden ser considerados como un arte de la mecánica, una persona suficientemente especializada puede lograr una buena reparación de los asientos con alguna práctica. Conviene decir que no existe un procedimiento exacto que englobe todos los casos posibles, dado que diferentes personas pueden conseguir los mismos resultados utilizando sus propias técnicas. Así la operación de lapeado se realiza con un movimiento oscilante en varias direcciones, mientras se mantiene el aro de lapear libremente en los dedos y permitiendo que repose en la superficie del asiento. Hay que controlar el movimiento del aro para evitar

que los bordes interior y exterior del mismo crucen el asiento. Si los bordes tocan la superficie del asiento, éste puede rayarse o redondearse. Se tiene que tener cuidado de no inclinar el aro, ya que ello causaría desigualdades en la superficie del asiento.

Antes de lapear los asientos del disco y tobera, el resalto o los bordes de los asientos deben ser limpiados cuidadosamente utilizando un papel de lija de grano fino. El propósito de esto es eliminar cualquier pequeña partícula de metal adherida a las superficies. Una vez realizado el lapeado se inspeccionará cualquier rastro de defectos como áreas grises o ralladuras, ya que requerirá la repetición de un lapeado completo hasta alcanzar el acabado deseado.

Como criterio general, no limitativo, la inspección visual y el mantenimiento preventivo de las válvulas debe ser practicado por lo menos dos veces al año, ajustándose a las políticas internas de cada planta o sistema. Junto con ello se debe llevar una bitácora que reúna todos los datos donde se incluyan aspectos tales como: Marca, Tamaño de entrada y salida, Orificio, Presión de ajuste, Contrapresión, Servicio (fluido y estado), Línea o equipo en la que está instalada, Número de identificación de la planta, Número de serie de la válvula, Capacidad de descarga y Temperatura (operación/relevo). El fabricante debe proveer al usuario o comprador de un manual de mantenimiento que incluya los siguientes temas: Inspección visual, Desensamble, Mantenimiento de partes internas, Lapeado de asientos, Reacondicionamiento de partes, Re ensamblé, Pruebas, Ajustes, Solución de problemas más comunes. Es obligatorio que el usuario siga las instrucciones de los manuales editados por los fabricantes, los trabajos que se efectúen sobre estos equipos de seguridad deben ser realizados exclusivamente por personal que demuestre haber recibido un riguroso programa de capacitación (preferentemente por el fabricante) sobre el producto, ya que la responsabilidad del reacondicionamiento será responsabilidad del usuario.

Una válvula de seguridad reacondicionada o reparada debe contar con el mismo grado de confiabilidad que una válvula nueva.

El mantenimiento se divide en dos grupos diferenciados de válvulas de seguridad;

- Las equipadas con palanca (estándar o estanca)
- Las estancas, sin palanca

Válvulas provistas de palanca de operación manual

En un periodo no superior a 12 meses (entre 10 y 12) debe accionarse la palanca aliviando producto por la salida de la válvula, soltando rápidamente con esta operación se revisa que la válvula no está clavada y que el cierre sea correcto, se recomienda hacerlo con presión en la válvula para que sea fácil accionar la válvula.

Válvulas sin palanca de operación manual

Debido a su particular diseño, no es factible un mantenimiento en planta, es recomendable su desmontaje y revisión externa por personal cualificado o en fabrica. En casos muy concretos dependiendo del tipo de fluido y/o condiciones de trabajo variables en cuanto al producto, el aprovechar su desmontaje para realizar la transformación a palanca estanca, con ello en sucesivas revisiones.

### **CAPITULO 3 PROCEDIMIENTO TÉCNICO Y OPERATIVO PARA EL MANTENIMIENTO, PRUEBAS Y CALIBRACIÓN DE VÁLVULAS DE RELEVO DE PRESIÓN (SEGURIDAD Y ALIVIO) PARA REDUCIR LOS RIEGOS DE ACCIDENTES.**

#### **Objetivo**

Facilitar al personal técnico y manual un procedimiento que describa claramente la secuencia de actividades para realizar el mantenimiento integral, las pruebas y los ajustes de válvulas de relevo de presión.

#### **Ámbito de aplicación**

Este procedimiento es aplicable para las válvulas de relevo de presión, fabricadas con aceros aleados y/o bronce, instaladas en recipientes o líneas que operan a presión en las diferentes áreas de proceso y servicios auxiliares de los Centros de Trabajo de PEMEX PETROQUIMICA.

Este procedimiento es de estricto cumplimiento para todo el personal técnico y manual de los departamentos de Seguridad y Mantenimiento de todos los centros de trabajo de PEMEX PETROQUIMICA, que autoricen, supervisen y ejecuten actividades de mantenimiento, pruebas y ajustes de válvulas de relevo de presión. Es de suma importancia asegurar que la entrega-recepción del dispositivo de seguridad se realice cumpliendo con las indicaciones normativas de seguridad y precauciones descritas en los permisos de trabajo.

La aplicación de este procedimiento operativo es obligatorio cuando se realicen actividades de mantenimiento, pruebas y ajustes de válvulas de relevo de presión en su centro de trabajo, por lo que se debe cumplir con todas las medidas preventivas indicadas. A continuación se muestran las actividades más importantes que se realizaron en el mantenimiento y calibración de válvulas de relevo de presión en el Complejo Petroquímico Morelos.

Los criterios se establecen bajo la siguiente secuencia y responsabilidad entre otros:

- a) Inspección en sitio (instalada).
- b) Entrega de la válvula de relevo de presión.
- c) Desmontaje.
- d) Transporte al taller.
- e) Prueba Pre-Pop
- f) Inspección integral y mantenimiento en taller
- g) Prueba de ajuste de relevo de presión
- h) Transporte a la planta
- i) Montaje
- j) Entrega a usuario

### **Referencia Normativa**

Reglamento de Seguridad e Higiene de PEMEX:

2006 ISO-9001:2000.

ISO-14001:2004.

ANSI/API 576-2000 Válvulas de Seguridad.

API STD 526.

API STD 527.

NOM 093 SCFI-1994.

DCO-SCM-PT-010:2008.

ASME Sección I

ASME Sección VIII, División 1.

800/16000/DCO/IT/OO2 Instructivo emitido por la DCO.

### **3.1 ANTECEDENTES DE LA VÁLVULAS**

Cada válvula de relevo de presión nueva o sin registro histórico, debe tener establecido en el censo, el periodo máximo permisible para calibración. Este Instructivo está basado en la Norma NO.09.0.03.

En caso de que se cuente con el registro histórico de mantenimiento confiable para la toma de decisiones, efectuar un análisis del comportamiento histórico del dispositivo que sea mandatorio, para establecer la periodicidad de las subsecuentes inspecciones, mantenimientos, calibraciones y pruebas, para la prueba Pre-Pop.

#### **3.1.1 Responsabilidades**

El responsable de la administración del programa de inspección, mantenimiento y prueba de las válvulas de relevo de presión, debe de llevar el control administrativo e histórico del mantenimiento.

El personal responsable de la inspección, mantenimiento y pruebas (técnico y manual) debe estar capacitado y calificado en los códigos aplicables a la inspección y mantenimiento de las válvulas de relevo de presión.

Es responsabilidad del jefe del taller mecánico o el responsable del área de mantenimiento mecánico correspondiente a la aplicación y difusión de este procedimiento, así como asegurarse que fue comprendido mediante la aplicación de una evaluación escrita del procedimiento a los Operarios con categoría de Especialistas y de Primera; dicha evaluación tendrá una vigencia de un año o hasta que se realice la evaluación de la nueva revisión, lo que ocurra primero.

El jefe de taller turnará al jefe técnico del departamento mecánico las evaluaciones, para ser consideradas en el expediente personal de cada trabajador.

El mando medio supervisará y coordinará la ejecución de los trabajos de mantenimiento mecánico que ampara este procedimiento, así mismo recibirá y validará los reportes diarios.

Los operarios especialistas y de primera de mantenimiento mecánico llevarán a cabo las actividades correspondientes a este procedimiento y deberán usar el equipo de protección

personal, equipo diverso de seguridad para proteger su integridad física y salud. Evitando contaminar el agua, el suelo y el aire

### 3.1.2 Documentos De Información

- a) Hojas de datos de seguridad de los productos manejados por las válvulas de relevo de presión (HDSM).
- b) Hoja de datos de las válvulas de seguridad con su número de identificación.
- c) Diagramas de tubería e instrumentación de las plantas actualizados, indicando cada una de las válvulas de relevo de presión.
- d) Diagramas de flujo del proceso de cada instalación actualizados.

### 3.1.3 Definiciones

**Procedimiento.-** Forma sistemática y secuencial de llevar a cabo un trabajo o actividad, debe ser documentado e indicar quien, cómo y qué se debe hacer, así como conservar el (los) registro (s) y control (es) de lo efectuado.

**Equipo de Protección Personal** - Conjunto de elementos y dispositivos de uso personal, diseñados específicamente para proteger al trabajador contra accidentes y enfermedades que pudieran ser causados con motivo de sus actividades de trabajo. En caso de que en el análisis de riesgo se establezca la necesidad de utilizar ropa de trabajo con características específicas, ésta será considerada equipo de protección personal.

**Válvula de seguridad.-** Dispositivo de relevo de presión actuado por la presión estática aplicada sobre la válvula que se caracteriza por una apertura rápida o acción de disparo. Sus principales aplicaciones son para el manejo de gases o vapores.

**Válvula de seguridad-alivio.-** Dispositivo de relevo de presión, que puede ser utilizado como válvula de seguridad o como válvula de alivio. Válvula de relevo de presión "PRV".- Término que se utiliza para denominar indistintamente y en forma general a una válvula de relevo o alivio "VR / RV"; a una válvula de seguridad "PSV"; una válvula de seguridad-alivio; o una válvula operada por piloto, ver figuras 1, 2,3, 4, 5 y 5a de NOM-093-SCFI-1994.

Para manejar sin confusión el término "presión de ajuste" es de suma importancia conocer el tipo de válvula (Ver 4.3 de NOM-093-SCFI-1994.) y el servicio, en función de esta información se utilizara como fluido de prueba: agua limpia para las válvulas de alivio y aire o gas inerte para las válvulas de seguridad.

En servicios de líquidos, la presión de ajuste, se define como la presión a la entrada de la válvula a la cual comienza a tener una descarga continua de líquido.

**Inspección en sitio.-** Consiste en la evaluación del estado físico de un equipo, tubería, dispositivo, accesorio u otro elemento, que se encuentre instalado en una planta de proceso.

**Inspección en taller.-** Es la acción de evaluar el estado físico de un equipo, tubería, dispositivo, accesorio u otro elemento, el cual se encuentra desmontado de la instalación a la que pertenece y dentro de un local diseñado para tal fin. En el caso de válvulas de relevo de presión la inspección puede ser:

“**Preliminar**” si se efectúa sin desarmar la válvula de relevo de presión o “**Integral**” si el dispositivo se desarma para revisar cada componente

**Pruebas en línea.-** Pruebas bajo ASME PTC25 para verificar exclusivamente la presión de apertura establecida y la operación de la válvula de relevo de presión.

**Nota: Esta no sustituye la prueba Pre-Pop ni la calibración y ajuste de la válvula de relevo de presión en el banco. ;**

**Siseo (preapertura, advertencia).-** Aplica únicamente a válvulas de seguridad o de seguridad-alivio en fluidos compresibles. Es el indicador audible de escape de fluido de entre los asientos de la válvula, a una presión estática ligeramente por debajo de la presión de disparo (apertura súbita) de la misma.

### 3.1.4 Frecuencias

**De ejecución.-** Este Instructivo aplica para la entrega, transporte, inspección, mantenimiento y prueba de las válvulas de relevo de presión. **De revisión de documentos.-** Como mínimo dos años o cuando se requiera efectuar un cambio en el documento.

**De ciclos de trabajo.-** Los ciclos de trabajo se llevarán a cabo midiendo los resultados del proceso en las auditorías.

### **3.1.5 Medidas De Seguridad, Salud Ocupacional Y Protección Ambiental**

Durante la inspección, mantenimiento y prueba de las válvulas de relevo de presión, se debe utilizar el equipo de protección personal, (protección a la cabeza, ojos, oídos, manos, pies y ropa de trabajo).

Antes de cualquier inspección o reparación de un dispositivo de relevo de presión, deben tomarse precauciones adecuadas para mantener la seguridad del equipo protegido por los dispositivos, especialmente si el equipo está en operación. Cuando una inspección y reparación en una unidad operativa es requerida, la operación de la unidad debe ser normal y se deben obtener los permisos de trabajo apropiados.

Durante las pruebas de ajuste de presión (disparo), el personal se debe colocar a un costado del orificio de relevo, nunca frente a él.

Algunas válvulas de relevo de presión están equipadas con válvulas de bloqueo a la entrada y salida de esta; cuando se entregue a mantenimiento se debe asegurar que la válvula de entrada sea cerrada antes que la de salida y des presionar los tramos entre los bloqueos y la válvula de relevo de presión.

Una vez ejecutada la prueba de ajuste, se debe tener especial cuidado en depositar los desechos generados (estopas) de acuerdo a la instrucción de almacenamiento para residuos no peligrosos.

Los dispositivos de relevo de presión deben estar localizados e instalados de tal forma que estén accesibles para su inspección y reparación.

Para llevar a cabo el mantenimiento, pruebas y ajuste de una válvula de relevo de presión, el Ing. especialista mecánico del sector deberá elaborar la solicitud de Trabajo mediante el sistema electrónico IMMPOWER, para la actividad específica según el tipo de riesgo.

Para llevar a cabo el mantenimiento integral el Ing. especialista del sector deberá elaborar la Orden de Trabajo mediante el sistema electrónico IMMPOWER, el cual deberá contener las tareas específicas de la inspección y mantenimiento a la válvula, posteriormente deberá asentar la información en el historial de la válvula. Las pruebas y ajustes de las válvulas de relevo de presión se desarrollaran en el banco de pruebas del taller mecánico central, el jefe del taller mecánico central elaborara la Orden de Trabajo correspondiente mediante el sistema electrónico IMMPOWER, el operario asignado para el manejo del banco de pruebas y su ayudante deberán apegarse. “Seguridad, salud y protección ambiental” del

instructivo 800/16000/DCO/IT/OO2 emitido por la DCO. Así como a las indicaciones emitidas en el Reglamento de Seguridad e Higiene Vigente, debiendo utilizar su equipo de protección personal básico (Ropa de algodón, guantes, casco, calzado industrial, protección ocular contra impacto y tapones auditivos). Mantener comunicación con el coordinador de producción, referente a programas de trabajos de mantenimiento, programas operativos, condiciones de operación y reportes operativos.

### **3.1.6 Especialista En Seguridad.**

- a)** Participar y proporcionar soporte en la aplicación de procedimientos críticos para la inspección, mantenimiento y prueba de válvulas de relevo de presión.
- b)** Revisar aspectos de SSPA e identificar actos y condiciones inseguras, tomando acciones inmediatas de control/eliminación de riesgos en la inspección, mantenimiento y prueba de válvulas de relevo de presión.
- c)** Auditar el cumplimiento de este Instructivo promoviendo acciones de mejora en la unidad de negocio, tomando como referencia los siguientes criterios:
- d)** Efectuar auditorías para asegurar el cumplimiento de este Instructivo. Estas auditorías proporcionarán la medición de la efectividad del Instructivo y las recomendaciones para las acciones correctivas o áreas de oportunidad que necesiten mejorarse.
- e)** Referirse al documento “Auditoria al Instructivo Inspección y Mantenimiento de Válvulas de Relevo de Presión”.
- f)** Revisar y proporcionar soporte en la actualización de hojas de datos de seguridad de los materiales (HDSM).

### **3.2 INSPECCIÓN EN SITIO.**

La inspección visual de la válvula cuando se encuentra en operación: Debe realizarse con una periodicidad de al menos dos veces por año. Cuando se detecte que la válvula de relevo de presión ha actuado, el alcance mínimo de la inspección es el siguiente: Verificar que la localización de la válvula sea correcta, cuente con su placa de identificación y que sus datos estén legibles.

Verificar la hermeticidad de las uniones bridadas y/o roscadas, evaluando las fugas cuando sea el caso.

Evaluar el estado físico general de sus partes visibles y de los espárragos.

Verificar que la válvula no se encuentre abierta (relevando). Verificar diariamente que los bloqueos de entrada y salida (en caso de que cuente con ellos) no se encuentren cerrados, y cuenten con un dispositivo que garantice la posición abierta.

Verificar que el bloqueo del “directo” (cuando se cuente con él), se encuentre en posición “cerrado” y cuente con un dispositivo que garantice la posición de cerrado.

Verificar que la válvula no se encuentre sometida a vibraciones o esfuerzos, y que la tubería de salida esté debidamente soportada y alineada.

Verificar la condición física del tapón correspondiente al venteo del bonete, relacionado con el tipo de válvula (convencional o balanceada).

Llevar y mantener actualizado un registro y control de las inspecciones “en sitio”. Para esto, se requiere elaborar informes técnicos detallados e implementar un mecanismo de control que posibilite el seguimiento de las anomalías hasta su corrección y sirvan para una toma de decisiones en cuanto a su periodicidad.

**Nota:** Estos requisitos mínimos serán complementados en las listas de verificación de los procedimientos específicos de cada centro de trabajo.

Como excepción, se podrán realizar pruebas en línea para verificar la presión de apertura establecida y la operación de la válvula de relevo de presión, cumpliendo estrictamente con lo establecido en ASME PTC25-2001 y queda bajo la responsabilidad de los centros de trabajo al aplicarlo.

Entrega de la válvula de relevo de presión (aislada, de presionada y purgada).

Personal de operación de presionará el equipo o tubería donde se encuentra instalada la válvula de relevo de presión, para su purgado, aislamiento, y entrega a mantenimiento.

En caso de existir bloqueos en la válvula de relevo de, estos deben de estar cerrados. Pedir los permisos correspondientes y gestionar con los departamentos involucrados su autorización, para desmontar la válvula de relevo de presión en forma correcta.

**Nota:** Para garantizar la contabilidad de los dispositivos de relevo de presión se debe cumplir con los programas de inspección, mantenimiento y prueba, por lo que de ser necesario se analice la factibilidad de instalar bloqueos en las válvulas de seguridad en aquellos recipientes a presión o tuberías que requieran *para* su atención, un paro total de la planta.

### **3.3 DESMONTAJE DE VÁLVULA DE RELEVO DE PRESIÓN.**

Elaborar el AST (Análisis de Seguridad en el Trabajo) por el personal que interviene en la actividad y el cual estará debidamente validado y comunicado a todo el personal.

Verificar que las válvulas de bloque (en caso de aplicar) de entrada y salida se encuentren debidamente cerradas y que las válvulas de relevo de presión cuenten con los venteos abiertos para su purgado y retiro de la válvula.

En caso de que la válvula de relevo de presión no cuente con válvulas de bloqueo de entrada y salida de producto, se deberá iniciar con el recorrido de espárragos para agilizar la actividad y disminuir el riesgo.

Antes de iniciar la apertura y desmontaje, por seguridad, verificar el de presionado y purgado del equipo o tubería que protege y desfoga, mediante manómetros o cuando así se lo indique personal de operación, proceder a aflojar los espárragos de tal manera que permita se dé presione y purgue el producto que haya quedado atrapado.

Una vez desmontada la válvula se revisaran las bridas para evaluar su estado físico y de ser necesario, efectuar la rectificación de sus caras, de encontrarse en buen estado se protegerán para evitar que sean dañadas (Instalar bridas Ciegas). Efectuar la maniobra adecuada a fin de no golpear las válvulas de relevo de presión durante su desmontaje.

#### **3.3.1 Transporte Al Taller.**

En caso de que la transportación y manejo de la válvula de relevo de presión se realice mediante izaje, se requiere proteger las caras de las bridas para no dañarlas y transportarlas en forma vertical colocándole tirantes para evitar su balanceo excesivo (deben ser sostenidas por una cadena o cuerda alrededor del cuello de descarga y alrededor del bonete).

En caso de que la transportación se efectuó por embalaje, se colocaran sobre tarimas de madera o material suave, y embaladas o no, deben permanecer con la brida de entrada hacia abajo y no deben colocarse de lado, para prevenir des alineamientos y daños a las partes internas. Las válvulas embaladas deben levantarse siempre con la brida de entrada hacia abajo, es decir igual a la posición de instalación, colocando puntos de sujeción en forma simétrica.

**Nota:** Recordar que un manejo inadecuado al desmontar, manejar y transportar la válvula de relevo de presión, puede cambiar la presión de ajuste, deformar sus partes o dañar la válvula resultando en una inexactitud en la prueba de presión de disparo (como se recibe) Pre Pop.

### 3.4 INSPECCIÓN VISUAL (EXTERNA E INTERNA) PRELIMINAR EN EL TALLER

Verificar que la válvula cuente con placa de identificación, para que la información contenida en ella sea congruente con la indicada en la hoja de datos de diseño. Revisar la entrada y salida de la válvula para evaluar su grado de ensuciamiento. En caso de observar depósitos en el interior, deben recolectarse muestras para su análisis y mandar a laboratorio, con el fin de identificar las causas de su presencia y composición.

Revisar el estado físico de las partes visibles y evaluar cualquier indicación de daño, mecánico o por corrosión.

**Nota;** Todas las válvulas de relevo de presión que se lleven al taller para la inspección, mantenimiento y prueba, antes de proceder a desarmar se les deben verificar el ajuste de calibración por medio de una prueba Pre-Pop, que en caso de que el resultado sea satisfactorio esto maximizaría la probabilidad de que la válvula de relevo de presión funcione cuando sea requerida, mediante el ajuste de los intervalos de prueba y que efectivamente se encuentren operables y releven a la presión de ajuste requerida. En caso de que la prueba no sea satisfactoria, el personal técnico responsable de la inspección, mantenimiento y operación deben llenar un reporte de incidente y personal de operación debe coordinar la investigación correspondiente, con el propósito de investigar las causas de fondo (fallas en el ajuste realizado durante la revisión anterior, modificación de la presión de ajuste por requerimientos operacionales, ensuciamiento o daño de sus componentes internos), e implementar las acciones correctivas pertinentes, para prevenir la repetición de situaciones similares.

Se deben ajustar los intervalos de prueba en base al análisis de la causa de falla del disparo de la presión de ajuste

### 3.5 PRUEBA PRE-POP.

Determinación de la presión de disparo (Pre-Pop) “como se recibe”

- a) Recibir válvula de relevo de presión en taller
- b) Inspeccionar limpieza de la válvula
- c) Si la válvula de relevo de presión presenta ensuciamiento o incrustaciones que puede dañar los asientos y la tobera se debe evitar realizar la prueba Pre-Pop.

Si es el primer período de inspección que sale con ensuciamiento o incrustaciones se debe:

- Analizar el material que origino el ensuciamiento y/o incrustaciones.
- Elaborar el reporte de incidente y el ACR respectivo, implementando acciones correctivas para evitar el ensuciamiento y/o incrustaciones.
- Reducir el intervalo de inspección, estará en función de los resultados análisis de ACR (Reducir 25% del periodo) y/o análisis de la reclasificación del fluido.
- Dar mantenimiento.

Si es el segundo período de inspección que la válvula sale con ensuciamiento y/o incrustaciones se debe:

- Realizar un ACR, considerando las condiciones operacionales anormales que pudieran estar contaminándolo de impurezas.
- Tomar medidas correctivas derivadas del ACR, incluyendo la reducción del 25% nuevamente del periodo de inspección, este deberá estar por debajo del porcentaje establecido en el primer periodo de inspección.

Elaborar reporte de incidente, anotando que es el segundo periodo consecutivo que la válvula sale sucia y/o con incrustaciones

- Dar mantenimiento.

Si esta condición de ensuciamiento y/o incrustación es repetitiva, se debe tomar en consideración la factibilidad de instalar discos de ruptura para la protección de la válvula, y así incrementar su confiabilidad operativa, con esto se puede tomar la decisión de elaborar la administración de cambios para incrementar su periodo de inspección, mantenimiento y prueba, hasta ajustarse a la corrida de los paros programados de la planta, siempre y cuando estos no hayan fallado en forma recurrente durante la operación normal.

**d)** Si la válvula de relevo de presión sale limpia:

- Verificar que los sellos de la cubierta del tornillo de ajuste de la presión y el tornillo del anillo de purga estén intactos (si no cuenta con los sellos, asentar el incidente en reporte).

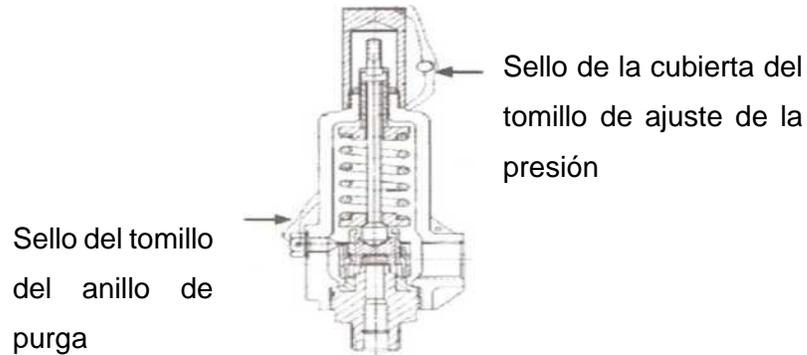


Fig.18 Válvula de relevo de presión.

Montar la válvula de relevo de presión en el banco de pruebas como la siguiente figura:



Fig.19 Válvula de seguridad (Instalación en el banco de prueba en el laboratorio de calibración de válvulas).

- Incrementar lentamente la presión.

**e)** Si la válvula de relevo de presión “disparó” a la presión de ajuste durante el primer periodo

de prueba después de un mantenimiento:

- Registrar la presión de disparo “como se recibe”.
- Analizar historial para confirmar si el próximo intervalo de inspección será igual al establecido.

Montar la válvula de relevo de presión en el banco de pruebas.

- Incrementar lentamente la presión.

**d)** Si la válvula de relevo de presión “disparó” a la presión de ajuste durante el primer periodo de prueba después de un mantenimiento:

- Registrar la presión de disparo “como se recibe”.
- Analizar historial para confirmar si el próximo intervalo de inspección será igual al establecido.

Se debe elaborar reporte de incidente y el ACR correspondiente.

- Se debe dar mantenimiento.

**Si la válvula abrió arriba de la presión de ajuste durante el primer periodo: realizar la programación de la próxima inspección con el mismo periodo.**

**Si es el primer periodo que abre arriba de la presión de ajuste:**

- Efectuar una segunda prueba.
- Si en la segunda prueba abrió a la presión o cerca de la presión de prueba:
- Es probable que existieran pequeños depósitos en la válvula.
- Se debe elaborar reporte de incidente.
- Se debe dar mantenimiento.

**Si en la segunda prueba no abrió a la presión o cerca de la presión de prueba:**

- Es probable que originalmente haya sido ajustada con error o el ajuste haya sido cambiado durante la operación.
- Dar mantenimiento.

**Si es el segundo periodo que abre arriba de la presión de ajuste:**

- Se debe elaborar reporte de incidente y ACR correspondiente.
- Se debe dar mantenimiento.

- En este segundo periodo la válvula abre arriba de la presión de ajuste AP1-576 recomienda elaborar la administración de cambios para reducir el periodo de inspección en un 25%.

En cada caso, el responsable de la inspección debe tomar nota de los resultados obtenidos y de las observaciones realizadas, para incluirlos en los controles y registros correspondientes.

Los resultados registrados de todas y cada una de las válvulas deben ser estudiados en cuanto a las tendencias a través del tiempo para que el historial de rendimiento de la válvula pueda ser evaluado adecuadamente.

### **3.6 INSPECCIÓN INTEGRAL Y MANTENIMIENTO EN TALLER.**

Las válvulas que no satisfagan con los requerimientos de las pruebas Pre-Pop, y/o de hermeticidad, o bien presenten ensuciamiento, evidencias de corrosión o daño mecánico en sus componentes, deben reportarse como un incidente para la elaboración de su Análisis Causa Raíz (ACR) y someterse a inspección integral, y elaborar la administración del cambio referenciado a la modificación de la periodicidad de inspección, mantenimiento y prueba.

Personal de mantenimiento, debe desarmar la válvula siguiendo las recomendaciones del fabricante, identificando y colocando los componentes en un lugar separado para evitar confusiones y o pérdida de piezas.

#### **3.6.1 Desarmado de las Válvulas**

- Retirar el capuchón de la válvula.



Fig.20 Capuchón y espárragos correspondientes de una válvula de seguridad de la planta de óxido de etileno.

- **Tomar medidas necesarias a los componentes que faciliten su ensamble.**

En esta parte involucra mucho en cómo se estará quitando los componentes de tal manera, que se acomoden en un espacio seguro y en orden para darse cuenta en el momento del ensamble.

- **Aflojar contratuerca.**



La contratuerca comúnmente se localiza en esta parte que se muestra y siempre junto al tornillo de ajuste o "yugo" para evitar que se mueva y no afecte la calibración.

Fig.21 Válvula de seguridad sin el capuchón.

- **Aflojar el tornillo de ajuste para poder relajar la tensión del resorte y así proporcionar seguridad al personal en el desensamble de la misma.**



Fig.22 Tornillo de ajuste.

- **Retirar el bonete, resorte, vástago, plato, guías y disco.**



Fig.23 Tuercas del medio cuerpo.



Fig.24 Bonete de la válvula de seguridad

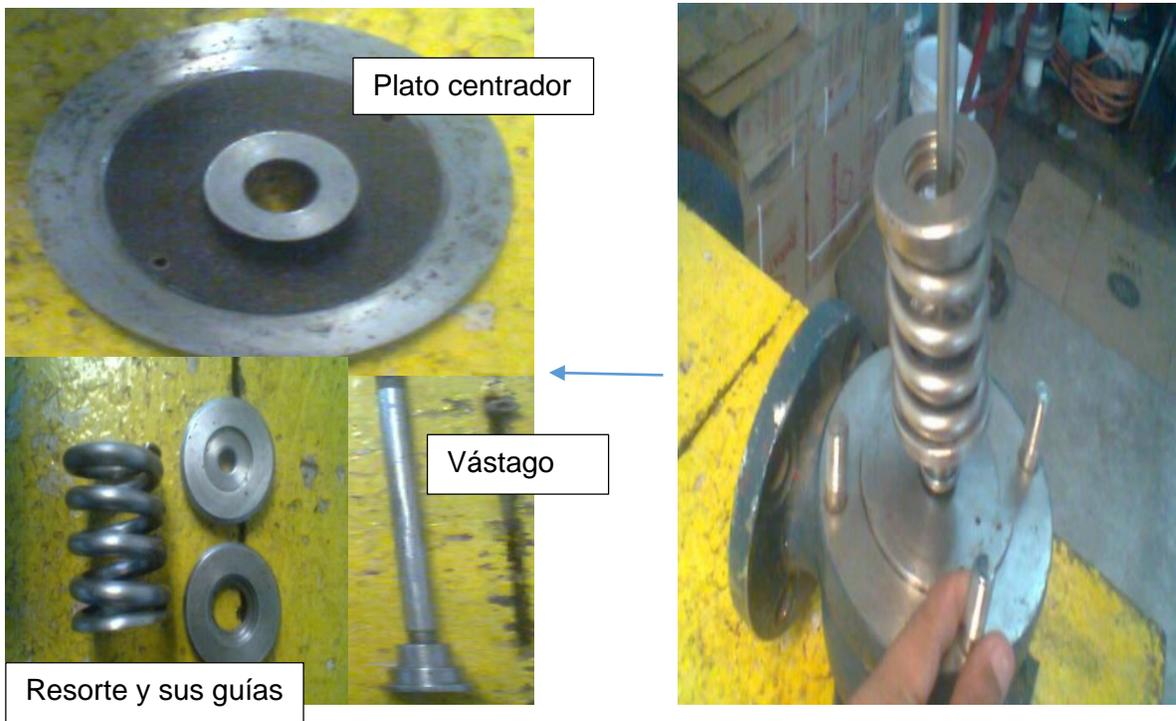


Fig.25 Resorte, guías, vástago y plato centrador de la válvula de seguridad



Fig.26 Porta pastilla y pastilla o disco de la válvula de seguridad.



Fig.27 Desarmado de la porta pastilla de la válvula de seguridad.

• Retirar la corona y la tobera del cuerpo inferior de la válvula.



Fig.28 Desarmado de la tobera y corona.

**Nota:** Si la tobera no llegase a aflojar hay que aplicar fuego directo al carter de la válvula y ala ves aplicando hielo ala tobera y así esta sufre un cambio (elongación), así poder retirar la tobera.

Y si esta válvula no llegase a aflojar hay que soldar una placa sobre la tobera para aplicarle mayor fuerza para poder retirarla de válvula, una vez que se haya retirado hay que acallar y después hay que transportarla al departamento de máquinas y herramienta para poder maquinar sus sellos y hacerle rayado a la parte posterior de la tobera.

Cuando las válvulas manejan materiales peligrosos como acrílico, acetaldehído, mercaptano, óxido de etileno, etc. Estas válvulas su tratamiento es especial, antes de desmontarlas hay que des presionar la línea donde están montadas y después el operario tendrá que ir quitar el bonete y aflojar la contratuerca de ajuste y así poder des presionar a la válvula ya que en su interior queda producto entrampados, ya que estas provocan accidentes por ejemplo las que manejan catalizadores se desarmen con precaución para barrer a la válvula con aire ya que le quedan residuos de catalizadores y al contacto con la humedad provocan o reacciona violentamente y las toxicas contaminan el medio ambiente.

En el área donde fueron extraídas ahí hay que desarmar ya que las que manejan productos contaminantes hay que lavarlas de su interior porque les queda productos entrampados ya que en el área hay registros de productos químicos y tóxicos.

Cuando los internos de la válvula presenten depósitos de características pirofóricas o que pueden mantener materiales peligrosos entrampados, el responsable de la inspección debe indicar las acciones necesarias para prevenir daños a la salud de los trabajadores que intervengan en el mantenimiento de acuerdo a los criterios establecidos.

Antes de efectuar limpieza a los componentes, deben revisarse estos con el fin de conocer las condiciones generales en las que la válvula fue retirada de servicio, y tener acceso a evidencias tales como productos de corrosión, polímeros, gomas, depósitos, incrustaciones y fragmentos de piezas. Limpiar los componentes empleando desengrasante u otros productos adecuados para ello, previa verificación de que no se trate de materiales combustibles o tóxicos.

### **3.6.2 Inspección Detallada A Los Componentes Limpios**

Efectuar una inspección detallada a los componentes limpios, con el alcance mínimo siguiente:

Revisar las superficies internas y externas del cuerpo, bonete y capuchón, para identificar evidencias de corrosión o daño mecánico.

Revisar el estado físico general de cada componente, evaluando evidencias de corrosión o daño mecánico tales como:

- Fracturas ocasionadas por la fatiga del material utilizando líquidos penetrantes o partículas magnéticas.
- Compresión al resorte de acuerdo a recomendación del fabricante.
- Deformaciones, daños por corrosión y/o desgaste natural en componentes internos (pastilla o disco, tobera o boquilla, fuelle, portadisco).
- Rectitud del vástago.
- Detectar suciedad, corrosión, impurezas en el cuerpo de la válvula y efectuar si se requiere limpieza mediante sand-blast.

Los componentes que presenten corrosión o daño mecánico que ponga en riesgo la operación confiable del dispositivo, deben ser sustituidos. En caso de daño en asiento del disco o tobera, pueden reacondicionarse por maquinado y/o lapeado. Cuando la válvula cuente con componentes de aceros aleados y presenten evidencias de corrosión o daño mecánico, verificar si los materiales de construcción corresponden con lo indicado en la hoja de datos de diseño, el inspector debe investigar las causas y solicitar las acciones correctivas pertinentes.

Cuando el inspector considere necesario contar con elementos que le permitan dictaminar el estado general de la válvula, debe practicar pruebas no destructivas a los componentes.

Realizar el cambio de empaques de acuerdo a las condiciones de presión, temperatura y fluido.

En cada caso, los responsables de inspección / seguridad y mantenimiento deben tomar nota de los resultados obtenidos y de las observaciones realizadas, para incorporarlos al registro histórico de la válvula.

### **3.6.3 Los Puntos Que Deben Ser Verificado En El Mantenimiento:**

- Las bridas, para evidencia de picaduras (pitting), asperezas, o decremento en el careado de las caras.
- El resorte, para evidencia de corrosión y fracturas.
- Si la válvula es de tipo fuelle, los fuelles para evidencia de corrosión, fractura o deformación.
- La posición del tornillo de ajuste en el bonete.
- Las boquillas de entrada y salida, para evidencia de depósitos de material extraño o de corrosión.
- El espesor de pared del cuerpo de la válvula.
- Los componentes de la válvula y materiales, para comparar con la información de la placa de datos y la hoja de datos.
- De aplicar, los pilotos y partes asociadas.

### **3.6.4 Técnica De Maquinado Y Lapeado De Sellos**

El operario tiene que verificar sus bandas de sellado de ambos sellos, ya que a veces se cometen vicios como mandar a maquinar por maquinar y el operario arma la válvula y la monta al cabezal de prueba y la válvula no sella y ahí es donde se comete el error que tiene que desarmar y volver a mandar a maquinar ambos sellos. Es aquí donde el operario debe de conocer o saber distinguir las bandas de sellado, pues la experiencia es la que hace al operario a través del tiempo.

Pues técnicamente de hacer varias pruebas descubres que reduciendo las bandas de sellado tienes mayor presión en las válvulas y pues reduciendo una banda de sellado de la tobera tienes el resultado.

**Lapear:** Operación de súper acabado que utiliza una herramienta que posee unos sectores metálicos recubiertos por un compuesto abrasivo.



Fig. 29 Placa o plataforma para lapear.

### **Compuesto o pasta para lapear**

Antes de lapear los asientos del disco y tobera, el resalto o los bordes de los asientos deben ser limpiados cuidadosamente utilizando un papel de lija de grano fino y el propósito de esto es eliminar cualquier pequeña partícula de metal adherida a las superficies como se muestra en la siguiente figura:



Fig.30 Tobera y pastilla eliminando impurezas por medio de lijas.

Una vez realizado el lapeado se inspeccionara cualquier rastro de defectos como áreas grises o ralladuras ya que requerirá la repetición de un lapeado completo hasta alcanzar el acabado deseado.

### **Banda de sellado**

El sello de la parte superior debe de quedar ancha la banda de sellado para que tenga mayor área de contacto con respecto a la de la tobera.

La técnica de lapeado es muy importante porque es el cuidado que debe de tener un operario al estar realizando un lapeado pues la técnica es para desbastar el material en forma de ochos, y para asentar el sello que seda en forma circular y sujetando el sello en una posición uniforme que no se desplace para no rallar la banda de sellado.

### 3.6.5 Armado de las válvulas.

#### Modo de armar una válvula

Cuando una válvula ya fue valorada por el supervisor y se está seguro para su armado en donde las piezas deben estar bien limpias y juntas de medio cuerpo debe ser de  $1/16$ , y de  $1/32$  la de tobera.

Una vez que se ha realizado el mantenimiento o sustitución de los componentes que lo requerían, la válvula debe armarse nuevamente siguiendo las siguientes recomendaciones mínimas sin ser limitativas:

- Instalar la tobera en el cuerpo inferior de la válvula, colocando empaque nuevo.
- Instalar los internos con precaución para no dañar las superficies de sellado.
- Montar bonete, cuidando la secuencia de sellado.
- Apretar el tornillo de ajuste del resorte a la referencia tomada.
- Apretar tornillería de ensamble de la válvula, de acuerdo a su troqué específico para cada caso.
- No aplicar grasa o aceite en los asientos y superficies de la guía.

Así como las recomendaciones del fabricante

**Nota:** Las válvulas de relevo de presión, deben someterse a pruebas para verificar su funcionamiento a la presión de ajuste y verificar su hermeticidad.

Los responsables de inspección técnica, mantenimiento y operación deben certificar la ejecución y resultados de las pruebas que se practiquen a las válvulas de relevo de presión de su área de responsabilidad.

A veces le ponen juntas de  $1/8$  y lo que hace es retirar más los sellos para su calibrado y la tobera debe de llevar de  $1/32$  o  $1/64$  para poder calibrar la válvula.

Revisar el balín que lleva el vástago en la punta que este gire o rote porque de aquí depende de que la válvula se pueda calibrar y que el resorte tenga la tensión adecuada para poder calibrar y el fuelle que no esté roto.

### 3.7 PLACA DE IDENTIFICACIÓN DE LA VÁLVULA

Cada válvula de relevo debe contar con una placa de identificación de aluminio o de acero inoxidable, con dimensiones 75 mm x 50 mm x 1.587 mm (3 pulg. x 2 pulg. X 1/16 pulg.); en ella deben marcarse con algún medio indeleble, la información mínima indicada en la figura La placa debe estar sujeta al cuerpo de la válvula con un alambre resistente a la corrosión.

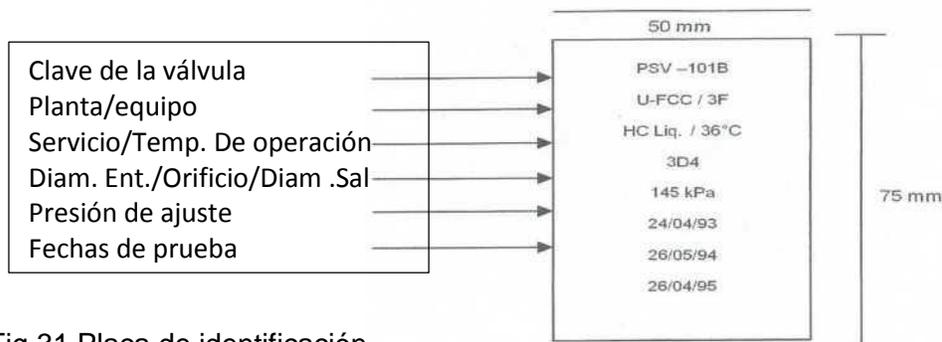


Fig.31 Placa de identificación

En caso de que la válvula no cuente con la placa de identificación, debe colocarse como parte del mantenimiento. Esta actividad es responsabilidad del taller que ejecute el mantenimiento de la válvula.



Fig.32 Representación de la placa o identificación en una válvula de seguridad.

### **3.8 PRUEBA DE AJUSTE DE RELEVO DE PRESIÓN POR PARTE DE MANTENIMIENTO. (CALIBRACIÓN)**

Todas las válvulas de relevo de presión, deben someterse a pruebas de verificación de la presión de ajuste. La presión de ajuste de estos dispositivos de relevo de presión no debe exceder la presión máxima de trabajo permisible del recipiente. El resorte de la válvula de seguridad o de la válvula de seguridad alivio no debe ser reajustado a una presión más o menos del 5% de la presión de ajuste marcada en la placa, a menos que el reajuste se encuentre dentro del rango del resorte establecido por el fabricante.

Para practicar esta prueba, se requiere un “banco de pruebas certificado”, que cuente como mínimo con los siguientes componentes:

- Fuente de presión neumática e hidráulica de por lo menos 3 veces la presión a la que se va a probar la válvula, o 413 kPa (59.88 lbs. /pulg<sup>2</sup>), la que resulte mayor;
- Un recipiente que acumule la presión proveniente de la fuente, con un volumen mayor (1.2 veces) que el del recipiente del banco de pruebas;
- un recipiente como banco de pruebas, de las siguientes características:

Salida con conexión para recibir a la válvula que va a ser probada. Esta conexión debe ser al menos del mismo diámetro que el diámetro de entrada de la válvula que se va a probar. Manómetro certificado y calibrado y de escala adecuada a la presión que se va a probar (dos veces como máximo), aislado de la fuente de presión por medio de una válvula de cierre o con una purga. Un volumen adecuado (mínimo de 0.06 m<sup>3</sup>, 60 litros) en el recipiente de pruebas para verificar la correcta operación de la válvula que va a ser probada.

### **3.9 PRESIÓN DE DISPARO (DETONACIÓN)**

Aplicable únicamente a válvulas de seguridad o seguridad-alivio que manejan fluidos compresibles. Es el valor de presión estática ascendente y a la cual el disco se mueve en dirección de apertura a una velocidad muy Superior comparada con la correspondiente velocidad a la que lo haría a presiones inferiores o superiores. El disparo se presenta después del siseo, a la presión de calibración de la válvula, de manera audible en forma de súbito y violento disparo o detonación.

### **3.10 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA PARA VÁLVULAS DE SEGURIDAD Y DE SEGURIDAD-ALIVIO.**

Medio de prueba: Aire o Nitrógeno.

Montar la válvula en el banco de pruebas.

**Nota:** No debe colocarse ningún tipo de filtro entre el banco de pruebas y la válvula, además de asegurarse que el empaque sea del diámetro adecuado al tamaño de la brida de entrada.

Aplicar presión y verificar si la válvula dispara a la presión de ajuste en frío y dentro de las tolerancias establecidas de la tabla 1, debe incrementarse lentamente la presión hasta que la válvula abra con un disparo audible, al cual se le debe identificar como “apertura”. Se recomienda realizar un disparo inicial antes de realizar las verificaciones (3 verificaciones).

En la mayoría de los casos se escuchara o percibirá un escape de fluido previo al “disparo”, que es lo que se conoce como “siseo” o preapertura. Esto no debe confundirse con la presión de ajuste, ya que el “siseo” es necesario para que se produzca el disparo.

En los casos en que la válvula no dispare, verificar el ajuste del anillo de la boquilla (corona), de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

Una vez verificada la presión de ajuste y realizada la prueba de hermeticidad, si se movió el anillo de la boquilla, este se debe regresar a lo posición establecida por las especificaciones del fabricante.

#### **3.10.1 Procedimiento De Prueba Para Válvulas De Alivio:**

Medio de prueba: Agua

Montar la válvula en el banco de pruebas, verificando que no exista ningún tipo de filtro entre el banco de pruebas y la válvula, y que el empaque sea del diámetro adecuado al tamaño de la brida.

Aplicar presión y verificar si la válvula abre a la presión de ajuste en frío y dentro de las tolerancias establecidas en el punto 9.8.4.6 incrementando lentamente la presión hasta que la válvula abra con una descarga continua de líquido de aproximadamente el ancho de un lápiz, al cual se le debe identificar como “apertura”. Se recomienda realizar una prueba

inicial para eliminar la bolsa de aire atrapada en la entrada de la válvula, antes de realizar las verificaciones (3 verificaciones).

Previo a la apertura de la válvula, se aprecia un “goteo” inicial. Esto no debe confundirse con la presión de ajuste, ya que el “goteo” es necesario para que se produzca la apertura.

**Nota:** No es necesario realizar modificaciones en la posición del anillo de ajuste (corona), para la prueba con agua.

Cuando la válvula de alivio no abra a la presión de ajuste en frío, debe modificarse la posición del tornillo de ajuste, apretándolo o aflojándolo, según sea el caso.

Para realizar esta actividad, la presión en la entrada de la válvula debe ser inferior a la presión de ajuste y debe sujetarse el vástago de manera que no gire, ya que si esto sucede, causara daños severos en la superficie de contacto del disco y del asiento.

La tolerancia en las presiones de ajuste de las válvulas de relevo de presión no deben exceder los valores siguientes:

**Tabla 3.** Tolerancia de la presión de ajuste.

<b>TOLERANCIA DE LA PRESION DE AJUSTE (ASME Secc. VII Div 1,UG134)</b>	
<b>Rango de la presión de ajuste</b>	<b>Tolerancia</b>
≤ 70 Psi ( ≤ 5 kg/cm <sup>2</sup> )	± 2 Psi (±0.14 kg/cm <sup>2</sup> )
> 70 Psi (> 5 kg/cm <sup>2</sup> )	± 3%

<b>TOLERANCIA DE LA PRESION DE AJUSTE (ASME Secc. I,PG 722)</b>	
<b>Rango de la presión de ajuste</b>	<b>Tolerancia</b>
≤ 70 Psi ( ≤ 5 kg/cm <sup>2</sup> )	± 2 Psi (±0.14 kg/cm <sup>2</sup> )
70 ≤ 300 Psi (5 ≤ 21kg/cm <sup>2</sup> )	± 3%
300 ≤ 1000 Psi (21 ≤ 70kg/cm <sup>2</sup> )	± 10 Psi (±0.7 kg/cm <sup>2</sup> )
> 1000 Psi (> 70 kg/cm <sup>2</sup> )	± 1%

Las válvulas que no cumplan con las tolerancias establecidas en rechazarse. En estos casos, el responsable de mantenimiento debe identificar las causas de la falla, efectuar las correcciones procedentes, y repetir las pruebas.

### 3.11 PRUEBA DE HERMETICIDAD.

Debe realizarse después de la prueba de verificación de la presión de ajuste siguiendo los procedimientos descritos en función del tipo de válvula; bonete cerrado o bonete abierto.



Fig.33 Representación esquemática de una prueba de hermeticidad

### 3.12 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA PARA VÁLVULAS CON BONETE CERRADO.

Medio de prueba: Aire o Nitrógeno.

Presión de prueba: 90% de la presión de ajuste.

La válvula de relevo, debe continuar montada sobre el banco de pruebas después de practicada la prueba de verificación de presión de ajuste. Colocar el “probador” sobre la conexión de salida de la válvula.

Aplicar la presión hasta llegar al valor de prueba, de acuerdo a:

Cuando se trata de válvulas de seguridad o de seguridad-alivio; después de realizar la prueba de verificación de la presión de ajuste, se disminuye la presión hasta la presión de prueba de hermeticidad. Cuando se trata de válvulas de alivio; se purga el líquido del banco de pruebas y se aplica presión de aire o nitrógeno, hasta alcanzar la presión de prueba.

Mantener la presión de prueba de hermeticidad por lo menos durante un minuto para válvulas cuyo diámetro de entrada sea igual o menor que 51 mm (2pulg.); 2 minutos para diámetros de 63.5 mm, 76.2 mm y 101.6 mm (2 1/2 pulg., 3 pulg. y 4 pulg.); y 5 minutos para diámetros de 152.4 mm (6 pulg.) y mayores. La válvula entonces debe ser observada para fuga por al menos un minuto.

Medir el número de burbujas por minuto en el recipiente, el cual no debe ser mayor que los valores indicados en la tabla 2 para válvulas con asientos metal a metal.

Nota: Para válvulas con asientos blandos, no debe existir ninguna fuga durante 1 minuto.

Cuando se trata de válvulas de seguridad o de seguridad-alivio, debe regresarse la corona a su posición original después de efectuar la prueba de hermeticidad.

### **3.13 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA PARA VÁLVULAS CON BONETE ABIERTO O PALANCA ACTUADORA**

Medio de prueba: Aire o Nitrógeno.

Presión de prueba: 90% de la presión de ajuste.

La válvula de relevo, debe continuar montada sobre el banco de pruebas después de practicada la prueba de verificación de presión de ajuste.

Formar un dique en la cámara de descarga de la válvula, de manera que se aloje un tirante de agua de 12.7 mm {½ Pulg.) medido desde el asiento de la tobera. Aplicar la presión hasta llegar al valor de prueba, de acuerdo a: Cuando se trata de válvulas de seguridad o de seguridad-alivio; después de realizar la prueba de verificación de la presión de ajuste se disminuye la presión hasta la presión de prueba de hermeticidad.

Cuando se trata de válvulas de alivio; se purga el líquido del banco de pruebas y se aplica presión de aire o Nitrógeno, hasta alcanzar la presión de prueba.

Medir el número de burbujas por minuto, el cual no debe ser mayor del 50% de los valores indicados en la tabla 1 para válvulas con asientos metal a metal.

Para válvulas con asientos blandos, no debe existir ninguna fuga durante 1 minuto.

Cuando se trata de válvulas de seguridad o de seguridad-alivio, debe regresarse la corona a su posición original después de efectuar la prueba de hermeticidad (en los casos en que se modificó su posición durante la prueba de verificación de presión de ajuste). Las válvulas que no cumplan con las tolerancias establecidas en deben rechazarse.

En estos casos, el responsable de proporcionar el mantenimiento debe identificar las causas de la falla, y efectuar las correcciones procedentes, posteriormente deben repetirse las pruebas.

**Tabla 4.** Valores máximos permisibles de fuga en prueba de hermeticidad de válvulas de relevo de presión con sello metal a metal. (Tabla 2 del AP1-527)

Presión de ajuste a 15.6 °C(60°F)		Orificios " F" o mayores		Orificios " G" o mayores	
Mpa	Lbs/Pul2	Burbujas/min.	m3/24h	Burbujas/min.	m3/24h
0.103-6.896	14.935-999.92	40	0.017	20	0.0085
10.3	1493.5	60	0.026	30	0.013
13	1885	80	0.034	40	0.017
17.2	2494	100	0.043	50	0.021
20.7	3001.5	100	0.043	60	0.026
27.6	4002	100	0.043	80	0.034
38.5	5582.5	100	0.043	100	0.043
41.4	6003.3	100	0.043	100	0.043

**Nota:** La tabla muestra la fuga máxima permisible en válvulas de relevo de presión con sello metal a metal. Solamente es aplicable a válvulas cuyos asientos han sido lapeados y verificado con métodos ópticos.

Las válvulas de relevo que hayan cumplido satisfactoriamente las pruebas descritas, deben protegerse en sus conexiones de entrada y salida para evitar que se introduzcan materiales extraños que puedan alterar su funcionamiento. Así mismo, deben almacenarse bajo techo y por separado durante el tiempo que transcurra antes de su reinstalación. Deben instalarse los sellos del cap y del tornillo de la corona.

El manejo y transporte de las válvulas de relevo de presión debe ser cuidadoso, de manera que se eviten golpes y caídas que puedan dañar sus componentes y alterar su funcionamiento.



Fig. 34 Véase a continuación una válvula de seguridad de bonete abierto y cerrado.

### **3.14 INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO, PRUEBA Y AJUSTE DE VÁLVULAS DE RELEVO DE PRESIÓN QUE CUMPLEN CON ASME SECCIÓN VIII DIV 1. (API-576, 6.2.17)**

Generalmente es más económico y efectivo ejecutar una inspección/visión en taller en los intervalos requeridos que hacerlo sobre el equipo. Sin embargo, cuando una válvula opera en servicio limpio, la experiencia puede indicar que la inspección de la válvula mientras está en el equipo es segura y apropiada. Cuando se han tomado las precauciones adecuadas de seguridad, las válvulas de bloqueo a la entrada y a la salida, pueden ser cerradas, y el bonete de la válvula de relevo de presión puede ser removido para su

inspección, prueba y reparaciones menores. Cuando una reparación mayor es requerida, la válvula debe ser mandada a taller.

### **3.15 INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO, PRUEBA Y AJUSTE DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD PARA CALDERAS QUE CUMPLEN CON ASME SECCIÓN I. (API-576, 6.2.18)**

A pesar de que las válvulas de seguridad en las calderas de vapor son similares en construcción y operación a los dispositivos de relevo de presión de los equipo de proceso, estas están diseñadas e instaladas de acuerdo con los códigos aplicables de energía. La inspección de estos dispositivos debe estar de acuerdo con requerimientos regulatorios y recomendaciones del fabricante.

Las válvulas de seguridad de calderas pueden ser probadas periódicamente elevando la presión de vapor hasta que la válvula dispara. Se deben utilizar manómetros de precisión calibrados para determinar la presión de disparo. Usualmente debe realizarse la prueba con vapor (en vivo) para el ajuste de la presión y purga de las válvulas de seguridad de calderas.

### **3.16 INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO Y PRUEBA DE LAS VÁLVULAS DE RELEVO DE PRESIÓN OPERADAS POR PILOTO. (API-576, 6.2.19)**

La inspección, mantenimiento, prueba y ajuste del mecanismo piloto puede ser manejado separadamente de la válvula principal. Con conexiones de prueba, la presión de ajuste de algunos tipos de piloto puede ser probado con precisión mientras la válvula se encuentra en servicio. Si no hay válvulas de bloqueo bajo la válvula principal, esta puede ser inspeccionada y reparada solamente cuando el recipiente o sistema se encuentra fuera de servicio. Se deben seguir las recomendaciones del fabricante para la inspección, reparación y prueba.

Muchas de las consideraciones aplicables para las otras válvulas de relevo de presión también aplican para las válvulas piloto. Las consideraciones adicionales para tomar en cuenta para este tipo de válvulas entre otra son:

Inspección de los O-rings, diafragmas y empaques.

Verifique posibles taponamientos en el ensamble del piloto y tubería externa. Verifique material atrapado en la válvula principal en el área del domo.

Verifique fugas en todas las conexiones de tubing.

Inspeccione el tubing suministrador de presión de la válvula piloto y su orientación (pick-up device).

Los fabricantes de válvulas de diafragma, frecuentemente recomiendan una inspección en taller dos veces al año para permitir la inspección del diafragma y otros componentes.

### **3.17 PERIODICIDAD DE LA INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO Y PRUEBA.**

El intervalo entre una inspección/mantenimiento/prueba para válvulas de relevo de presión, debe ser tal que permita garantizar que los dispositivos se encuentran en condiciones de operación satisfactorias.

La periodicidad debe establecerse considerando entre otros aspectos, la evaluación de su historial técnico y las características generales del proceso e instalación en la que se encuentra montada. Evidentemente, el intervalo entre inspecciones para un dispositivo que opera en un servicio corrosivo y sucio, será más corto que el correspondiente que para un dispositivo similar que opera en un servicio limpio.

### **3.18 TRANSPORTE A LA PLANTA**

Se lleva la válvula de seguridad a la planta que fue desmontada ya calibrada y con su mantenimiento realizado.

El encargado del transporte deberá tener todo el equipo de seguridad mencionado anteriormente.

### **3.19 MONTAJE.**

Se vuelve a instalar con mucha precaución y evitar que sufra un golpe que pueda hacer que se des calibre la válvula o tenga un daño.

### 3.20 ENTREGA A USUARIO

Es la parte final donde ya ha sido entregada la actividad u orden de trabajo y las válvulas de seguridad ya han recibido mantenimiento. Y puesto a prueba para que ahora si empiecen a trabajar de una forma óptima.

### 3.21 PARA EL CASO DE INSTALACIONES NUEVAS.

Dado que en algunos procesos e instalaciones nuevas no es posible predecir con exactitud el grado de ensuciamiento, vibración, concentración de esfuerzos, y corrosión (entre otras condiciones de servicio), a las que estarán sujetas las válvulas de relevo, la primera inspección, mantenimiento y prueba, debe practicarse como máximo en los periodos que se indican en la tabla 2, o bien cuando se presenten las condiciones siguientes:

Después de detectar actuación de la válvula de relevo de presión.

Al detectar, durante la inspección en sitio, condiciones que requieran mantenimiento y prueba del dispositivo.

**Tabla 5.** Periodos máximos permisibles para la calibración y prueba.

CONDICIONES DE SERVICIO	PERIODO
Clase 1.- Son todas aquellas válvulas de seguridad instaladas en equipos o líneas que manejan o almacenan fluidos sucios, erosivos, abrasivos, altamente corrosivo o polimerizales, que puedan dañar las partes internas de la válvula.	1 Año
Clase 2.- Son aquellas válvulas de seguridad o de seguridad-alivio, instaladas en equipos o líneas que manejan o almacenan fluidos menos corrosivos, o que puedan estar contaminados en pequeñas proporciones, que puedan atacar en menor grado las partes internas del dispositivo de alivio.	2 Años
Clase 3.- Son aquellas válvulas de seguridad o seguridad-alivio, instaladas en equipos o líneas que manejan o almacenan fluidos que en condiciones normales no son capaces de dañar las partes internas de la válvula ni de impedir su operación.	3 Años
Clase 4.- Son aquellas válvulas de alivio, instaladas en equipos que manejan o almacenan fluidos que bajo ninguna condición dañan las partes internas de la válvula.	4 Años

### **Para instalaciones en operación.**

En estos casos, la periodicidad debe establecerse de manera particular para cada válvula de relevo de presión, evaluando como mínimo los aspectos considerados en el API-PR-576 y que establece que el periodo puede incrementarse de uno a un máximo permisible de calibración de 10 años:

Los resultados de las inspecciones “en sitio”, considerando los antecedentes de vibración, fugas, concentración de esfuerzos, pulsaciones, etc.

Los resultados de las inspecciones preliminares, pruebas Pre-Pop y de hermeticidad practicadas con anterioridad.

El análisis de los registros históricos del dispositivo.

La diferencia entre la presión de ajuste y la presión de operación del equipo o tubería. La información descrita, debe analizarse detalladamente a fin de definir si el período de inspección asignado actualmente a cada válvula es el más adecuado o si requiere modificarse.

Cuando el análisis de la información lo justifique, puede disminuirse o aumentarse el periodo de inspección.

El periodo determinado para la inspección, mantenimiento y prueba de válvulas de relevo de presión se hará en base a la valoración de riesgo y al histórico de inspección y mantenimiento y será establecido por el centro de trabajo tomando en consideración que este periodo no debe rebasar los diez años.

### **3.22 CONTROL DE MODIFICACIONES**

Cuando se requiera realizar alguna modificación a una válvula de relevo de presión, ya sea en su presión de ajuste, materiales de construcción, servicio, o cualquier otra que altere su diseño original, debe cumplirse con lo dispuesto para la elaboración de una administración de cambios. El cual entre otras cosas, establece que los responsables de atender las

funciones de operación, de mantenimiento y de seguridad de la instalación, deben realizar de manera conjunta, un estudio cuyo alcance incluya como mínimo los puntos siguientes:

La justificación técnica de la modificación y su duración (temporal o permanente).

El análisis de riesgos formal, utilizando alguna Metodología reconocida y aceptada internacional mente que posibilite:

- a. Identificar acciones para el control de los riesgos asociados con la modificación.
- b. Evaluar el impacto de los riesgos identificados, en la seguridad de trabajadores, terceros e instalaciones; y en el medio ambiente.
- c. Diseñar e implementar acciones para el control de los riesgos identificados y evaluados
- d. Las aprobaciones correspondientes por parte del Comité Local de Seguridad, Salud y Protección Ambiental.
- e. La actualización de los diagramas de tubería e instrumentación, programas, registros, procedimientos, placas de identificación, etc.
- f. La difusión de las nuevas condiciones de la válvula de relevo de presión, al personal involucrado con su operación, inspección, y mantenimiento.

**Nota:** El análisis de riesgos formal que posibilite para los casos de modificación de la presión de ajuste, el resorte no debe reajustarse para presiones 5% mayores o menores del valor marcado para la válvula, a menos que el ajuste sea dentro del rango de diseño del resorte establecido por el fabricante en base al código ASME SECC VIII Div. 1.

### **3.23 REGISTROS Y CONTROL DE LA INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO Y PRUEBA.**

A fin de conformar el historial técnico, deben registrarse y controlarse la inspección en sitio y en taller, el mantenimiento, las pruebas y las modificaciones a que se someten las válvulas de relevo de presión durante su vida útil. Por lo anterior, cada planta o instalación debe mantener actualizada y accesible la siguiente información:

- a. Programa general de inspección, mantenimiento y prueba.
- b. Registros de las inspecciones en sitio.
- c. Registro de la inspección y prueba en taller

Todos los registros necesarios deben estar completos antes de que la válvula se instalada para entrar en servicio.

Los registros son críticos y de uso efectivo para el futuro para ayudar a determinar cuándo se reemplazan componentes o cuando se retira la válvula.

Los registros forman el histórico de las condiciones y servicios bajo las cuales la válvula es operada.

El histórico del mantenimiento y los registros de prueba son requeridos por las auditorías practicadas a la Integridad Mecánica y por el reaseguro.

Los formatos para el registro del histórico de mantenimiento, inspección y pruebas.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La presencia en el taller de ingeniería de área de Mantenimiento fue de gran ayuda para mi formación integral como ingeniero y para conocer gran parte de los equipos mecánicos que hacen a la planta obtener la producción diaria requerida y la hacen situar dentro de las principales a nivel nacional. Con la práctica se puede reforzar toda la teoría vista en clases, de esta manera se pueden comprender más claramente los procesos productivos y se pueden asimilar. Para que estos procesos se lleven a cabo las personas son de vital importancia y por supuesto tienen el mayor grado de relevancia.

Específicamente aprendí lo relacionado con las válvulas de seguridad, que hasta antes de realizar este informe era un tema desconocido para mí. La calibración fue uno de ellos y su mantenimiento. Lo que sí tuve la posibilidad de aprender fue el proceso de lapeado, lo que resultó muy interesante por el largo tiempo que se ocupa en esta operación y por el grado de terminación casi perfecto en los asientos para evitar la fuga de vapor de agua.

Para la regulación de las válvulas se menciona el Banco de Pruebas. Hace un tiempo y hasta ahora es de un gran interés puesto que se ocupaba tanto en la regulación de bombas como en válvulas.

Las válvulas de seguridad están destinadas a evitar uno de los mayores riesgos a los que están sometidos los aparatos a presión y el cual tiene que ver con la liberación brusca de presión. Para poder ser utilizadas debe reunir una serie de características técnicas y de seguridad requeridas en las disposiciones legales de nuestro país.

Es importante realizar un adecuado mantenimiento de las válvulas de seguridad de los equipos, ya que supone la reducción del número de paradas de emergencia o de accidentes que puedan suceder por deficiente funcionamiento de estos elementos y la consiguiente rentabilidad y seguridad de la instalación.

Las válvulas deben ser inspeccionadas con regularidad para comprobar que están trabajando correctamente, y periódicamente deben ser desmontadas totalmente para verificar. Así comprendí todo el procedimiento y la gran importancia que realizan estos dispositivos a la industria.

## **RECOMENDACIONES**

Actualizar los programas de mantenimientos para que estos dispositivos tengan una buena durabilidad y confiabilidad.

Cada vez que se requiera actualizar los programas de los mantenimientos es importante que se escriban las actividades reales, para que a la hora de trabajar exista un gran entendimiento entre el procedimiento y el equipo que se está dándole mantenimiento.

Es importante que cuando se exista algún cambio en los equipos dinámicos se registre inmediatamente en el programa de mantenimientos.

Tener a la mano el censo de relación de las válvulas de cada planta en caso de un error en la orden de trabajo.

Se debe dar seguimientos a las actividades que permitan mejorar la eficacia y eficiencia de los sistemas de transporte para así lograr la excelencia.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- Souris, J. (1992). El mantenimiento: fuente de beneficios. Juan Bravo, 3-A. 28006 Madrid (España): Díaz de Santos.
- Rey, F. (2001). Manual del mantenimiento integral en la empresa. Príncipe de Vergara, 74. 28006 Madrid (España): Fundación Confemental.
- Rey, F. (2001). Mantenimiento total de la producción (TPM). Príncipe de Vergara, 74. 28006 Madrid (España): Fundación Confemental.
- González, F. (2003). Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. Príncipe de Vergara, 74. 28006 Madrid (España): Fundación Confemental.
- Greene, R. (1992). Válvulas: selección, uso y mantenimiento. Atlacomulco, Edo. de México: McGraw-Hill.

## ANEXOS

### **Anexo 1** Auditoría al Instructivo para la Inspección, Mantenimiento y Prueba de Válvulas de Relevo de Presión

Objetivo.

Establecer la guía de auditoría, para cumplir con este procedimiento **Alcance.**

Auditar el cumplimiento de los criterios establecidos en este Instructivo **Desarrollo.**

#### I. Comité de Auditoría

A. El Comité de auditoría estará integrado por un grupo multidisciplinario liderado por miembros del departamento de seguridad

#### II. Programa de Auditorías

A. El programa debe contemplar auditar los departamentos involucrados en la inspección y mantenimiento de válvulas de relevo de presión cada seis meses.

#### III. Proceso de Auditoria

A. El líder de la auditoria coordinara y programara la fecha y hora específica programada para el primer semestre.

B. Se debe comunicar cuando menos con dos días de anticipación a los responsables de los departamentos que se auditan.

C. La duración de la auditoria será el tiempo necesario que considere el líder de la auditoria para corroborar el cumplimiento de este procedimiento.

D. Los responsables de los departamentos involucrados en la inspección, mantenimiento y prueba de las válvulas de relevo de presión, deberán atender al grupo auditor.

E. Para el proceso de auditoría, el grupo auditor deberá usar el cuestionario anexo, aplicado al responsable de la Inspección y/o mantenimiento así como al personal involucrado. En adición al cuestionario, se deberán auditar.

1) Documentación, (Procedimientos, reportes, registros, archivos, etc.)

2) Programas de trabajo y su cumplimiento.

3) Cumplimiento de las acciones correctivas, incluyendo cumplimiento de recomendaciones de Auditorias anteriores.

F. El grupo auditor deberá elaborar el reporte de auditoría.

#### IV. Reporte de Auditoria

- A. El grupo auditor deberá presentar los resultados de la auditoria en la Junta del Comité de ASP, el lunes siguiente a la fecha de la auditoria. En esta junta se validara la asignación de responsables a las recomendaciones.
- B. El reporte deberá emitirse después de haberse presentado el resumen al Comité de ASP, a más tardar 3 días hábiles después de la revisión del Comité.
- C. El Reporte deberá mencionar brevemente los puntos fuertes encontrados, así como las desviaciones. Cada desviación deberá tener una acción correctiva específica redactada objetivamente. Cuando ya exista una acción correctiva, sobre una desviación encontrada, deberá mencionarse en el reporte.
- D. El reporte deberá dirigirse al jefe del departamento auditado, con copia a la Máxima Autoridad del Centro de Trabajo y la Máxima Autoridad de Mantenimiento del Centro de Trabajo.
- E. Los responsables asignados a las recomendaciones, podrán solicitar la reprogramación de estas a través del Subgerente de Mantenimiento.

#### **Anexo 2**

#### **CUESTIONARIO DE ENTRENAMIENTO**

Nombre e identificación del Instructivo: Inspección, Mantenimiento y Prueba de Válvulas de Relevo de Presión.

Nombre:

1. - El objetivo de este Instructivo establece los criterios a seguir para la inspección, mantenimiento y prueba de las válvulas de relevo de presión.

CIERTO

FALSO

2. - Este Instructivo incluye lo relativo a las maniobras de montaje y desmontaje de válvulas de relevo de presión.

3. - En la inspección en sitio se efectúa la prueba Pre-Pop.

CIERTO

FALSO

4. - La aplicación principal de las válvulas de seguridad es para el manejo de gases o vapores.

CIERTO

FALSO

5. - La aplicación principal de las válvulas de alivio es para el manejo de gases o vapores.

CIERTO

FALSO

6. - Los responsables de verificar y certificar las pruebas de las válvulas de relevo de presión son:

a) El Ing. de Inspección Técnica.

b) El Ing. de Operación

c) El Ing. de Mantenimiento

7. - La inspección en sitio debe incluir como mínimo:

a) Localización, hermeticidad en uniones, estado físico general, que la válvula No esté relevando.

b) Depósitos o suciedad interior, prueba Pre-Pop.

c) Desarmar cuidadosamente la válvula, limpieza de componentes.

8. - ¿Cuáles son los componentes mínimos que requiere un banco de pruebas?

a) Agua, filtros, tuberías.

b) Fuente de presión, acumulador de presión, recipiente, manómetro.

c) Válvulas, aire, nitrógeno.

9. - ¿Cuál es la tolerancia de ajuste en las válvulas de relevo para presiones de ajuste iguales o menores que 483 kPa (70 lbs/pulg<sup>2</sup>) de acuerdo a ASME Secc, VIII, Div. 1, UG134?

a)  $\pm 2$  lbs/pulg<sup>2</sup>

b)  $\pm 5$  lbs/pulg<sup>2</sup>

c)  $\pm 10$  lbs/pulg<sup>2</sup>

10. - La duración de la prueba de hermeticidad para válvulas cuyo diámetro de entrada es igual o menor a 2 pulgadas es de:

a) 10 min.

b) 2 min.

c) 1 min.

11. - En la prueba "como se recibe" (Pre-Pop), la válvula abre arriba de su presión de ajuste (overpop), ¿qué se debe hacer?

a) Se da mantenimiento

b) Se efectúa segunda prueba

c) Se ajusta la presión

12. - En la prueba "como se recibe" (Pre-Pop), la válvula no abrió hasta una presión de 150% de la presión de ajuste, ¿Qué se debe hacer?

a) Se da mantenimiento

b) Se hace segunda prueba y se reduce periodo de inspección 25%

- c) La válvula se declara “atascada” o “atorada” y se reduce el periodo de inspección 50%
13. - En la prueba “como se recibe” (Pre-Pop), la válvula abrió debajo de su presión de ajuste, ¿la causa probable puede ser?
- a) Resorte debilitado
  - b) Válvula originalmente ajustada con error
  - c) Ajuste cambiado durante la operación
14. - Al recibir la válvula en taller, en la inspección visual, la válvula se encuentra extremadamente sucia, ¿Qué acción se toma?
- a) Se procede a efectuar la prueba “como se recibe” (Pre-Pop)
  - b) No se realiza prueba Pre-Pop
  - c) Se reduce intervalo de inspección
15. - Al recibir la válvula en taller, en la inspección visual, la válvula se encuentra extremadamente sucia, es la segunda vez que esto sucede, ¿Qué acción se toma?
- d) Se reduce nuevamente el periodo de inspección
  - e) Se da mantenimiento
  - f) Se toman acciones correctivas Aprobado **SI** %. De respuestas acertadas:

No aprobado:

Nombre:

Requiere nuevamente:

Comunicación: NO

SUPERVISOR

Firma