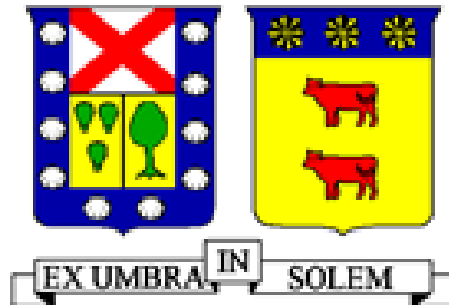


**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**  
**Departamento de Ingeniería Mecánica**  
**CONCEPCIÓN-CHILE**



**INSTRUCTIVO PARA IMPLEMENTACION BANCO DE PRUEBAS, PARA EL CONTROL Y CALIBRACION DE VALVULAS DE SEGURIDAD EN LABORATORIO USM CONCEPCIÓN**

**RIGOBERTO ALIRO MEDINA MEDINA**

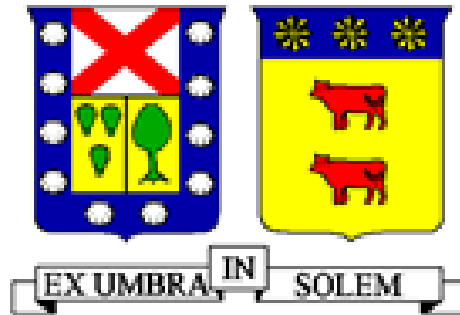
Diciembre 2022

**INSTRUCTIVO PARA IMPLEMENTACION BANCO DE PRUEBAS, PARA EL CONTROL Y CALIBRACION DE VALVULAS DE SEGURIDAD EN LABORATORIO USM CONCEPCIÓN**

Memoria de Titulo presentada por  
Rigoberto Aliro Medina Medina

Como requisito para optar al grado de  
**Ingeniero (E) Mecánica de Procesos y  
Mantenimiento Industrial**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**  
**Departamento de Ingeniería Mecánica**  
**CONCEPCIÓN-CHILE**



**TITULO DE MEMORIA:**

**INSTRUCTIVO PARA IMPLEMENTACION BANCO DE PRUEBAS, PARA EL CONTROL Y CALIBRACION DE VALVULAS DE SEGURIDAD EN LABORATORIO USM CONCEPCIÓN**

**AUTOR:**

Rigoberto Aliro Medina Medina

Profesor Guía: Marcelo Quiroz Neira

**PROYECTO DE TITULO**, presentando en cumplimiento parcial de los requisitos para el Grado de **Ingeniero (E) Mecánica de Procesos y Mantenimiento Industrial de la Universidad Técnica Federico Santa María**.

Observaciones: \_\_\_\_\_

Concepción, diciembre 2022

Todo el contenido, análisis, conclusiones  
y opiniones vertidas en este estudio son  
de mi exclusiva responsabilidad.

Nombre: RIGOBERTO MEDINA MEDINA

Firma: ..... Diciembre 2022

## AGRADECIMIENTOS

Seres queridos: gratitud inmensa mi familia, amigos, personas especiales, todos los que elegí y no elegí en este camino de la vida. A ustedes compañeros de varios proyectos y faenas en los que me alentaron a seguir y terminar, gracias por la confianza que pusieron en mí y el apoyo que me dieron en forma incondicional me acompañaron todo este largo tiempo en el que la tarea parecía demasiado distante e interminable. Les agradezco por haber estado ahí.

Macarena, no me imagino escribiendo esto sin ti, sin tu fe y tu empuje, aun cuando todo parecía ir un tanto a la deriva. Agradezco tu compañía, tu claridad y tu enorme firmeza para apoyarme y aún guiarme. Agradezco también que me hayas regalado tanto tiempo y tanta paciencia, gracias por su amor incondicional y por su comprensión.

Profesor., sin su guía, su mano firme sobre el timón, no habríamos llegado.  
Gracias por brindarme su claridad y por enfocarme. Gracias por su paciencia.

Compañeros, el tiempo corto que compartimos, les agradezco por toda su ayuda desinteresada, por toda la fuerza y el ánimo que recibí. Siempre es agradable contar con un equipo que se apoye por, sobre todo.

En especial a los que siempre fueron parte de mi proceso, mención especial para ti Cristóbal que aunque fue repentina y anticipada tu partida eres parte de este logro abrazos al cielo colega.

## RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo se pretende realizar una guía práctica para la gestión del mantenimiento enfocado a la confiabilidad y a las fallas en válvulas de seguridad. Se valoran los posibles parámetros a utilizar en la gestión del mantenimiento de acuerdo con los estudios internacionales, a las normas y procedimientos de operación vigentes en el país, así como a la existencia real de equipos de medición en las mismas. Los posibles parámetros se desglosan en pruebas de funcionamiento, revisiones visuales y en la confiabilidad operacional.

El estudio se basa en documentos y normas disponibles actualizados con una dinámica permanente todo esto impulsado el estado de la globalización de diversos aspectos de las organizaciones.

Este estado de cambio permanente requiere de herramientas que permitan mantener actualizado el conocimiento de las empresas con respecto a los temas relacionados con la energía.

La tecnología y el desarrollo de las herramientas computacionales constituyen un pilar fundamental en el desarrollo de las organizaciones modernas, por lo tanto, las bases de conocimientos aparecen como la culminación en el desarrollo de “sistemas” de apoyo a la empresa.

Por ello, tiene como objetivo implementar una base de conocimientos para la empresa, que pueda ser construida en forma dinámica y colaborativa y que permita correlacionar el desempeño de la empresa con la implementación de esta.

Las condiciones actuales de funcionamiento de las organizaciones aportan un grado de complejidad al momento de organizar los datos, la información y finalmente el conocimiento disponible para enfrentar cualquier problema dentro de la empresa, lo que finalmente representa un desafío al momento de ordenar toda la gama de fuentes, tipos, formas y jerarquías en las que puede esparcirse el conocimiento.

Los adelantos y el perfeccionamiento del software de distinto tipo, el desarrollo de las bases de datos y los ambientes colaborativos de trabajo, permiten, sin embargo, disponer de muchas alternativas, con distintas características, pasando desde las más técnicas a las económicas, por lo que es posible, por lo menos, enumerar una gran variedad de soluciones a la problemática planteada.

Para ello, se analizará la disponibilidad de aplicaciones para el efecto, basados en parámetros dados por la organización, así como por las características de los datos disponibles. Para obtener

esta información, es fundamental el análisis y la revisión de la organización para obtener todas las posibles fuentes, tipos, formas y jerarquías antes mencionadas, a fin de “modelar” la forma en la que la organización puede generar y almacenar conocimiento, a fin de encontrar una herramienta que permita organizarlo.

Se revisarán la norma internacional asociada , el marco legal en el país, determinado por la ley promulgada en Chile para la regulación y las tendencias en, los conceptos que se pueden manejar a través de una herramienta orientada a la gestión del conocimiento sobre la energía, tienen que ser revisados en forma previa a fin de poder incorporarlos de la mejor forma posible, debido a que esto permitirá organizar de mejor forma, jerarquizar, categorizar y finalmente aportar con nuevo conocimiento derivado del uso de esta aplicación.

## ABSTRACT

The following work contemplates the analysis, the design of an instruction for the implementation of the FARRIS 6000 test bench, for the control unit and an alternative for the test and measurement of admissible parameters, where it is a critical application, since. The operator oversees checking the qualities and materiality of a device that will be in a continuous production cycle, which requires having detailed information aimed at describing the mode of operation of the safety device, to ease the corrective maintenance work promptly and efficiently.

Establish detailed information on the control unit integrated into the test bench to develop a technical report on the equipment. As a result of the inspection operations, an unpublished document has been recorded, the design of an emulator or test bench, and finally considering as an emerging possibility, the possibility of incorporating electronic cards or pressure translators, for the comparison and digital traceability.

Essentially, the work is organized under the following guidelines: block diagram of the control unit based on an elaborated checklist, exposure of the focus on the different stages of the controller or test, presentation of the connection diagram, display of the test bench along with the measurements made, comments related to the validation of the results, and a brief description of an option to incorporate electronic cards based on a programmable controller or PLC. Finally, the conclusions of the work are presented.

Although it is a design with an amazingly simple topology, unfortunately some technical aspects are unknown: block structure, electronic diagram of the compressor motor unit circuit, control strategy, equations, and a focused method to develop tests in the laboratory.

In this article, in the first place, it is of a descriptive nature and supported by current regulations. Second, each stage is described according to terms of functionality: check circuit, the zero leak detector and the timing unit where the intervals are calculated. opening and closing of the valves, inherent to the control method. Third, the inspection results are displayed and supported, considering each stage separately and evaluating the entire system. Fourth, the measurements of the experimental tests are discussed to verify the feasibility of the theoretical analysis. Finally, an array with a programmable logic controller is proposed as a workable possibility to accompany the analog unit.

# INDICE

## Contenido

|  |           |
|--|-----------|
| AGRADECIMIENTOS .....  | 5         |
| RESUMEN EJECUTIVO .....  | 6         |
| ABSTRACT .....   | 8         |
| INDICE .....   | 9         |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y FOTOGRAFÍAS .....  | 11        |
| NO SE ENCUENTRAN ELEMENTOS DE TABLA DE ILUSTRACIONES .....   | 11        |
| <b>CAPITULO I INTRODUCCIÓN .....</b>   | <b>12</b> |
| INTRODUCCION .....   | 13        |
| 1.1. INFORMACIÓN DE CONTEXTO .....   | 14        |
| 1.1.1. RECURSOS .....  | 14        |
| 1.1.2. Las otras empresas .....  | 14        |
| <b>CAPITULO II .....</b>   | <b>15</b> |
| <b>ORIGEN Y PROPÓSITO .....</b>  | <b>15</b> |
| 2. ORIGEN Y PROPÓSITO .....  | 16        |
| <b>CAPITULO III OBJETIVOS .....</b>  | <b>19</b> |
| 3. OBJETIVOS .....   | 20        |
| 3.1. OBJETIVO GENERAL .....  | 20        |
| 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....   | 20        |
| <b>CAPITULO IV ALCANCE .....</b>   | <b>21</b> |
| <b>DEL ESTUDIO .....</b>   | <b>21</b> |
| 4. ALCANCE DEL ESTUDIO .....   | 22        |
| 4.1. JUSTIFICACIÓN .....   | 23        |
| <b>CAPITULO V ESTADO DEL ARTE .....</b>  | <b>24</b> |
| 5. ESTADO DEL ARTE .....   | 27        |
| 5.1. LAS NORMAS .....  | 27        |
| <i>ASME AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL INGENIEERS (Sociedad Americana De Ingenieros Mecánicos)</i> ..... | 27        |
| 5.1.1. <i>API AMERICAN PETROLEO INTITUTE (Instituto Petrolero Americano)</i> .....                       | 28        |
| 5.1.3. <i>Decreto Supremo N.º 10 – ACHS</i> .....  | 31        |
| 5.1.4. <i>ASME PTC25-2001 “Pressure Relief Devices” Performance Test Codes.</i> .....                    | 32        |
| 5.2. MARCO INSTITUCIONAL .....   | 32        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPITULO VI METODOLOG</b> .....   | <b>36</b> |
| 6. METODOLOGÍA DE TRABAJO .....  | 37        |
| 6.2. PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS VIGENTES.....   | 39        |
| 7. APLICACIÓN METODOLÓGICA.....  | 41        |
| 7.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL:.....   | 41        |
| • PARA DICHAS MANTENCIONES, SE TIENE LA OBLIGACIÓN DE APEGARNOS A LAS NORMAS API, LAS CUALES INDICAN BÁSICAMENTE QUE LAS MANTENCIONES DEBEN SER REALIZADAS EN BASE A LA EXPERIENCIA CON UN MÁXIMO DE 5 AÑOS ENTRE CADA INTERVENCIÓN, LO CUAL SE PUEDE EXTENDER A 10 AÑOS SIEMPRE Y CUANDO EL FLUIDO SEA LIMPIO, Y ADEMÁS SE TENGA UN HISTORIAL QUE INDIQUE BUEN COMPORTAMIENTO. .... | 41        |
| 7.1. INFORMACIÓN DISPONIBLE .....  | 45        |
| 7.2. PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS .....   | 49        |
| 7.3. PLAN DE ACCIÓN.....   | 54        |
| <b>CAPITULO VIII CONCLUSIONES</b> .....  | <b>55</b> |
| 8. CONCLUSIONES.....   | 56        |
| 8.1. CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....   | 56        |
| 8.2. CUMPLIMIENTO DE OBJETIVO GENERAL .....  | 56        |
| 8.3. CONCLUSIONES ESPECÍFICAS .....  | 57        |
| BIBLIOGRAFÍA .....   | 58        |
| <b>ANEXOS</b> .....  | <b>60</b> |

## **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES y FOTOGRAFÍAS.**

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

# 1. INTRODUCCION

La eficiencia energética apunta a utilizar de forma eficiente el recurso energía, por lo tanto, aumenta la competitividad de la organización. Sea cual fuere el estado actual de utilización de energía por parte de una compañía, cualquier proyecto de eficiencia energética mejorará el consumo y cualquier ratio relacionado, desde el punto de vista de que si ya tenemos un parámetro con el cual medir, las medidas de implementación de iniciativas de eficiencia energética nos llevarán a un status superior en términos de utilización, mejoras en el control de la utilización de energía y a mejorar el desempeño con respecto a las compañías de la competencia.

Adicionalmente y dada la alta probabilidad de la incorporación de utilización de fuentes de energías renovables no convencionales, disminuye la dependencia de las fuentes de energías convencionales, por lo tanto, aumenta la seguridad del suministro eléctrico principalmente, ya que las actividades habituales serán llevadas a cabo utilizando cada vez de mejor forma la energía disponible (incluyendo la disminución de consumo).

El costo de utilización de energía y el consumo son una variable a la que normalmente no se le presta demasiada atención, de hecho, existen procesos en los que se ignoran posibles fuentes de ahorro de energía y por lo tanto disminución de costo, por otra parte, el aspecto social y medio ambiental, generalmente, es ignorado cuando se desarrolla el proyecto y luego se desarrolla una compañía. La implementación de programas de control de las fuentes y usos de la energía, así como todas las iniciativas de eficiencia energética, obligan a analizar cada uno de los procesos que involucran consumo y a revisar cada uno de los componentes de dichos procesos.

Finalmente, y en un tema asociado con la sostenibilidad, la reducción en la emisión de gases de efecto invernadero es una consecuencia altamente deseable, y que va asociada de forma implícita a la implementación de planes de eficiencia energética, ya que, indudablemente, las nuevas fuentes incorporadas a la matriz energética de la compañía y las medidas de gestión de la energía, serán de menor índice de emisión y el mejor uso (eficiencia) disminuirá las emisiones en forma directa por la disminución del consumo.

Este trabajo estudiará una sucursal de una empresa de estiba y desestiba, para luego implementar un sistema de información de los aspectos relacionados con la energía orientado a generar una base de conocimientos. Se revisarán las herramientas similares existentes y disponibles, para fijar un estándar, y finalmente se generarán indicadores y reportes que combinen la información asociada a la energía con el desempeño de la empresa en sus distintas

dimensiones (financiera, técnica, social).

Se analizarán las fuentes de información asociadas al uso de energía en la empresa, esto para determinar los tipos de elementos involucrados, la cantidad de datos, la periodicidad de registro de estos y el tipo de dato asociado: cuantitativo, cualitativo, documentos, archivos en sus distintos tipos.

Posteriormente se seleccionará una base de datos en la que se pueda recopilar la información asociada, desde datos operacionales hasta los documentos soportantes de las normas relacionadas. Esta base de datos deberá ser, en lo posible, lo suficientemente simple en su uso, para que partiendo por el proceso de instalación sea fácilmente manejable.

A continuación, se implementará la interfaz destinada a registrar la información asociada a los temas de eficiencia energética, tanto información transaccional, como objetos, informes, además de información contable y financiera de la empresa.

## **1.1. INFORMACIÓN DE CONTEXTO**

### ***1.1.1. RECURSOS***

Debido a los recursos utilizados ya mencionados: maquinarias en lo principal y equipos de control, en el desarrollo de las actividades. la energía y el uso eficiente de la misma representa una constante preocupación para la administración de la empresa. El gas en algunos equipos, el petróleo diésel en la mayoría y gasolina en menor cantidad, constituyen los principales consumos y por lo tanto los mayores desafíos en términos de control y gestión.

### ***1.1.2. Las otras empresas***

**CAPITULO II**  
**ORIGEN Y PROPÓSITO**

## 2. ORIGEN Y PROPÓSITO

Este trabajo tiene como principal motivación mantener al día, de la mejor manera posible, la información relacionada con las normas nacionales e internacionales y sus actualizaciones, para su uso y actualización.

Una **Válvula de Seguridad** es una válvula que abre para evitar que se exceda una determinada presión y que vuelve a cerrar cuando la presión decrece. La sobrepresión en recipientes o sistemas cerrados es un fenómeno físico para evitar con el objetivo de preservar la seguridad de las personas y propiedades. Las sobrepresiones en un sistema presurizado pueden ser causada por tres causas comunes como son el bloqueo de la descarga, calentamiento excesivo por fuego externo o bien por expansión térmica.

El caso de bloqueo de salida en un sistema presurizado puede ser debido a un error humano en la operación de las válvulas de bloqueo manteniéndolas cerradas mientras que el flujo continúa desarrollándose en el sistema; el caso de fuego externo al sistema o recipiente presurizado ocasionaría una sobrepresión en el sistema, y, finalmente, la expansión térmica es el efecto de la expansión de las líneas o tanques llenos de líquido por calentamiento ambiental, lo cual da lugar a grandes fuerzas hidráulicas internas debido a la no compresibilidad de los líquidos.

Las **Válvulas de Seguridad** están diseñadas para proteger los sistemas o equipos frente a incrementos excesivos de presión y para asegurar que la presión no excede de un determinado valor. En caso de líquidos las Válvulas de Seguridad suelen ser de alivio o apertura proporcional por la no compresibilidad del líquido. Una Válvula de Seguridad es el último recurso, cuando el resto de los dispositivos de protección fallan. Las Válvulas de Seguridad pueden fabricarse bajo distintos códigos de diseño, materiales de construcción y sus características se adaptan en función de la aplicación.

Las recomendaciones de los organismos nacionales e internacionales, los registros de mantenimiento, los aparatos/equipos y para ello, en fin, cualquier elemento que tenga relación con la compañía y por el cual sea posible registrar algún dato relacionado con las válvulas de seguridad. A partir de todos los datos almacenados, se pretende correlacionar los indicadores de desempeño antes mencionados técnicos, sociales, entre otros, con la implementación de medidas de gestión de para el mantenimiento preventivo y, todo esto, a través de una base de conocimiento que almacene toda la información antes mencionada.

Además, y sin dejar de lado los intereses económicos, y partiendo de la definición de eficiencia energética (EE): La misma producción con menos consumo energético o producción

incrementada utilizando la misma cantidad de energía (1), se desprenden varios elementos deseables de incorporar a la compañía:

Disminución de costo de la energía: a través de la disminución de consumo energético directa.

Cumplimiento de la norma: a fin de mantener un desempeño correcto y evitar penalidades, manteniendo al día los requerimientos de las respectivas autoridades.

Beneficios ambientales: Disminución de emisión de gases de efecto invernadero (GEI), con sus correspondientes beneficios, no tan sólo en el ámbito económico.

El concepto de sostenibilidad: cada vez de forma más importante, a un nivel casi fundamental, las organizaciones buscan no solo maximizar la rentabilidad, sino que asociado a ese objetivo fundamental, mantenerse en el tiempo. La energía es un recurso estratégico, por lo cual debe ser manejado en consecuencia.

A través del tiempo y las distintas situaciones que se deben enfrentar en el desarrollo de la actividad como empresa, la administración ha debido plantearse diversas interrogantes asociadas con el uso de la energía, principalmente en el último tiempo, dada la creciente integración e interacción con la comunidad y con otros grupos de interés.

¿Mejoran los indicadores empresa a través de la implementación de una base de conocimiento?

¿Es posible construir una base de conocimientos que mantenga toda la información relacionada con mantenimiento preventivo para la compañía?

Todas las organizaciones disponen de una gran cantidad de información asociada al mantenimiento. Dependiendo de la distribución de instalaciones en el campo industrial chileno para ello es necesario disponer de métodos y procedimientos, existiendo un banco de pruebas para válvulas de seguridad, donde todas las variables y componentes podrán ser operados manualmente y a su vez analógicamente.

Sin duda hoy nos encontramos en un entorno ampliamente tecnológico el cual nos permite lograr controlar y mejorar los procesos industriales, asumiendo aquello que está al alcance y de manera importante para el desarrollo de operadores e inspecciones demostrativas se plantea la creación de un sistema automático para calibración de válvulas de seguridad y de esta manera mejorar el margen de error y tener mejor porcentaje de exactitud en el punto de disparo en cada proceso de calibración.

Dado esto y de manera de afrontar los nuevos desafíos en calidad y seguridad tanto para operaciones y fundamentalmente para las personas, automatizar permitirá mayor desempeño de la cantidad de departamentos, de la estructura organizacional, de las herramientas de tecnologías de información disponibles, entre otras variables, la cantidad de datos, la diversidad de formatos, la multiplicidad de fuentes (tanto internas como externas), se puede llegar a acumular una cantidad muy importante de información, que en su gran mayoría es difícil de manejar, centralizar, organizar, analizar y mantener al día. Esta iniciativa de mejora pretende abarcar el problema desde el punto de vista de la información, organizando esta vasta colección para permitir apoyar la administración de este importante aspecto.

**CAPITULO III**  
**OBJETIVOS**

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo General**

- Diseñar factibilidad de operación para un banco de pruebas y calibración de válvulas de seguridad, modelo (Farris 6000, USM Concepción)

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Implementar procedimientos de inspección y control según normativa nacional e internacional.
- Diseño e implementación de protocolos de mantenimiento y calibración de válvulas de seguridad.
- Controlar calibración de válvulas, por medio de banco pruebas, variabilidad para ensayos con diferentes rangos y setting de valores en la aplicación.
- Parametrización e historial de calibraciones de válvulas según su TAG.

**CAPITULO IV**  
**ALCANCE DEL ESTUDIO**

#### **4. ALCANCE DEL ESTUDIO**

La organización USM Concepción cuenta con un banco de pruebas, el cual fue donado por la empresa petroquímica DAW. pero la carencia o falta de procedimiento de operación y/o mantención de este han imposibilitado la puesta en servicio de este. Dada la criticidad y riesgo de la operación es necesario poseer la mayor cantidad de información necesaria para mantener la seguridad tanto de operadores, mantenedores y de los equipos involucrados en banco de pruebas una vez operativo. El banco de pruebas para poder controlar ágilmente los parámetros establecidos por el operador donde se pueda usar un procedimiento adecuado y según normas de estandarización y afines en el proceso de calibración de puntos de disparo en las válvulas de seguridad (PSV).

Para ello y en concordancia con el objetivo que da origen a este proyecto se elabora la factibilidad para operación de este banco, conformado por un sistema de control manual para la entrada de aire y de agua según el tipo de válvula en proceso de calibración, uno de los puntos importantes en la calibración es el uso de manómetros calibrados y certificados para la medición de disparo, un programa específico cargado en un PC para el registro de las variables recalibración y el control de mantenimiento según establecen los procesos de mantenimiento preventivo<sup>1</sup>.

Este sistema a su vez nos permitirá calibrar con mayor exactitud y agilidad las válvulas de seguridad que requieran y soliciten el servicio.

## 4.1. Justificación

Este procedimiento es aplicable al Personal de la División Mecánica de la USM.

Las válvulas de seguridad se utilizan para proteger el equipo y al personal mediante la prevención de una sobre presurización del sistema de proceso y de los estanques de almacenamiento de gases.

Los criterios contenidos en el presente documento son de aplicación obligatoria en las instalaciones de taller de mantención de Universidad Técnica Federico Santa María sede Concepción en adelante USM, para los cuales se habilitará el banco de pruebas marca **Farris** (6000 Psig), para la inspección, mantenimiento y pruebas de los dispositivos de alivio.

El siguiente informe contempla el análisis, el diseño de un instructivo para la implementación de banco de pruebas FARRIS 6000, para la unidad de control y una alternativa para el ensayo y medición de parámetros admisibles, donde se trata de una aplicación crítica, por cuanto el operador se encarga de chequear cualidades y materialidad de un dispositivo que estará en ciclo continuo de producción, lo cual amerita, contar con la información detallada orientada a describir el modo de funcionamiento del dispositivo de seguridad, con el objeto de facilitar pronta y eficazmente, las labores de mantenimiento correctivo.

En este artículo, en primer lugar, es de carácter descriptivo y apoyado en la normativa vigente Segundo, cada etapa en descrito acorde a términos de funcionalidad: circuito de chequeo, el detector de fugas cero y la unidad de temporizado donde son calculados los intervalos de apertura y cierre de las válvulas, inherentes al método de control. Tercero, son mostrados y respaldados los resultados de la inspección, tomando en cuenta cada etapa separadamente y evaluando todo el sistema. Cuarto, las mediciones de las pruebas experimentales son discutidas para verificar la vialidad del análisis teórico. Por último, un arreglo con un controlador lógico programable es propuesto como una posible opción para acompañar la unidad analógica.

**CAPITULO V**  
**ESTADO DEL ARTE**

**Disponibilidad<sup>2</sup>:** como disponibilidad se define la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento que sea requerido, antes durante y después de puesto en operación. (Mora, 2007). Blanchard (1994) y la define a la disponibilidad inherente como la probabilidad de que el sistema opere satisfactoriamente cuando sea requerido en cualquier tiempo bajo las condiciones de operación especificadas y un entorno ideal de soporte logístico.

La Serie API 526 es una solución simple de seguridad para aplicaciones duras, tales como extracción de petróleo, transporte y procesamiento en:

- Refinerías
- Industria química
- Industria petroquímica
- Aceite y gas – Onshore (en tierra) y Offshore (mar adentro).
- Campos de extracción de gas
- Tanques y sistemas de tuberías
- Sistemas Blow-down (purga).
- Almacenaje en tanques API.

La Válvula API 526<sup>3</sup> de Leser cubre una gran variación de tipos, materiales y opciones para poder utilizarse en cualquier aplicación:

Alcance del diseño

Siete tamaños de válvulas desde 1" hasta 8".

Catorce tamaños de orificios desde el D hasta el T.

Materiales: Acero carbono WCB, acero carbono WC6, acero inoxidable CF8M y un amplio rango de variaciones de materiales para aplicaciones críticas.

Bonete abierto o cerrado, capuchón abierto o cerrado con palanca o capuchón totalmente estanco sin palanca.

- **Opcionalmente fuelle balanceado construido para compensar la contrapresión.**

Cámara de calefacción disponible para fluidos con alta viscosidad.

---

<sup>2</sup> Mora Gutiérrez, A. (2010). *Mantenimiento: Planeación, ejecución y control* (1a. ed.). México D.F.: Alfaomega Grupo Editor. Citación estilo Chicago.

<sup>3</sup> Api Standard 526 Flanged Steel Pressure Relief Valves

Muchas otras opciones ajustables a diferentes condiciones de operación.

Diseño simplificado para su “seguridad incorporada”

Diseño totalmente probado y con pocas piezas de repuesto para ser la “seguridad incorporada” en sus instalaciones.

Los mismos elementos internos para vapor, gas y líquidos con muy pocas piezas de repuesto y muy fácil mantenimiento.

Un sólo eje que reduce la fricción.

Tobera guiada en dos puntos para mejorar su alineamiento.

Cuerpo auto drenante el cual evita acumulación de residuos y reduce la corrosión.

Muelles de larga longitud para múltiples rangos de presión.

- Facilidad en el diseño de planta, instalación, operación y mantenimiento
- Reducido número de componentes para su facilidad y ahorro de costes en mantenimiento.
- Tobera y disco reemplazables.
- Asiento estillitado o endurecido para larga durabilidad.
- Opcional asiento con junta blanda para mayor estanqueidad.
- Abrazaderas fundidas integralmente en el cuerpo de la válvula.
- La Válvula API 526 de cumple con los siguientes códigos y estándares:
- Código ASME Sección VIII – capacidades certificadas por el National Board, NB, Junta Nacional de los Inspectores Calderas y recipientes de Presión (internos únicos para vapor, gas y servicio con líquidos): sello UV
- Código ASME Sección II - materiales
- Código ASME B16.34 y ASME B16.5 -para bridas
- API 526 – quinta edición - junio 2002
- API 520 y 527
- NACE MR 0175
- ISO 4126
- PED 97/23 / EC (marcado CE)
- CRN, VdTUEV-SV 100, AD 2000-Merkblatt A2

## 5. ESTADO DEL ARTE

### 5.1. Las normas.

### 5.2. ASME AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS (Sociedad Americana De Ingenieros Mecánicos)

#### HISTORIA DEL NACIMIENTO DE LOS CODIGOS ASME VIII Div. 1

El Código para Calderas y Recipientes a Presión emitido por la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (**ASME**), se origina de la necesidad de proteger a la sociedad de las continuas explosiones de calderas que se tuvieron antes de reglamentar su diseño y fabricación. Fue el país de Inglaterra uno de los primeros países que sintió esta necesidad después de explotar una caldera en 1915, causando un gran desastre al tener pérdida de vidas humanas primordialmente y pérdidas materiales. La investigación de las causas que provocaron la explosión estableció que las principales causas del desastre fueron:

Métodos de Fabricación inapropiados, Materiales inadecuados y Aumento gradual y excesivo de la Presión a la cual se estaba operando.

En los Estados Unidos de Norteamérica las personas dedicadas a la fabricación de calderas se agruparon en una asociación en 1889. Esta asociación nombra un comité al que se le asignó preparar reglas y especificaciones las cuales deberían ser seguidas por los diferentes talleres que fabricaran calderas. Después de haber realizado sus análisis, estudios y pruebas, este comité presentó un informe en el cual cubrían temas tales como especificaciones de materiales, armado por medio de remaches, factores de seguridad, tipos de tapas y bridas, así como reglas para la prueba hidrostática. Sin embargo, no obstante, los dos intentos anteriores para evitar las explosiones de calderas, estas seguían sucediendo. A principios del Siglo XX, tan solo en los Estados Unidos de Norteamérica, ocurrieron entre 300 y 400 explosiones con sus consecuentes tremendas pérdidas de vidas y propiedades. Llegó a ser costumbre que la autorización para usar una caldera la diera el cuerpo de Bomberos. Hasta la primera década del Siglo XX, las explosiones de calderas habían sido catalogadas como "Actos de Dios". Se hacía pues necesaria la existencia de un Código Legal sobre Calderas.

El 10 de marzo de 1905, ocurrió la explosión de una caldera de una fábrica de zapatos en Cracktown Massachussets, matando a 58 personas e hiriendo a otras 117. Teniendo también grandes pérdidas materiales. Este catastrófico accidente motivó por imperiosa necesidad que los legisladores del estado de Massachussets se dieran a la tarea de legislar sobre la construcción

de calderas que garantizaran la vida de la ciudadanía.

Después de muchos debates y discusiones públicas, el estado promulgo en 1907, el primer Código Legal de un Reglamento para la Construcción de Calderas de Vapor. En 1908, el estado de Ohio aprobó un reglamento similar

- Código ASME B&PV, Sección VIII, División 1
- Código ASME B&PV, Sección VIII, División 2
- Código ASME B&PV, Sección 1
- Código de Tubería ASME B31.3
- Código de Tubería ASME B31.1

### **5.3. API AMERICAN PETROLEO INTITUTE (Instituto Petrolero Americano)**

API para equipos presurizados proporcionan normas para el diseño, fabricación, inspección y prueba de nuevos recipientes a presión, sistemas de tubería y tanques de almacenamiento. Estos códigos no abarcan el hecho de que el equipo se degrada durante el servicio y que se pueden encontrar deficiencias debido a la degradación o a partir de la fabricación original durante inspecciones subsiguientes. Las valoraciones de Fitness for Service (FFS- Ajustes para el Servicio) son evaluaciones de ingeniería cuantitativas que se realizan para demostrar la integridad estructural de un componente en servicio que tenga una falla o daño. Esta Práctica Recomendada brinda una guía para realizar valoraciones FFS utilizando metodologías preparadas específicamente para equipos en la industria petroquímica y de refinería. Las guías proporcionadas en esta práctica pueden ser usadas para tomar decisiones de operación- reparación o reemplazo que ayuden a garantizar que el equipo presurizado con fallas identificadas por la inspección, puedan continuar funcionando dentro de las normas de seguridad.

#### **Alcance**

Los métodos y procedimientos en esta práctica recomendada están planeados para complementar los requerimientos en API 520, API 526, API 527 y API 726. Los procedimientos de evaluación en esta práctica recomendada pueden ser utilizados para valoraciones FFS y para la recalibración de componentes diseñados y construidos según los siguientes códigos:

### 5.3.1. API 576.<sup>4</sup>

Según se escribe la inspección y reparación de prácticas para la detección automática de la presión de alivio dispositivos comúnmente utilizadas industrias de petróleo y la industria petroquímica, y está diseñado para ayudar a garantizar que estos dispositivos funcionan correctamente. Este fue publicado originalmente en 1992, y el más reciente, 4ª Edición fue publicada en abril de 2017.

El equipo comprendido específicamente en API RP 576 incluye cosas tales como: válvulas limitadoras de presión, piloto operado de presión-válvulas de seguridad, discos de ruptura, peso y carga de presión-vacío de ventilación. API RP 576 explícitamente excluye de su cobertura de todos los dispositivos que son operados manualmente, o dependen de una fuente de alimentación externa. Esto incluye cosas tales como la debilidad de las costuras o secciones en los tanques, la explosión de las puertas, los fusibles de tapones o válvulas de control, entre otros. Por otra parte, este RP no cubre ninguna de las inspecciones o pruebas realizadas en la del fabricante de plantas, los cuales son cubiertos principalmente por medio de códigos o especificaciones de compra.

Otra cosa a tener en cuenta es que la API RP 576 sólo cubre la inspección y reparación de automática de la presión de alivio de dispositivos, no el inspector de calificación o inspección de los requisitos de intervalo. Estos requisitos se establecen en la API 510 , Recipiente de Presión de la Inspección de Código: En el Servicio de Inspección, Clasificación, Reparación y Alteración . Junto con el establecimiento de normas para la inspección en servicio, reparación, alteración, y rerating actividades para los recipientes a presión, este documento también da los requisitos para un sistema de control de calidad de este tipo de dispositivos y establece cómo configurar un programa de capacitación para el mismo. Esta es la mejor manera para garantizar que los inspectores e ingenieros están debidamente capacitados para implementar la API RP 576 en un centro.

---

<sup>4</sup>10 API RP 576

Inspección de Dispositivos de Alivio de Presión Bajo la Recomendación Práctica .

### 5.3.2. API 627<sup>5</sup>.

Esta norma describe los métodos para determinar el asiento hermeticidad de las válvulas de alivio de presión de metal y de asiento blando, incluyendo los de diseños convencionales, de fuelle y operados por piloto.

Las tasas de fuga máximas aceptables se definen para válvulas limitadoras de presión con presiones de ajuste desde 103 kPa (15 psig) a 41 379 kPa (6000 psig). Si se requiere una mayor estanqueidad del asiento, el comprador deberá especificarlo en la orden de compra.

El medio de prueba para determinar la estanqueidad del asiento: aire, vapor o agua, será el mismo que el utilizado para determinar la presión de ajuste de la válvula.

Para válvulas de servicio dual, el medio de prueba aire, vapor o agua deberá ser el mismo que el medio primario de alivio.

Para garantizar la seguridad, los procedimientos descritos en esta norma deben ser realizado por personas con experiencia en el uso y funciones de las válvulas de alivio de presión.

### 5.3.3. API 620<sup>6</sup>

Los procedimientos en esta práctica recomendada también pueden ser aplicados a equipos presurizados construidos según otros estándares y códigos reconocidos, incluyendo estándares internacionales y corporativos nacionales. Esta práctica recomendada tiene una amplia aplicación ya que los procedimientos de evaluación se basan en métodos de tensión permisible y cargas de pandeo plástico para fallas que no presenten fracturas, y estrategias basadas en FAD para fallas con **fractura (ver sección 2, párrafo 2.4.2)**

Se aconseja que el usuario revise primero la discusión de validación del apéndice H cuando los procedimientos de esta práctica recomendada se apliquen a equipos presurizados que no se construyan según los códigos relacionados en el párrafo 1.2.2. La información del apéndice H, junto con el conocimiento de las diferencias en los códigos de diseño, deben hacer posible que el usuario factorice, mida o ajuste los límites de aceptación de esta práctica recomendada de modo que se pueda obtener el margen de FFS en servicio, con equipos no construidos según estos códigos. Al evaluar otros códigos y estándares se deben considerar los siguientes atributos

---

<sup>5</sup> Norma API 527

Estanqueidad del asiento de las válvulas de alivio de presión.

<sup>6</sup> Norma API 520

Dimensionamiento, selección e instalación de válvulas de alivio de presión  
Dispositivos, Parte I, Instalación. SÉPTIMA EDICIÓN, ENERO DE 2000

de los códigos de diseño ASME y API:

- Especificaciones de material
- Límites superiores e inferiores de temperatura para materiales específicos
- Propiedades de resistencia de material y la base de tensión permisible del diseño
- Requerimientos de resistencia a la fractura del material
- Normas de diseño para las secciones de recubrimiento
- Normas de diseño para las discontinuidades del recubrimiento tales como boquillas y transiciones cónicas.
- Requerimientos de diseño para cargas cíclicas
- Requerimientos de diseño para operación en el promedio de flujo

#### **5.4. NB NATIONAL BOARD (NB) Junta Nacional de los Inspectores Calderas y recipientes de Presión.**

Es la autoridad administrativa encargada de velar por el cumplimiento de las disposiciones de la norma ASME para calderas y recipientes a presión. elabora reglamentos de inspección cualifica a los inspectores trabaja para empresas operadoras y aseguradoras elabora informes (Red Book – NB-18), investiga las infracciones incluye el mantenimiento (sello VR)

Calificación de los inspectores;

- Fabricantes autorizados a usar la ESTAMPA NB;
- Garantía de la construcción como el Código ASME (Dispositivos de seguridad).

#### **5.5. Decreto Supremo N.º 10 – ACHS**

El D.S N.º 10 actualizó la normativa sobre calderas y generadores de vapor que estaba plasmada en el D.S N.º 48.

El nuevo reglamento regula, por ejemplo, temas de seguridad en la Sala de calderas.

A.- Calderas de vapor de agua, calderas de calefacción y calderas de fluidos térmicos, sean estas fijas o móviles.

B.- Autoclaves y equipos que trabajan con vapor de agua, a presión manométrica igual o superior a 0,5 kg/cm<sup>2</sup>.

C.- La red de distribución de vapor, desde la fuente de generación de vapor, a los puntos de consumo de todo proceso, sus componentes y accesorio.

Además, este Decreto faculta a la Autoridad Sanitaria para fiscalizar y sancionar a quienes no lo cumplan.

## **5.6. ASME PTC25-2001 “Pressure Relief Devices” Performance Test Codes**

- a) Este Código proporciona instrucciones en la Parte II para pruebas de capacidad de flujo y en la Parte III para pruebas en servicio y en banco. Las pruebas de dispositivos de alivio de presión de recierre y no recierre se realizan bajo diversas condiciones de entrada y salida utilizando vapor, gases y líquidos para los que se conocen propiedades físicas válidas.
- (b) La validez de las pruebas se determinará de acuerdo con los requisitos de la subsección 1-3.

## **5.7. Marco institucional**

### **5.7.1. Visión general de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO)**

Esta organización independiente, no gubernamental grupo que desarrolla y publica estándares basados en la investigación de los profesionales para garantizar la seguridad, la eficiencia, la fiabilidad en las diversas situaciones y las industrias de todo el mundo. Con sede en Ginebra y compuesto de 165 países miembros de la ISO es el planeta más grande del creador de normas internacionales voluntarias. Se inició cuando los delegados de 25 países se reunieron en Londres, en 1946.

Dentro de las cuales tienen mayor relevancia para este estudio.

#### **5.7.1.1. ISO 55000<sup>7</sup>. Gestión de Activos - Visión, principios y terminología.**

Estándar desarrollado y publicado por ISO que proporciona una visión general de la gestión de activos, de sus principios y la terminología, y los beneficios de la adopción de la gestión de activos. El proyecto se inició originalmente en Londres en 2010 y la norma se publicó por primera vez en enero de 2014. Todavía está en su primera edición.

ISO 55000 es un muy versátil estándar y puede ser aplicado a todos los tipos de activos y por todos los tipos y tamaños de organizaciones. Puede ser usado en combinación con otras normas ISO que se relacionan con los sistemas de gestión. Estándares que son compatibles con la norma ISO 55000 incluyen: ISO 9001 - sistemas de gestión de Calidad - Requisitos ISO 14001 - Sistemas de Gestión Ambiental - Requisitos, y la ISO 31000 - Gestión del Riesgo.

---

<sup>7</sup> Bolaños Alfaro Rafael. (2015, mayo 11). Gestión de mantenimiento e ISO 55000 sobre manejo de activos físicos.

### **5.7.1.2. ISO 9000<sup>8</sup> . Sistemas de Gestión de Calidad**

ISO 9000 es una serie de relacionados con la gestión de la calidad y de los estándares de control desarrollado y publicado por la ISO y diseñado para ayudar a las organizaciones a documentar y mejorar sus sistemas de gestión de calidad. Las normas ISO 9000 fueron originalmente publicado en 1987 y ha sido actualizado periódicamente a través de los años.

Algunas de las directrices incluyen normas sobre el modo de ser centrada en el cliente y aplicar directivas superiores cualidades. Las normas se aplican a una empresa del sistema de gestión de calidad de su producto o servicio, y por lo tanto son aplicables para casi cualquier empresa. Esta familia de normas incluye:

ISO 9001:2015 - establece los requisitos de un sistema de gestión de calidad

ISO 9000:2015 - cubre los conceptos básicos y el lenguaje.

ISO 9004:2009 - se centra en cómo hacer un sistema de gestión de calidad más eficiente y eficaz

ISO 19011:2011 - establece la orientación en auditorías internas y externas de sistemas de gestión de calidad.

El propósito general de esta norma es proteger los activos físicos de una instalación. Esto puede incluir la maquinaria de producción, funciones de protección, la reputación, la propiedad intelectual y de marca, entre otros.

ISO 19011:2011, Directrices para la auditoría de sistemas de gestión de

### **5.7.1.3. ISO 19011<sup>9</sup>. Directrices para la Auditoría de Sistemas de Gestión**

es un estándar desarrollado y publicado por la ISO y la intención de proporcionar una guía para la auditoría de sistemas de gestión. Fue publicado en noviembre de 2011 y es la segunda edición de la norma. Es una parte de la más grande de la ISO 9000 y la ISO 14000 colecciones.

Se incluye información sobre los principios de auditoría, la gestión de un programa de auditoría y la realización de auditorías de sistemas de gestión. También tiene información sobre cómo evaluar la competencia de los individuos involucrados en el proceso de auditoría, incluyendo la persona que gestiona el programa de auditoría, los auditores y los equipos de auditoría.

---

<sup>8</sup> <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-3:v1:es:term:3.1.2>

<sup>9</sup> <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:19011:ed-3:v1:es>

ISO 19011:2011 está principalmente orientada a aplicar para las organizaciones que necesitan para la realización de auditorías internas o externas, de sus sistemas de gestión.

La OECD es la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico y sus asesorías en el marco energético para Chile coopera con las empresas para obtener certificaciones sobre eficiencia energética.

Exceder la presión de diseño como presión establecida para el PSV para un sistema de presión ANSI 900(2220 psig). ¿Qué tipo de problemas puede enfrentar mientras está en funcionamiento? Los siguientes son los parámetros de funcionamiento.

El factor de diseño para todos los accesorios y tuberías está en 0.6 y los materiales cumplen con los estándares API y ASME para acero al carbono.

El producto en servicio es el líquido CO<sub>2</sub> que se bombea a una descarga máxima de 2000 psig.

Clasificación de presión ANSI 900 para acero inoxidable (material PSV) 2160 psig.

El punto de ajuste actual de PSV está a 2260 psig.

Entendiendo que esto es incorrecto ya que el punto de ajuste de PSV no debe estar por encima de la presión de diseño para la tubería. Proporcione sus comentarios sobre cuál debería ser el método correcto para determinar el punto de ajuste de alivio de PSV para este caso. Los códigos a menudo permiten configurar el PSV hasta un 10% por encima de la presión permitida.

La presión permitida es la presión de diseño más baja de cualquier componente en el sistema. Creando una comprensión correcta, generalmente estas asignaciones son solo para eventos ocasionales y la presión de diseño normalmente no debe excederse en una operación de estado estable. Si tiene otras alarmas o disparos configurados por debajo de la presión de ajuste de la válvula de alivio pero por encima de la presión de funcionamiento máximo, esto podría permitirse sobre la base de que su válvula de alivio es una última línea de defensa, no el sistema primario de disparo / apagado / protección para las tuberías. Sobre esa base, la regla de presión ocasional puede comenzar a aplicarse, ya que no desea que la válvula de alivio se levante antes de alcanzar la configuración de disparo en su instrumentación.

El problema operativo es que su descarga máxima y su presión de diseño están bastante cerca y para una válvula de resorte simple, la confiabilidad de la válvula de alivio a menudo está en el rango de 8 a 10% por debajo del punto de ajuste cuando las válvulas pueden comenzar a "vibrar" y levantar un poco.

Si necesita una precisión más estricta, probablemente necesite ir a una válvula operada por piloto que a menudo puede llegar al rango de precisión del 3 al 4%.

Además: generalmente hay una buena razón por la cual todos lo hacen de esa manera, pero exceder la clase de presión de la tubería, ¿no es una violación?

Sé que puede configurar los PSV en la clase de presión, por ejemplo: - para ANSI 900 puede configurar el PSV a 2220 psig, pero configurarlo a 2350 o tal es una violación de los códigos de tubería. Sé que ASME B 31.8 le dice que no supere el 10% del MAWP, pero estos valores siempre son menores que la clasificación de la clase de presión de la tubería.

Según el requisito de ASME Sec. VIII Div 1, el punto de ajuste de PSV (apertura de inicio) no puede ser más que MAWP en caso de un solo dispositivo de alivio. Evitará que la presión aumente más del 10% o 3 psi (lo que sea mayor) por encima del MAWP.

PRV – Pruebas de Aceptación los Criterios para Asiento de la presión de Ensayo (Prueba de Fugas);

En el enfoque mediremos orientados a objetos, el banco y la brida asiento de la presión de Ensayo o Prueba de Fugas de las Válvulas de Alivio de Presión (PSV) con aire o nitrógeno, tendremos como objetivo conceptos genéricos a la investigación, cualidades y acción de medir o comparar un Criterio de Aceptación de acuerdo con API 527; la tasa de fuga de aire a través del Disco y el Asiento contando las burbujas que se producen en un minuto (Burbujas por minuto), lo que debe haber cero de la tasa de fuga de Asiento Blando y no exceder el valor especificado en la tabla de Asiento de Metal que va a ser dividido por el ajuste de la Presión y el Diámetro del Orificio.

## PRV Testing – Seat Tightness Test

**Acceptance Criteria per API 527 = Leakage Rate in Bubbles per minute for Testing with Air**

- Soft Seat = 0 Bubble per minute (no leakage)
- Metal Seat = Not exceed leakage rate in Table

| Set Pressure at 15.6 °C (60 °F)<br>MPa (psig) | Orifice Diameter ≤ 18 mm (0.7 in)<br>Leakage Rate (Bubbles /min) | Orifice Diameter > 18 mm (0.7 in)<br>Leakage Rate (Bubbles /min) |
|---|--|--|
| 0.013 – 6.896 (15 – 1000)                     | 40   | 20   |
| 10.3 (1500)                                   | 60   | 30   |
| 13.8 (2000)                                   | 80   | 40   |
| 17.2 (2500)                                   | 100  | 50   |
| 20.7 (3000)                                   | 100  | 60   |
| 27.6 (4000)                                   | 100  | 80   |
| 34.4 (5000)                                   | 100  | 100  |
| 41.4 (6000)                                   | 100  | 100  |

API 527: tasa de fuga de la válvula de prueba

**CAPITULO VI**  
**METODOLOGIA**

## 6. METODOLOGÍA DE TRABAJO

**7.2** 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:

**7.2.1** “Preliminar” si se efectúa sin desarmar la válvula de relevo de presión.

**7.2.2** “Integral” si el dispositivo se desarma para revisar cada componente.

**7.2.3** Presión de ajuste (Calibración). - Es el valor de presión estática a la entrada de la válvula, a la cual se tiene previsto que opere bajo las condiciones de servicio.

- En servicio de líquidos, es aquella en la que la válvula comienza a tener una descarga continua de líquido.
- En servicio de gases y vapores, es aquella en la que la válvula abre súbitamente (dispara) bajo las condiciones de servicio.

**7.2.4** 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.

- Dicho disparo constituye una característica de las válvulas de seguridad y seguridad-alivio.
- Presión de cierre. - Es el valor de la presión a la entrada de la válvula, a la cual el disco restablece el contacto con el asiento de la tobera, cerrando nuevamente el paso de flujo.

**7.2.5** Presión diferencial de cierre. - Es la diferencia entre la presión de ajuste y la presión de cierre de la válvula de relevo, después de que ésta ha actuado.

**7.2.6** Presión de prueba en frío. - Presión a la cual la válvula de relevo de presión es ajustada para abrir en el banco de pruebas. La Presión de prueba en frío incluye correcciones para las condiciones de servicio de contrapresión o temperatura o ambas.

**7.2.7** Presión de prueba de hermeticidad. - 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 con el procedimiento de prueba.

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

**7.2.8** 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.

**7.2.9** Válvula de relevo de presión. - Término que se utiliza para denominar indistintamente y en forma general a una válvula de alivio, a una válvula de seguridad, o a una válvula de seguridad-alivio

Válvula de alivio. - Dispositivo de relevo de presión actuando por presión estática aplicada sobre la válvula, que abre en forma proporcional al incremento de presión sobre la presión de ajuste. Se utiliza exclusivamente en el manejo de líquidos.

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.

## **7.3 Procesos y procedimientos vigentes**

Algunos dispositivos de relevo de presión pueden atrapar material del proceso que puede ser tóxico; se deben tomar medidas para descontaminarlo minimizando el riesgo de exposición del personal que las inspecciona y mantiene.

Responsabilidades

### **7.3.1 Corporativa de Operaciones en interior de recintos educativos:**

- Establecer las directrices para poner en práctica este Instructivo.
- Pedir y rendir cuentas por las desviaciones de este Instructivo.
- Instruir a todas sus dependencias para que se reporte el avance del cumplimiento de los programas derivados de este Instructivo, investiguen los casos de incumplimiento y se lleven las estadísticas e historiales de todas las válvulas de relevo de presión con la finalidad de que sean confiables para la toma de decisiones.

### **7.3.2 Coordinación de Mantenimiento:**

- Mantener la actualización de este Instructivo, en el tiempo estipulado o antes si así se requiere.
- Analizar y presentar a la Dirección General, las tendencias de las estadísticas de los cumplimientos de los programas derivados de este Instructivo.
- Difundir este Instructivo a todos los organismos de Petróleos Mexicanos.
- Promover y asesorar en el cumplimiento de los programas derivados de este Instructivo para la inspección, mantenimiento y prueba de las válvulas de relevo de presión.
- Vigilar y apoyar en la actualización de este Instructivo, en el tiempo estipulado o antes si así se requiere.
- Dar seguimiento a los programas de derivados de este Instructivo para la inspección, mantenimiento y prueba de las válvulas de relevo de presión.

**CAPITULO VII**  
**METODOLOGÍA**

## **8 APLICACIÓN METODOLÓGICA**

### **8.2 Análisis de la situación actual:**

- Para dichas mantenciones, se tiene la obligación de apegarnos a las normas API, las cuales indican básicamente que las mantenciones deben ser realizadas en base a la experiencia con un máximo de 5 años entre cada intervención, lo cual se puede extender a 10 años siempre y cuando el fluido sea limpio, y además se tenga un historial que indique buen comportamiento.
- Actualmente no se realiza gestión en este banco de pruebas, pero para llevar a cabo de forma ordenada esta tarea. Por otro lado, los registros de mantenciones se deberían mantener en papel, lo que dificulta el manejo de información, pero a la vez se respalda.
- Desde el dicho informe se dispone de un banco de prueba de válvulas de seguridad, el cual se utilizará como ente certificador para efectos de la calibración de PSV y se mantiene un registro impreso de todas las válvulas que pasan por este banco.

### **PRÁCTICA RECOMENDADA API 576<sup>10</sup>**

#### **SECCIÓN 6 – PREPARACIÓN, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS**

##### 6.1 Preparación

##### 6.1.1 Chequeo de Equipos por Seguridad

##### 6.1.2 Correcta Instalación de Identificación de Válvula

##### 6.1.3 Registro de Condiciones Operativas

##### 6.1.4 Remoción Cuidadosa y Mínima del Dispositivo desde el Sistema en Operación

##### 6.2 Bloque de Prueba en Taller

---

<sup>10</sup> API PRACTICA RECOEMDADA 576 TERCERA EDICION, NOVIEMBRE 2009 Inspección de Dispositivos a presión.

6.2.1 Necesidad y Función del Bloque de Prueba

6.2.2 Prueba con Aire.

## **SECCIÓN 7 – INSPECCIÓN, TRANSPORTE, PRUEBAS, MANTENCIÓN Y SETTING**

7.1 Inspección Inicial de las Válvulas de Alivio de Presión y del Piping (cañerías) Adyacente y Transporte de Válvulas al Taller

7.1.1 Inspección de Válvulas.

7.1.2 Inspección de Piping Adyacente de la Entrada y de la Salida.

7.1.3 Transporte de Válvulas al Taller.

7.2 Inspección, Pruebas, Mantenición y Setting de Válvulas de Alivio de Presión en el Taller.

7.2.1 Prueba de Verificación de Flujo (Pop Test) “como se recibe”.

7.2.2 Inspección Visual.

7.2.3 Determinación de la Presión de Alivio “como se recibe”.

7.2.4 Desmontaje de la Válvula.

7.2.5 Limpieza e Inspección de Partes.

7.2.6 Reacondicionamiento y Reemplazo de Partes.

7.2.7 Montaje de la Válvula

7.2.8 Setting de la Presión de la Válvula.

7.2.9 Chequeo de Hermeticidad de la Válvula.

7.2.10 Parametrización de los Registros Necesarios.

7.3 Inspección, Pruebas, Mantenición, y Setting de las Válvulas de Alivio de Presión en los Equipos.

7.3.1 Unidades de Proceso.

7.3.2 Estanques de Almacenamiento.

7.3.3 Calderas.

7.4 Inspección, Pruebas, Mantenición y Setting de Válvulas de seguridad con Piloto.

7.5 Inspección y Reemplazo de Discos de Ruptura.

## **SECCIÓN 8 – INFORMES Y REGISTROS**

- 8.1 Objetivo
- 8.2 La Necesidad de mantener Registros
- 8.3 Responsabilidades
- 8.4 Muestra de Registro y Sistema de Informes

## **PRÁCTICA RECOMENDADA API 510<sup>11</sup>**

### **SECCION 5.8.4**

#### **5.8.4.1 PREPARACIÓN DE LA PRUEBA DE PRESIÓN.**

Antes de aplicar una prueba de presión, se deben tomar las precauciones y procedimientos adecuados para seguridad del personal involucrado en la prueba de presión. Una inspección visual estrecha de los componentes de los recipientes a presión debe hasta que la presión del recipiente esté en o por debajo del MAWP. Esta revisión es especialmente importante para el servicio recipientes a presión.

**5.8.4.2** Cuando se va a realizar una prueba de presión en la que la presión de ensayo superará la presión dispositivos de alivio de la presión, los dispositivos de alivio de la presión deben ser eliminados. Una alternativa a la eliminación de los dispositivos de alivio de la presión es utilizar abrazaderas de prueba para sujetar los discos de la válvula.

Aplicando una carga adicional a la se prohíbe el resorte de la válvula girando el tornillo de compresión. Otros aprecios, como las gafas de calibre, la presión medidores, y los discos de ruptura, que pueden ser incapaces de soportar la presión de prueba deben ser eliminados o eliminados. Una vez completada la prueba de presión, los dispositivos para aliviar la presión y los inoperable durante la prueba de presión se reinstalará o reactivará.

### **SECCION 8.5 PRUEBAS DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA.**

**5.8.5.1** Antes de aplicar una prueba hidrostática, las estructuras de soporte y el diseño de la base deben revisarse para asegurarse de que son adecuados para la carga de prueba hidrostática. Todos los instrumentos y otros componentes que puedan experimentar la presión

---

<sup>11</sup> Código de inspección del recipiente a presión: Inspección en servicio, clasificación, reparación y alteración API 510 DÉCIMA EDICIÓN, MAYO 2014. PAG 32.

de prueba hidrostática completa deben comprobarse para asegurarse de que están diseñados para la prueba de presión especificada; de lo contrario deben ser cegados fuera de la prueba.

#### **5.8.5.2 LAS PRUEBAS DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA**

de equipos que tengan componentes de acero inoxidable de la serie 300 deben con agua potable o condensado de vapor con una concentración de cloruro inferior a 50 ppm. Después de la prueba, el recipiente debe ser completamente drenado y secado. El inspector debe verificar que se utilice la calidad del agua especificada y que el recipiente se haya drenado y secado (todos los respiraderos de punto alto deben estar abiertos durante el drenaje).

Si no hay agua potable disponible o si no es posible drenar y secar inmediatamente, se debe considerar que el agua con un nivel de cloruro muy bajo (por ejemplo, condensado de vapor), pH más alto (>10) y la adición de inhibidores reducen el riesgo de picaduras, tensión de cloruro agrietamiento por corrosión y corrosión inducida microbiológicamente. En el caso de tuberías de acero inoxidable austenítico susceptibles a agrietamiento por corrosión por tensión poli térmica, se debe tener en cuenta el uso de una solución de agua alcalina para pruebas de presión.

#### **5.8.6 PRUEBAS DE PRESIÓN NEUMÁTICA**

Las pruebas neumáticas (incluida la hidroneumática combinada) se pueden utilizar cuando las pruebas hidrostáticas son impracticables debido a la estructura o cimentación de soporte limitada, los revestimientos refractarios o las razones del proceso. Cuando se utilice, el personal potencial y los riesgos de propiedad de las pruebas neumáticas serán considerados por un ingeniero antes de realizar el ensayo. Como mínimo, las precauciones de inspección contenidas en el Código ASME se aplicarán al realizar cualquier ensayo neumático. El ingeniero debe elaborar un procedimiento de ensayo neumático siguiendo los pasos descritos en ASME PCC-2, artículo 5.1.

#### **5.8.7 CONSIDERACIONES DE TEMPERATURA DE PRUEBA Y FRACTURA FRÁGIL**

**5.8.7.1** A temperatura ambiente, el carbono, la baja aleación y otros aceros ferríticos pueden ser susceptibles a fallas frágiles. Se han atribuido una serie de fallos a la fractura frágil de aceros expuestos a temperaturas inferiores a su temperatura de transición y a presiones superiores al 20% de la presión de ensayo hidrostática requerida. La mayoría de las fracturas frágiles, sin embargo, se han producido en la primera aplicación de un alto nivel de tensión (la primera hidrostática o sobrecarga). El potencial de una falla frágil se evaluará antes de la hidrostática o especialmente antes de las pruebas neumáticas porque o la energía potencial más alta

involucrada. Se debe prestar especial atención al probar aceros de baja aleación, especialmente Cr-Mo, ya que pueden ser propensos a la fragilidad del temperamento o cualquier otro metal que pueda ser propenso a la fragilidad según los mecanismos de daño enumerados en La API 571 o debido a altas tensiones triaxiales debido a consideraciones de espesor o geometría.

**5.8.7.2** Para minimizar el riesgo de fractura frágil durante una prueba de presión, la temperatura del metal debe mantenerse al menos (17°C) por encima de la MDMT o MAT para recipientes de más de 2 pulgadas (5 cm) de espesor y (6°C) por encima de la MDMT o MAT para recipientes que tengan un espesor de 2 pulgadas. (5 cm) o menos.

La temperatura de prueba no tiene por qué exceder (50°C) a menos que haya información sobre las características frágiles del material del recipiente que indique que se necesita una temperatura de ensayo más alta.

**5.8.7.3** Cuando el hidrotesting de acero inoxidable austenítico sólido o relado, la temperatura del agua no debe exceder los (50°C) para evitar posibles agrietamientos por corrosión por tensión de cloruro.

### **5.8.8 ALTERNATIVAS DE PRUEBAS DE PRESIÓN.**

**5.8.8.1** Se especificará y llevará a cabo el END (ensayo no destructivo) apropiado (por ejemplo, PARTICULAS MARGNETICAS, TINTA, ULTRASONIDO, GAMAGRAFIA, etc.)

Cuando no se realice una prueba de presión después de una reparación o alteración importante. La sustitución de los procedimientos END para una prueba de presión después de una alteración o reparación importante sólo se puede hacer después de que el ingeniero y el inspector hayan aprobado. En tales casos, es aconsejable llevar a cabo un FFS evaluación para identificar el(los) tamaño(s) de defecto(s) crítico(s) para especificar los criterios de aceptación para la(s) técnica(s) END especificada(s). Refiera a ASME PCC-2, artículo 5.2 para la orientación sobre el END en lugar de las pruebas de presión para las reparaciones y alteraciones.

**5.8.8.2** Para los casos en que se utilice UT manual para examinar soldaduras en lugar de prueba de presión, el propietario/usuario deberá especificar examinadores de haz de ángulo calificados por la industria. Para el uso de UT en lugar de RT, se seguirá el caso de código ASME 2235 o el código ASME Sección VIII, División 2, 7.5.5.

## **7.1. Información disponible**

Revisar que este Instructivo se aplique correctamente bajo normativa vigente.

- En la mayoría de los procesos industriales se estima que el 50/60% de las emisiones es causada por la fuga de las válvulas. Consiguiente con lo anterior, la verificación, el mantenimiento y la reparación de válvulas es fundamental para garantizar la fiabilidad y el correcto funcionamiento de las instalaciones y equipos y para garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental y garantizar parámetros de operación óptimos.
- Válvulas de control y válvulas de seguridad son elementos muy sustanciales en la totalidad de los procesos industriales y un mal desempeño impedirá la causando innecesarios riesgos de seguridad, y el retraso de las operaciones, en el lapsus que son reemplazados o reparados. Las PSV son normalmente una de las últimas líneas de defensa en una mala condición de operación o anomalías de sistemas.
- A su vez desempeñan un papel fundamental para la seguridad. Su tarea consiste, por ejemplo, en el bloqueo de la presión, el ajuste del caudal o en la protección del equipo. Las válvulas siempre son los componentes más expuestos a las condiciones más extremas como la corrosión, la erosión o las vibraciones
- Es indispensable y verificar y administrar las condiciones de seguridad para la entrega a inspección y mantenimiento de las válvulas de relevo de presión.
- Mantener comunicación con el coordinador de taller y docentes, referente a programas de trabajos de mantenimiento, programas operativos, condiciones de operación y reportes operativos de condiciones y estatus del banco de pruebas.

### **7.1.1. Inspección en taller (preliminar).**

- 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 al 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!***

### **7.1.2. 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 pueden dañar los asientos y la tobera se debe evitar realizar la prueba Pre-Pop.
  - Si es el primer periodo 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.
    - 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.

- 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 escrito).

El técnico u operario debe cuidar ingresar correctamente todos los datos de la válvula en el Banco de Pruebas, los que deben corresponder a los indicados en la hoja de datos respectiva. “API 576 2009 - 5.8”

La presión a la que se alivia la válvula se registra como prueba Pre-Pop, normalmente, la presión de entrada no se incrementa más allá del 150% de la presión ajustada de la válvula. “API 576 2009 – 6.2.9.1”

Si el estallido inicial está a una presión más alta que el CDTP, la válvula debe probarse por una segunda vez. Si en el segundo intento no hace estallar dentro de las tolerancias permitidas por el ASME BPVC, la válvula estaba originalmente fuera de especificación o se generó un cambio durante la operación.

**Precaución:**

- Si la válvula esta extremadamente sucia cuando se recibe, el usuario puede reducir la inspección de intervalo de la prueba de recepción para no dañar los internos de la válvula. “API 576 -2009 6.2.9.3

Si se observa una corrosión, depósitos o condiciones inusuales en la válvula de alivio de presión, inspector que representa al usuario debe ayudar en la inspección.

- En caso de tener una sobrepresión de apertura mayor a un 30%, se deberá evaluar la necesidad de un análisis de falla, en caso de superar el 50% este análisis debe realizarse de forma obligatoria.

## 7.2. Procesos y procedimientos

|   |  |                             |                   |
|---|--|-----------------------------|-------------------|
|  | <b>INSTRUCTIVO PARA TRABAJOS DE INSPECCION,<br/>MANTENIMIENTO Y PRUEBA DE VALVULAS PSV EN BANCO<br/>DE PRUEBAS FARRIS ALTA PRESION (6000 PSIG)</b> | 10000-USM-DEP-MEC-001-I-001 |                   |
|   |  | REV. 1                      | Fecha: 01-04-2020 |



| 1.- OBJETIVO Y ALCANCE  |   |                                  |   |                                     |  |
|---|---|----------------------------------|---|-------------------------------------|--|
| Disponer de criterios para la inspección, mantenimiento y prueba de las válvulas de relevo de presión, de manera que se garantice que el desempeño de estos dispositivos de protección cumpla con los requerimientos de funcionamiento para el cual fueron diseñados; los criterios se establecen bajo la siguiente secuencia y responsabilidad entre otros:  |   |                                  |   |                                     |  |
| 2.- PROCEDIMIENTO DE REFERENCIA   |   |                                  | 3.- REFERENCIAS TÉCNICAS                        |                                     |  |
|   |   |                                  |   |                                     |  |
| 4.- RIESGOS CRITICOS OPERACIONALES  |   |                                  |   |                                     |  |
| RCO N°1:<br>Caída Distinto Nivel  | RCO N°2: Atrapamiento-<br>Aplastamiento | RCO N°3: Contacto<br>con Energía | RCO N°4: Choque,<br>Volcamiento, Colisión       | RCO N°5: Caída<br>de Materiales     | RCO N°6: Contacto con<br>Sustancias Peligrosas   |
| NA  | SI                                      | SI                               | NA  | NA                                  | SI   |
| RCO N°7: Liberación de<br>Energía   | RCO N°8: Caída de Carga<br>Suspendida   | RCO N°9: Incendio                | RCO N°10: Asfixia                               | RCO N°11:<br>Exposición a<br>Agente | Si aplica un RCO a la<br>actividad identificar<br>con un "SI", de lo<br>contrario indicar NA |
| SI  | NA                                      | NA                               | NA  | NA                                  |  |
| 5.- ACTIVIDADES PREVIAS   |   |                                  |   |                                     |  |
| <p>Para el trabajo debe asegurarse que se ha leído y entendido éste procedimiento y que se tienen todos los recursos disponibles para la operación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Energizar compresor.</li> <li>Cargar botellas (2500 psig).</li> <li>Comunicar agua al circuito.</li> <li>Grasa silicona.</li> <li>Verificar presión de botellas.</li> <li>Verificar que los manómetros estén calibrados.</li> </ul> <p>Verificar drenaje de agua.</p> <p>5.1 - Antes de comenzar la actividad se revisará el área de trabajo a intervenir, teniendo en cuenta las condiciones despejadas de obstáculos realizando una inspección y chequeo previo en forma visual.</p> <p>5.2 - Luego de revisar que las condiciones sean las apropiadas, se traslada la PSV al punto de trabajo, donde se encuentran las mordazas de las bridas, se utilizarán para la instalación de soportes pernos hilo corrido.</p> |   |                                  |   |                                     |  |
| 6.- EQUIPOS Y HERRAMIENTAS  |   |                                  |   |                                     |  |
| EQUIPOS   |   |                                  | HERRAMIENTAS                                    |                                     |  |
| Teclé de cadena   |   |                                  | Llaves punta y corona en milímetros y pulgadas. |                                     |  |
| Caballote móvil   |   |                                  | Llave stillson                                  |                                     |  |
| Trípode portal  |   |                                  | Empaquetaduras según diámetro                   |                                     |  |
| Eslingas sintética 1 mts.   |   |                                  | Escobilla de acero                              |                                     |  |
| Estrobo de acero 1/4" 1 mts.  |   |                                  | Martillo peña                                   |                                     |  |
| Pluma hidráulica móvil  |   |                                  | Alicate universal                               |                                     |  |
| 7.- PASO A PASO DE LA ACTIVIDAD PRUEBA HIDRAULICA   |   |                                  |   |                                     |  |



| DESCRIPCIÓN   | CONTROL OPERACIONAL |
|---|---------------------|
| Las actividades para realizar estarán ubicadas en: taller de mantenimiento mecánico USM.  |                     |
| 7.1 – Instalar válvula de seguridad en el punto estación de prueba.   |                     |
| 7.2 – Instalar manómetro en el banco, según corresponda la presión de prueba.   |                     |
| 7.3 – Cerrar válvula que se comunica con los cilindros que almacena aire N° 16.   |                     |
| 7.4 – Verificar que el regulador de indicador de aire reforzado esté <u>destensionado</u> .   |                     |
| 7.5 – Tener abierta válvula de control de flujo ajustable y válvula de suministro de agua de la bomba.  |                     |
| 7.6 Tener abierta válvula de drenaje del punto estación de prueba.  |                     |
| 7.8 – Verificar existencia de aire y agua de línea.   |                     |
| 7.9.– Verificado de estos pasos se procede a realizar prueba hidráulica.  |                     |
| 7.10 Abrir válvula de aire y de agua de las líneas de alimentación hacia la bomba.  |                     |
| 7.11 - Accionar levemente el regulador de aire reforzado para drenar la válvula de seguridad, con las válvulas abiertas N°15-35 8V suministro de agua a bomba y V. drenaje estación de prueba) y válvula de control de flujo.   |                     |
| 7.12 - Purgada la válvula de seguridad se cierra la válvula de drenaje N° 35, y se acciona lentamente el regulador de aire reforzado hasta alcanzar la presión deseada que se observará en la lectura del manómetro.  |                     |
| 7.13 - Cerrar válvula de control del flujo ajustable.<br>- Des tensionar regulador de aire reforzado.<br>- Cerrar válvula de alimentación de aire y agua hacia la bomba.  |                     |
| 7.14- Dejar 15 minutos de presión, si no hay pérdida durante este tiempo, se abre lentamente válvula de drenaje hasta que el manómetro indique "0" (psig).  |                     |
| <b>8.- PRUEBA NEUMÁTICA</b>   |                     |
| 8.1- Instalar equipo a probar en estación de prueba e instalar manómetro, según sea la presión (escala de lectura).   |                     |
| 8.2- Verificar que la válvula de aire y de agua de la línea de alimentación esté cerrada al igual que la válvula de control de flujo ajustable.   |                     |
| 8.3- El compresor de aire debe estar en condiciones de uso que se empleará para la alimentación de los cilindros de aire.   |                     |
| 8.4- Todos los cilindros deben estar con sus válvulas cerradas.   |                     |
| 8.5- Para proceder el llenado de un cilindro con aire, se abrirá una sola válvula hasta que el compresor le entregue al cilindro 2.500 PSI, y que indicará el manómetro que se encuentra en la línea. Posteriormente se cerrará la válvula del cilindro y la detención del compresor, así en condiciones de hacer la prueba de neumático. |                     |
| 8.6- Abrir pausadamente la válvula de aguja que se encuentra en los cilindros del banco de prueba.  |                     |
| 8.7- Abrir lentamente la válvula de control (estación de prueba) 16 que comunicará directamente la presión al equipo en prueba, haciendo así un drenaje en la línea y luego cerrar válvula de drenaje.  |                     |
| 8.8- Una vez drenadas las líneas, se procede a realizar la prueba de presión hasta alcanzar la presión deseada que se observará en la lectura del manómetro.  |                     |
| 8.9- Observar por unos 15' el manómetro y pasado este tiempo en que no se detectó fuga, se dará aceptada la prueba de presión, luego purgar el circuito abriendo la válvula del drenaje.  |                     |
| 8.10 Instalar al equipo en prueba "Tarjeta Verde", con los datos obtenidos.   |                     |

|   |  |                             |                   |
|---|--|-----------------------------|-------------------|
| <br>UNIVERSIDAD TÉCNICA<br>FEDERICO SANTA MARÍA<br>SEDE CONCEPCIÓN | <b>INSTRUCTIVO PARA TRABAJOS DE INSPECCION,<br/>         MANTENIMIENTO Y PRUEBA DE VALVULAS PSV EN BANCO<br/>         DE PRUEBAS FARRIS ALTA PRESION (6000 PSIG)</b> | 10000-USM-DEP-MEC-001-I-001 |                   |
|   |  | REV. 1                      | Fecha: 01-04-2020 |

|   |  |
|---|--|
| <b>8.11 - Ordenar área de trabajo.</b><br>Los criterios contenidos en el presente documento son de aplicación obligatoria en las instalaciones donde se utilizará el banco de pruebas mencionado, los cuales cubren el ciclo de eventos para la inspección, mantenimiento y pruebas de las válvulas de relevo de presión. Las acciones efectuadas durante la secuencia tipificada en el Objetivo deben contar con los registros documentales correspondientes.<br>La información siguiente lista al menos las últimas dos revisiones a este documento, y todas las revisiones que se hicieron en los últimos 12 meses.<br>Liste las revisiones completadas y describa el tipo de revisión en el campo de los Comentarios, Ej. Revisado por un usuario calificado o revisión programada o como aplique al ejecutor de los ensayos. |  |
|---|--|

| 8.- DESCRIPCIÓN MEDICIONES, INSPECCIÓN Y ENSAYO (Detalle) |                        |            |                   |      |                    |               |
|---|------------------------|------------|-------------------|------|--------------------|---------------|
| Variable de control                                       | Criterio de Aceptación |            | Frecuencia Ensayo | EIME | Personal Ejecución | Observaciones |
|   | Valor real             | Tolerancia |                   |      |                    |               |
| <b>fugas</b>  |                        |            |                   |      |                    |               |
| <b>ruido</b>  |                        |            |                   |      |                    |               |
| <b>presión</b>  |                        |            |                   |      |                    |               |

|  |
|--|
| <b>9. REGISTROS O ANEXOS ASOCIADOS</b> |
|--|

| ELABORADO POR | REVISADO POR | APROBADO POR | TOMA DE CONOCIMIENTO | TOMA DE CONOCIMIENTO |
|---------------|--------------|--------------|----------------------|----------------------|
| Nombre:       | Nombre:      | Nombre:      | Nombre:              | Nombre:              |
| Cargo:        | Cargo:       | Cargo:       | Cargo:               | Cargo:               |
| Firma         | Firma        | Firma        | Firma                | Firma                |



### **7.3. Plan de acción.**

#### **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 sea instalada para entrar en servicio.

Los registros son críticos y de uso efectivo para el futuro para ayudar a determinar cuando 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.

**CAPITULO VIII**  
**CONCLUSIONES**

## **8. CONCLUSIONES**

Como resumen final de este trabajo es posible concluir que si es posible la ejecución e implementación de este banco de pruebas y por sobre todo su operación puede ser mediante los componentes y fluidos requeridos ya que en el taller de la universidad si es factible la conexión de los requerimientos necesarios en tanto a suministro de agua y aire, para ello se elaboró un instructivo paso a paso que servirá como guía de operación en las labores de pruebas y testeos de válvulas de seguridad (PSV), la ventaja que presenta este banco al ser puesto en servicio que fue diseñado para operaciones de alta presión y dado su diseño y calidad de materiales lo presentan como un buen aliado para ya sea demostración didáctica como para en su efecto el prestar servicios, esto se lograría certificando los manómetros por un ente calificado y competente, el cual permitirá seteos más fidedignos y seguros , garantizando confiabilidad a las operaciones de plantas o equipos altamente críticos

### **8.1. Cumplimiento de Objetivos específicos**

Las válvulas de seguridad de proceso deben ser mantenidas periódicamente para lo cual se pueden adoptar las recomendaciones API 510 o API 576. En base a lo anterior, se requiere una prueba de cada válvula en un período que típicamente no debería superar los 5 años y en casos de fluido limpios se puede extender a 10 años.

### **8.2. Cumplimiento de Objetivo General**

El objetivo de este procedimiento fue establecer los lineamientos para el mantenimiento y los requisitos de las pruebas en taller de las válvulas de seguridad de las plantas industriales, constituyendo una guía para el personal de la División Mecánica de la USM, responsable de dichas actividades.

La condición actual de las válvulas de una planta industrial es la siguiente:

- En División mecánica, se tiene un registro de cantidades altas de PSV, el cual se ha formado en el tiempo con la llegada de válvulas al taller para mantención producto de donaciones a la institución.
- Por otro lado, se tiene información de un levantamiento en terreno realizado por un proyecto de

gestión de activos, en el cual se identificaron 26 PSV aproximadamente.

- Varias de las PSV identificadas por Gestión de Activos, no poseen TAG y tampoco información técnica.

- A diferencia de otras plantas tomando en cuenta que somos un recinto educacional, no existe un plan de mantención para estos equipos considerando que no tiene detenciones programadas o paros de planta.

### **8.3. Conclusiones específicas**

En la actualidad en la mayoría de las plantas industriales poseen en sus activos PSV, las cuales requieren inspección constante según las normas API.

Este informe incluye datos detallados del proceso de inspección y mantención de válvulas de las que se encuentran en HDS. Que dan a conocer parámetros tales como el progreso diario, un avance real vs el avance programado, una estimación de producción por hombre y distintas observaciones con el fin de facilitar y agilizar lo que será la implementación de un banco de pruebas en el taller de mantenimiento mecánico de la USM.

Las válvulas son un componente crítico en el funcionamiento seguro de cualquier planta industrial, y eso se controla de manera segura y eficiente.

Para este nivel de presiones, la presión en este caso se admite  $\pm 3\%$  para presiones superiores a 70 psi (483.0 kPa) según ASME Sección VIII, División 1.

**Nota:** Si alguna de las válvulas no abre a una presión de hasta 150% de la presión de ajuste, probablemente la válvula se encuentre atorada. Se debe realizar un reporte de incidente y tomar medidas correctivas reduciendo el periodo de inspección en un 50% como se establece en el API-576

## BIBLIOGRAFÍA

- API 510, Código de inspección de recipientes a presión: inspección en servicio, clasificación, reparación y alteración
- API Standard 520 (todas las partes), dimensionamiento, selección e instalación de dispositivos de alivio de presión en refinerías
- Norma API 521, Sistemas de descompresión y alivio de presión
- API estándar 526, válvulas de alivio de presión de acero con brida
- Norma API 527, hermeticidad de las válvulas de alivio de presión
- Práctica recomendada API 580, inspección basada en el riesgo
- Práctica recomendada API 581, tecnología de inspección basada en el riesgo
- API Standard 620, Diseño y construcción de tanques de almacenamiento grandes, soldados, de baja presión
- API Standard 2000, Ventilación de tanques de almacenamiento atmosféricos y de baja presión (no refrigerados y refrigerados)
- Práctica recomendada API 576<sup>12</sup>, inspección de dispositivos de alivio de presión
- Reglas de la sección I de ASME para la construcción de calderas de potencia.
- Reglas ASME sección VIII división 1 para la construcción de recipientes a presión.
- EEMUA – publicación 188, guía para establecer períodos operativos de seguridad válvulas, edición 2.
- ASME PTC 25<sup>13</sup>, Dispositivos de alivio de presión Código ASME para calderas y recipientes a presión (BPVC), Sección I: Calderas de potencia
- Código de la Sociedad Norteamericana de Ingenieros Mecánicos (ASME)
- aplicable a calderas y tanques, Sección VII, División I.

---

<sup>12</sup> Catálogo de publicaciones y materiales de API. anualmente por API. Departamento de Normas, API, 1220 L Street, NW, Washington, DC 20005, standards@api.org

<sup>13</sup> • ASME International, Three Park Avenue, Nueva York, Nueva York, 10016-5990, www.asme.org.

- American Petroleum Institute API STD 510, Pressure Vessel Inspection Code
- Manuales y catálogos de Fabricantes de Válvulas de seguridad farris 2700
- Manual de operación del Banco de pruebas farris 1500.
- Código ASME de calderas y recipientes a presión (BPVC), Sección IV: Calderas de calefacción.
- Código ASME para calderas y recipientes a presión (BPVC), Sección VI: Reglas recomendadas para el cuidado y operación de Calderas de calefacción
- Código ASME para calderas y recipientes a presión (BPVC), Sección VII: Pautas recomendadas para el cuidado de la energía Calderas.
- Código ASME para calderas y recipientes a presión (BPVC), Sección VIII: Recipientes a presión; División 1, División 2 y División 3
- ISO 4126-6<sup>14</sup>, Dispositivos de seguridad para la protección contra la presión excesiva. Parte 6: Aplicación, selección e instalación de rotura de dispositivos de seguridad de disco.
- NACE MR 0175<sup>15</sup>, Industrias de petróleo y gas natural: materiales para su uso en entornos que contienen H<sub>2</sub>S en petróleo y producción de gas.
- NACE MR 0103, Materiales resistentes al agrietamiento por tensión de sulfuro en ambientes corrosivos de refinación de petróleo.
- NB-18<sup>16</sup>, Certificaciones de dispositivos de alivio de presión.
- NB-23: 2004, Código de Inspección de la Junta Nacional.
- Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, vol. 21 N° 1, 2013, pp. 125-138.

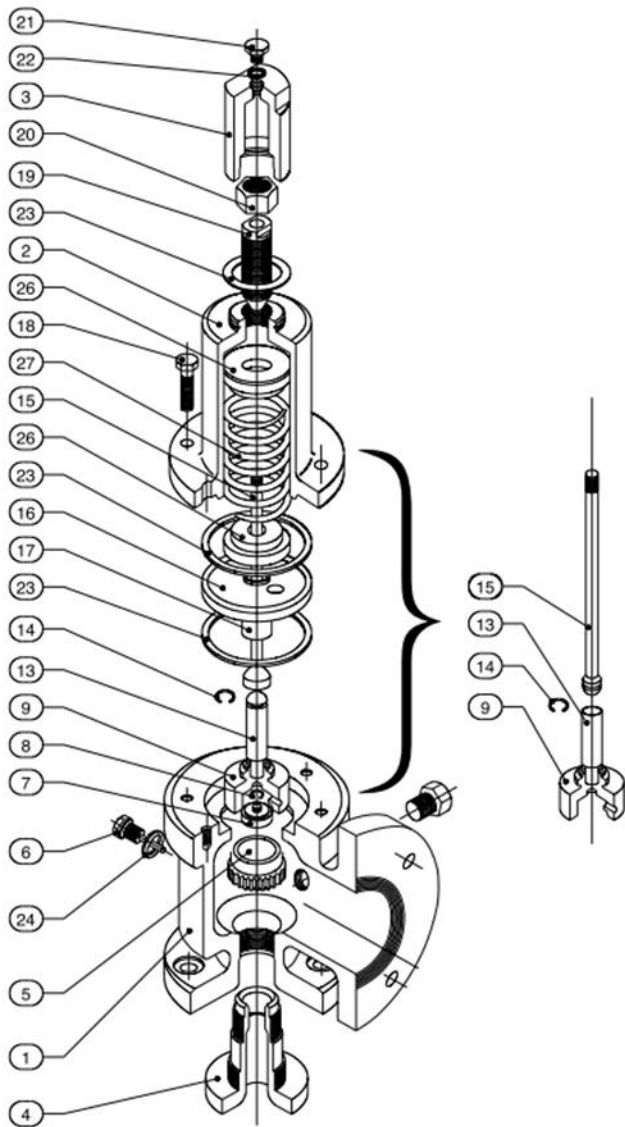
---

<sup>14</sup> Organización Internacional de Normalización, 1, cap. de la Voie-Cruese, Case postale 56, CH-1211, Ginebra, Suiza, [www.iso.org](http://www.iso.org).

<sup>15</sup> NACE International, (anteriormente Asociación Nacional de Ingenieros de Corrosión), 1440 South Creek Drive, Houston, Texas 77218-8340, [www.nace.org](http://www.nace.org).

<sup>16</sup> La Junta Nacional de Inspectores de Calderas y Recipientes a Presión, 1055 Crupper Avenue, Columbus, Ohio 43229, [www.nationalboard.org](http://www.nationalboard.org).

## **ANEXOS**



| Parts list |                          |
|------------|--------------------------|
| Ref        | Designation              |
| 1          | Body                     |
| 2          | Bonnet                   |
| 3          | Cap                      |
| 4          | Nozzle                   |
| 5          | Nozzle ring              |
| 6          | Nozzle ring set screw    |
| 7          | Disc                     |
| 8          | Elastic ring             |
| 9          | Disc holder              |
| 10         | Bellows                  |
| 13         | Spindle head             |
| 14         | Elastic ring             |
| 15         | Spindle                  |
| 16         | Guide plate              |
| 17         | Guide                    |
| 18         | Bonnet bolt              |
| 19         | Adjusting screw          |
| 20         | Adjusting screw lock nut |
| 21         | Cap plug                 |
| 22         | Cap plug gasket          |
| 23         | Gasket                   |
| 24         | Set screw gasket         |
| 25         | Bellows gasket           |
| 26         | Spring washer            |
| 27         | Spring                   |
| 29         | Lever                    |
| 30         | Axle                     |
| 31         | Fork                     |
| 32         | Lift nut                 |
| 33         | Jam nut                  |
| 34         | Ring                     |
| 35         | Elastic ring             |
| 36         | Pin                      |
| 37         | Bushing                  |
| 38         | Bushing gasket           |
| 39         | O-ring                   |
| 42         | Nameplate                |

17

Figure 1 Vista explosionada PSV

**Crosby® Pressure Relief Valve Engineering Handbook Technical Document No. TP-V300  
Effective May 1997**

<sup>17</sup> Asia Pacific Operations Headquarters and Sales Office FMC SE-Asia Pte. Ltd. Crosby Valve Division 149 Gul Circle Singapore 629605



Figure 2 Banco de pruebas Farris serie 6000 psig.

elaboración propia.



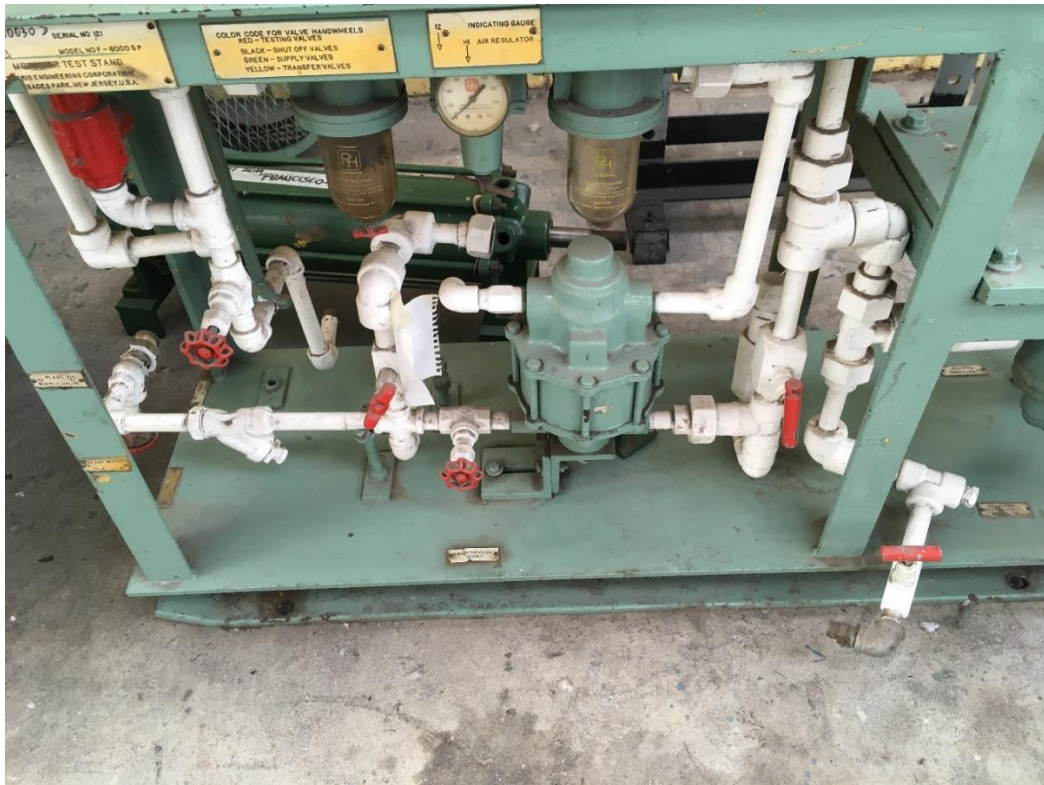
Figure 3 código de colores válvulas de operación

*elaboración propia.*



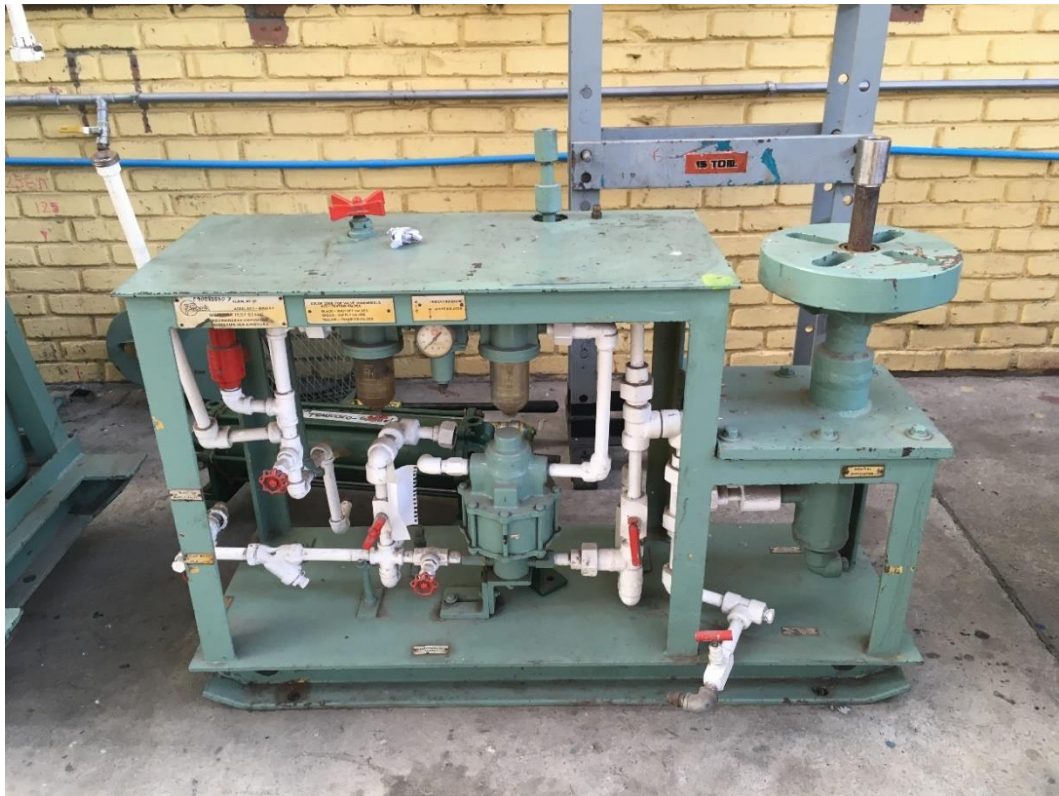
*Figure 4 FRL de banco de pruebas*

*elaboración propia.*



*Figure 5 bomba paletas desplazamiento positivo*

*elaboracion propia.*



*Figure 6 banco de pruebas farris serie 6000*

*elaboración propia.*



*Figure 7 acumulador de aire para pruebas de psv.*

*elaboración propia*

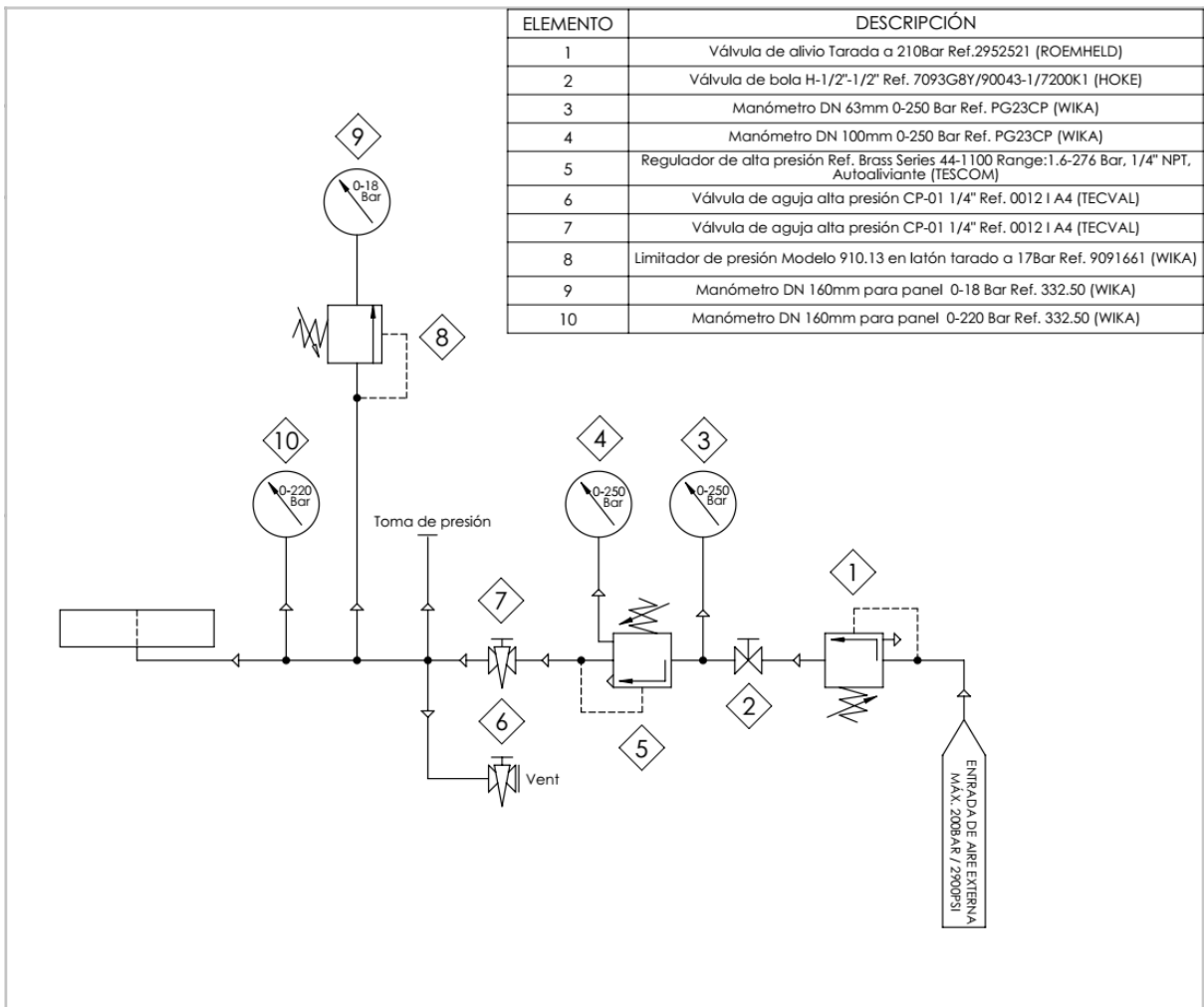
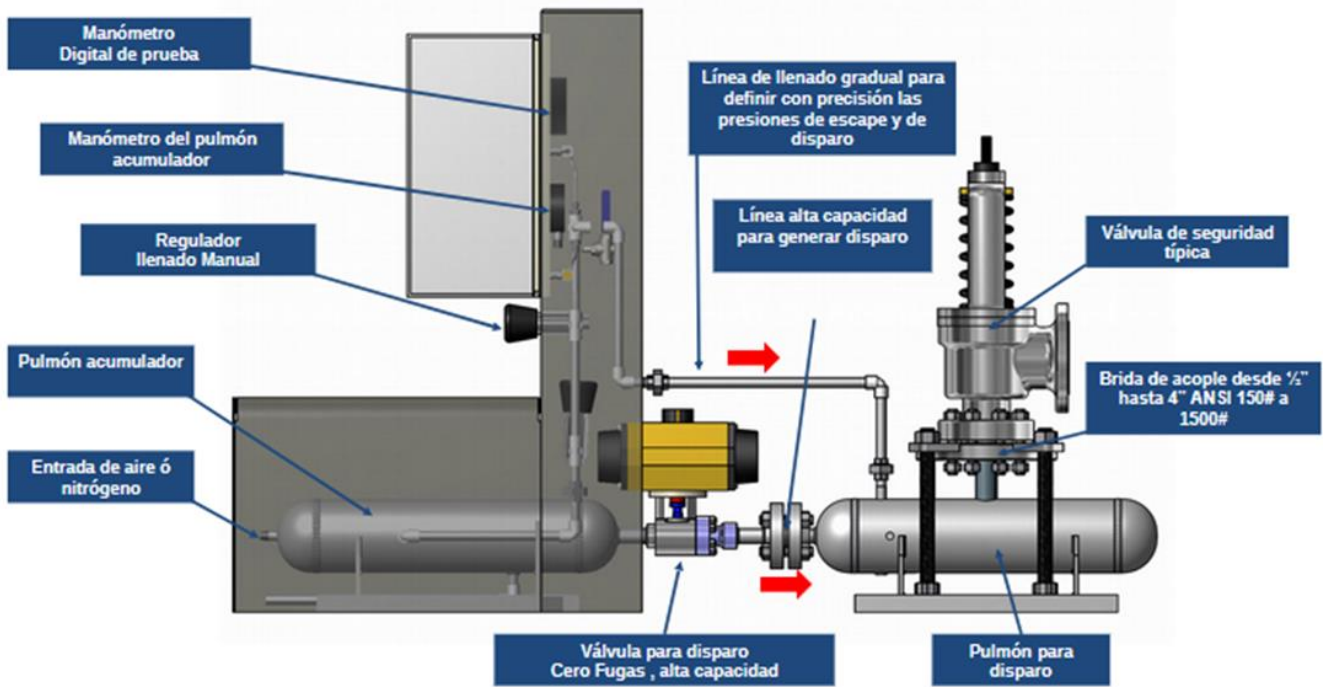


Ilustración 1

# Safety Valve Inspection Report

|                 |            |         |            |
|-----------------|------------|---------|------------|
| Certificate no. | 4470       | Job no. | 4448       |
| Date            | 11-01-2020 | Client  | LINDE CHBB |

## Valve data

|                     |                         |                  |           |
|---------------------|-------------------------|------------------|-----------|
| Set pressure (cold) | 53.6 kg/cm <sup>2</sup> | Size             | 3" x 4"   |
| Tag. No.            | 08-PSV-862 (LINDEB-01)  | Rating           | 600 x 150 |
| Serial No.          | 04-06181                | Nozzle / Orifice | K         |
| Manufacturer        | CROSBY                  | Fluid            |           |
| Type / Model        | HSJ 46 C                |                  |           |

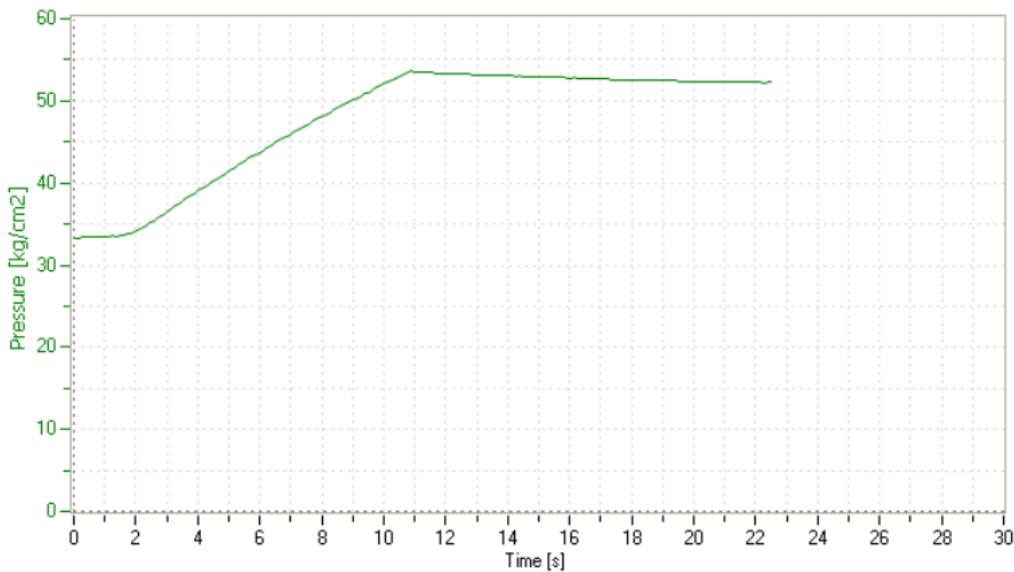
## Test data

### Set pressure test

|                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| Found set pressure | 53.6 kg/cm <sup>2</sup>  |
| Reseat pressure    | 52.2 kg/cm <sup>2</sup>  |
| Result             | Pasó                     |
| Test method        | ASME SECCION I - API 527 |

### Seat tightness test

|               |                         |
|---------------|-------------------------|
| Leakage       | 0 Burbujas/min.         |
| Test pressure | 51.6 kg/cm <sup>2</sup> |
| Result        | Pasó                    |



|           |                |
|-----------|----------------|
| Tested by |                |
| Name      | CRISTOFER HULE |
| Date      |                |
| Signature |                |

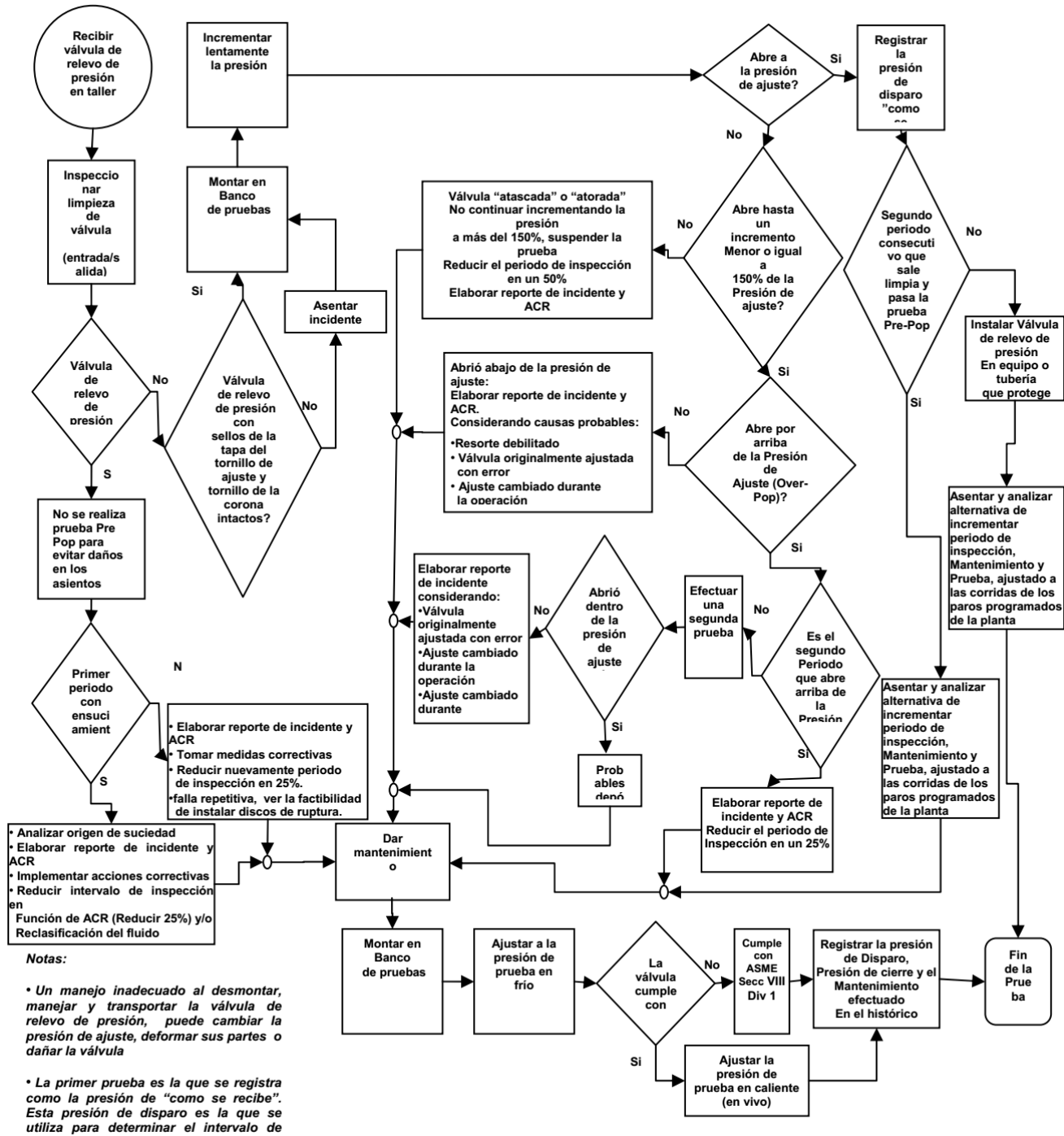
|              |                   |
|--------------|-------------------|
| Inspected by | RECVAIL LTDA      |
| Name         | JOSE FUENTES LUNA |
| Date         | 11-01-2020        |
| Signature    |                   |

### OBSERVACIONES:

1. Durante disparo de peritaje válvula abrió a 2.0 Kg/cm<sup>2</sup> y cierre a 0 Kg/cm<sup>2</sup>. Blow Down 100%.
2. Se realizó peritaje de prueba de hermeticidad a 2.7 Kg/cm<sup>2</sup>, con fuga permanente de 598 gotas/minuto.
3. Válvula con apertura de peritaje fuera de Norma ASME SECCION I, y prueba de hermeticidad fuera de Norma API 527.
4. Válvula se ajustó según requerimientos del Cliente a 53.6 Kg/cm<sup>2</sup> y cierre a 52.2 Kg/cm<sup>2</sup>, según Norma ASME SECCION I permaneciendo totalmente hermética posterior al disparo. Blow Down 2.6%.
5. Se realizó prueba de hermeticidad a 51.6 Kg/cm<sup>2</sup>, sin detectar fugas, según Norma API 527.

Figure 8 certificado emitido por banco de pruebas PSV automatizado.

Prueba de las válvulas de relevo de presión en frío "como se recibe" (Pre-Pop)



<sup>18</sup> Instructivo para la inspección, mantenimiento y prueba de válvulas de relevo de presión en petróleos mexicanos y organismos subsidiarios 04/04/2008 pág. 40.

*Gentileza taller de mantenimiento Enap refineras Bio Bio.*

# Formato de Acta de Pruebas

## Certificado de Inspección, Mantenimiento y Prueba de Válvulas de Relevo de Presión

|                  |  |
|------------------|--|
| Fecha de Prueba: |  |
| N° Certificado:  |  |
| N° Orden SAP:    |  |

Centro de Trabajo: \_\_\_\_\_

Planta: \_\_\_\_\_

|                         |                           |                         |                   |                      |                    |
|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|
| <b>ID de la Válvula</b> | <b>ID Equipo/Circuito</b> | <b>Fabricante</b>       | <b>Servicio</b>   | <b>Tipo / Modelo</b> | <b>N° de Serie</b> |
| <b>Brida de Entrada</b> | <b>Brida de Salida</b>    | <b>Capacidad</b>        | <b>Materiales</b> |                      |                    |
| Tamaño:      Pulg.      | Tamaño:      Pulg.        | Gas:              SCFM  | Cuerpo:           |                      |                    |
| Clase:          #       | Clase:          #         | Vap. Sat.        Lb/hr  | Bonete:           |                      |                    |
| Tipo:                   | Tipo:                     | Liq.                GPM | Trim:             |                      |                    |

|                                       |  |  |
|---------------------------------------|--|--|
| <b>Periodo de Inspección:</b> Campo:  |  | <b>Información del Resorte</b>               |
| <b>Periodo de Inspección:</b> Taller: |  | N° Resorte:                                  |
|                                       |  | Material:                                    |
|                                       |  | <b>Rango de Presión</b>                      |
|                                       |  | De:                      psi                 |
|                                       |  | A:                        psi                |
|                                       |  | <b>Rango de Temperatura</b>                  |
|                                       |  | De:                      °F                  |
|                                       |  | A:                        °F                 |
|                                       |  | <b>Orificio</b>                              |
|                                       |  | Area:                      pulg <sup>2</sup> |
|                                       |  | Designación:                                 |
|                                       |  | <b>Fuelle</b>                                |
|                                       |  | Material:                                    |
|                                       |  | <b>O-Ring</b>                                |
|                                       |  | Material:                                    |

| Ajuste de la Válvula          |     |
|-------------------------------|-----|
| Presión de ajuste en frío     | psi |
| Presión de ajuste en caliente | psi |
| Contrapresión                 | psi |
| Temp. Operación               | *F  |
| Presión de Operación          | psi |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Inspección visual "como se recibe"</b> | <b>Prueba "como se recibe" (Pre-Pop)</b> | <b>Observaciones inspección "como se recibe"</b>   |
| <b>Depósitos en:</b>                      | Medio de prueba:                         | No se efectuó prueba por estar extremadamente sucia la válvula<br>Reducir periodo de inspección y tomar medidas correctivas<br>Abrió a la presión de ajuste<br>Registrar presión de disparo "como se recibe"<br>Válvula atascada o atorada<br>Reducir periodo de inspección 50%<br>Abrió arriba de la presión de ajuste<br>1a vez<br>2a vez<br>Efectuar 2a prueba<br>Reducir periodo de inspección 25% |
| Boquilla                                  | Abrió                      psi           |  |
| Cuerpo Entrada                            | Cerró                      psi           |  |
| Cuerpo Salida                             | <b>Pre-Pop Aprobada</b>                  |  |
| Bonete                                    |  |  |
| N/A                                       |  |  |
| Ninguno                                   |  |  |
| Ligero                                    |  |  |
| Medio                                     |  |  |
| Denso                                     |  |  |

**Nota: La primer prueba es la que se registra como la presión de "como se recibe". Esta presión de disparo es la que se utiliza para determinar el periodo de inspección**

Observaciones prueba "como se recibe" (pre-pop) (ver flujograma pre-pop, anexo 2)

| Mantenimiento de la válvula de relevo de presión   |    |    |  |
|--|----|----|--|
| La válvula fue desmantelada para dar mantenimiento | Si | No |  |
| El disco se encontró pegado (atorado)              | Si | No |  |

| Se encontró corrosión en: |        |        |                |               |       |      |          |         |         |         |      |
|---------------------------|--------|--------|----------------|---------------|-------|------|----------|---------|---------|---------|------|
|                           | Bonete | Fuelle | Cuerpo Entrada | Cuerpo Salida | Disco | Gula | Boquilla | Asiento | Resorte | Vástago | Otro |
| N/A                       |        |        |                |               |       |      |          |         |         |         |      |
| Ninguna                   |        |        |                |               |       |      |          |         |         |         |      |
| Ligera                    |        |        |                |               |       |      |          |         |         |         |      |
| Medio                     |        |        |                |               |       |      |          |         |         |         |      |
| Densa                     |        |        |                |               |       |      |          |         |         |         |      |

| Prueba de la presión de ajuste |     |
|--------------------------------|-----|
| Medio de prueba:               |     |
| Abrió                          | psi |
| Cerró                          | psi |
| Prueba de hermeticidad         | psi |

| Observaciones del mantenimiento |
|---------------------------------|
|                                 |

Notas: El resorte en una válvula de relevo de presión no debe ser ajustado para cualquier presión de mas del 5% arriba o debajo de la presión de ajuste de la válvula, a menos que el ajuste esté dentro del rango de diseño del resorte establecido por el fabricante de la válvula, o que el fabricante determine que es aceptable. ASME Secc. VIII, Div. 1, UG-126 (c). ASME Secc. I, PG-72.3.

En el caso de autorizarse un cambio de ajuste en una válvula de relevo de presión se debe seguir lo establecido en el párrafo UG-126 ( C ) del Código ASME Secc. VIII Div 1 y los lineamientos establecidos en el procedimiento

| Modificación de la presión de ajuste |
|--------------------------------------|
|                                      |

| Prueba de la presión de ajuste modificada |     |
|---|-----|
| Medio de prueba:                          |     |
| Abrió                                     | psi |
| Cerró                                     | psi |
| Prueba de hermeticidad                    | psi |

| Observaciones del cambio de la presión de ajuste |
|--|
|  |

|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| Persona que ordenó el cambio: | Firma: |
|-------------------------------|--------|

|   |
|---|
| N° de oficio Administración de Cambios: |
|---|

| Tolerancia de la presión de ajuste (ASME Secc. VIII Div 1, UG-134) |                                      |
|--|--------------------------------------|
| Rango de presión de ajuste   | Tolerancia                           |
| ≤ 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 %                                |

| Tolerancia de la presión de ajuste (ASME Secc. I, PG-72.2) |                                      |
|--|--------------------------------------|
| Rango de presión de ajuste                                 | Tolerancia                           |
| ≤ 70 psi (≤ 5 Kg/cm <sup>2</sup> )                         | ± 2 psi (± 0.14 Kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 70 ≤ 300 psi (5 ≤ 21 Kg/cm <sup>2</sup> )                  | ± 3 %                                |
| 300 ≤ 1000 psi (21 ≤ 70 Kg/cm <sup>2</sup> )               | ± 10 psi (± 0.7 Kg/cm <sup>2</sup> ) |
| > 1000 psi (± 70 Kg/cm <sup>2</sup> )                      | ± 1 %                                |

| Ajuste de la presión de prueba en frío (CTDP)  |
|--|
| Corrección por temperatura: Cuando el ajuste es a temperatura ambiente, la presión de prueba en frío (CDTP) debe ser corregida utilizando los factores de corrección proporcionados por el fabricante  |
| Corrección por contrapresión: Las válvulas convencionales que operan bajo contrapresión constante, deben ser ajustadas de manera que la presión de prueba sea igual a la presión de ajuste menos la contrapresión esperada.<br>Ejemplo: Presión de ajuste = 100 psi. Contrapresión constante = 10 psi; Presión de prueba en frío (CDTP) = 90 psi |
| CTDP = Cold Test Differential Pressure   |

Ing. Especialista de Mantenimiento  
Nombre y firma

Ing. Especialista de Inspección Técnica  
Nombre y firma

Ing. Especialista de Operación  
Nombre y firma

## Formato de acta de pruebas

<sup>19</sup> Instructivo para la inspección, mantenimiento y prueba de válvulas de relevo de presión en petróleos mexicanos y organismos subsidiarios 04/04/2008 pág 41

<sup>20</sup> Instructivo para la inspección, mantenimiento y prueba de válvulas de relevo de presión en petróleos mexicanos y organismos subsidiarios 04/04/2008 pág 42

