

Guía Práctica para la Evaluación de la Integridad de los Sistemas de Alivio en Refinerías Existentes

Autores: Alberto J. Baumeister (alberto.baumeister@inelectra.com) y Sebastiano Giardinella (sebastiano.giardinella@inelectra.com) – INELECTRA PANAMA, S.A.

SINOPSIS

A medida que envejecen las refinerías, cambios en productos manejados y condiciones de operación o remodelaciones pueden generar nuevos riesgos para los cuales sus sistemas de alivio son inadecuados, por lo que éstos deben verificarse regularmente para asegurar la protección apropiada de la planta, del personal y del ambiente. Estas revisiones deben programarse y realizarse de forma costo-efectiva.

Se presentan, mediante experiencias reales, problemas frecuentes encontrados en sistemas de alivio de refinerías existentes con sus causas comunes, técnicas para identificarlos y opciones para solucionarlos, así como recomendaciones básicas para ayudar a la Gerencia de la Refinería a identificar el potencial de fallo de las válvulas de alivio, y planificar revisiones de integridad de los equipos.

Los casos discutidos comprenden: válvulas de alivio en torres atmosféricas y de vacío inutilizadas y cargas de alivio que superan la capacidad de los sistemas de antorcha, sistemas bajo riesgo luego del reemplazo de equipos rotativos, válvulas de alivio y líneas en ubicaciones inadecuadas, válvulas de alivio con presiones de ajuste inadecuadas por su ubicación o condiciones de operación y problemas ocasionados por una combinación inapropiada de sistemas de antorcha, entre otros.

Del presente trabajo se concluye que: 1) las deficiencias en los sistemas de alivio comprenden: carencia, subdimensionamiento o instalación inapropiada de dispositivos de alivio, entre otras; 2) la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos de América (OSHA) establece una metodología que comprende recopilación de información y análisis de riesgos de procesos para validar la integridad de los sistemas; 3) se puede verificar la integridad de equipos mediante recopilación de documentos de planta, relevamiento en campo, definición y modelado de escenarios de sobrepresión; 4) los problemas de los sistemas de alivio se pueden solucionar mediante: modificación, reemplazo o adición de elementos, o incremento de la confiabilidad de los sistemas de seguridad; y 5) algunos consejos prácticos para mantener sistemas de alivio sin problemas son: estar consciente del riesgo, mantener inventarios actualizados de válvulas de alivio, actualizar los sumarios de cargas de alivio y perfiles de contrapresión, ir de un modelo simple a uno complejo, considerar contratar a terceros, aprovechar los beneficios de mantener los sistemas de alivio validados, y evaluar varias soluciones para un problema.

INTRODUCCION

Los sistemas de alivio son la última línea de defensa de las instalaciones, una vez que todas las demás protecciones (sistemas de control, procedimientos operacionales) han fallado. Verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de alivio, y su capacidad para resguardar la integridad de los equipos, se hace importante a medida que las refinerías incrementan sus capacidades para ajustarse a nuevos requerimientos de mercado o a estrategias propias del negocio, o pasan por remodelaciones orientadas a extender la vida útil de la planta o enfrentar nuevas realidades, como cada vez más estrictas normativas ambientales.

La importancia primordial de revisar los sistemas de alivio de presión queda manifiesta por el hecho de que en el pasado aproximadamente el 30% de las pérdidas de la industria de procesos pudieron atribuirse al menos parcialmente a sistemas de alivio deficientes [1]. Más aún, en una auditoría realizada por una firma independiente a más de 250 unidades operativas en los Estados Unidos, se determinó que más del 40% de los equipos poseían al menos una deficiencia relacionada con los sistemas de alivio [2].

Como la probabilidad de fallo en los sistemas de alivio es un riesgo real de las instalaciones, corresponde a la Gerencia de la Refinería desarrollar estrategias que permitan afrontarlo de forma efectiva y eficiente en costo. En razón de lo anterior, se presentan problemas comúnmente encontrados en sistemas de alivio de refinerías existentes junto con sus causas, mostrar una metodología ordenada y efectiva para identificarlos, y

abarcando algunas de las diversas opciones disponibles para solucionarlas. Adicionalmente, se extraen consejos prácticos aplicables para mantener sistemas de alivio libres de problemas.

Para ilustrar los problemas potenciales en las refinerías, se exponen algunos casos reales que abarcan distintos tipos de deficiencias en los sistemas de alivio.

Los conceptos, metodología y consejos expuestos en este trabajo son extrapolables a la industria química, de petróleo y gas en general.

PROBLEMAS COMUNES EN LOS SISTEMAS DE ALIVIO EXISTENTES

Problemas comunes y causas

Dentro de los problemas encontrados en sistemas de alivio existentes, se destaca la falta de protección de equipos frente a escenarios potenciales de sobrepresión y el funcionamiento defectuoso de elementos del sistema de alivio. Estos problemas tienen su origen generalmente en deficiencias o faltas en la aplicación de las Normas o Códigos de seguridad.

Berwanger y otros [2] definen las deficiencias en los sistemas de alivio con respecto a la regulación OSHA (Occupational Safety and Health Administration de los Estados Unidos de América) 29CFR1910.119 [3]; concretamente como incumplimientos de las “buenas prácticas de ingeniería reconocidas y generalmente aceptadas”, reflejadas en las Normas API RP 520 I, RP 520 II y RP 521. Berwanger y otros clasifican estas deficiencias en tres tipos:

1. Carencia de un dispositivo de alivio en un equipo con uno o más escenarios potenciales de sobrepresión,
2. Dispositivo de alivio subdimensionado presente en un equipo con uno o más escenarios potenciales de sobrepresión, y
3. Dispositivo de alivio instalado inapropiadamente.

El primer tipo de deficiencia se refiere a carencia de protección para escenarios de sobrepresión, el segundo tipo se refiere a dispositivos de alivio con capacidad insuficiente para manejar la carga de alivio requerida, y el tercero comprende dispositivos de alivio con presiones de ajuste incorrectas, con posibilidad de bloqueo que inhabilita su protección o con problemas hidráulicos. Adicionalmente, Berwanger y otros incluyen otras deficiencias menos frecuentes (radiación excesiva en la antorcha, separación inadecuada en el KOD – separador de líquidos, etc.) dentro de la categoría de misceláneos.

En un análisis estadístico realizado por Berwanger y otros a 272 unidades de procesos en Estados Unidos, que involucró 24.303 equipos (excluyendo bombas centrífugas) y 14.873 dispositivos de alivio de presión, se observó que:

- 15,1% de las instalaciones carecían de dispositivos de alivio en equipos con uno o más escenarios potenciales de sobrepresión,
- 8,6% de los dispositivos de alivio de presión estaban subdimensionados, y
- 22% de los dispositivos de alivio de presión fueron instalados inapropiadamente [2].

Las deficiencias mencionadas anteriormente, así como sus subcategorías, se pueden visualizar en el árbol de problemas de la Figura 1.

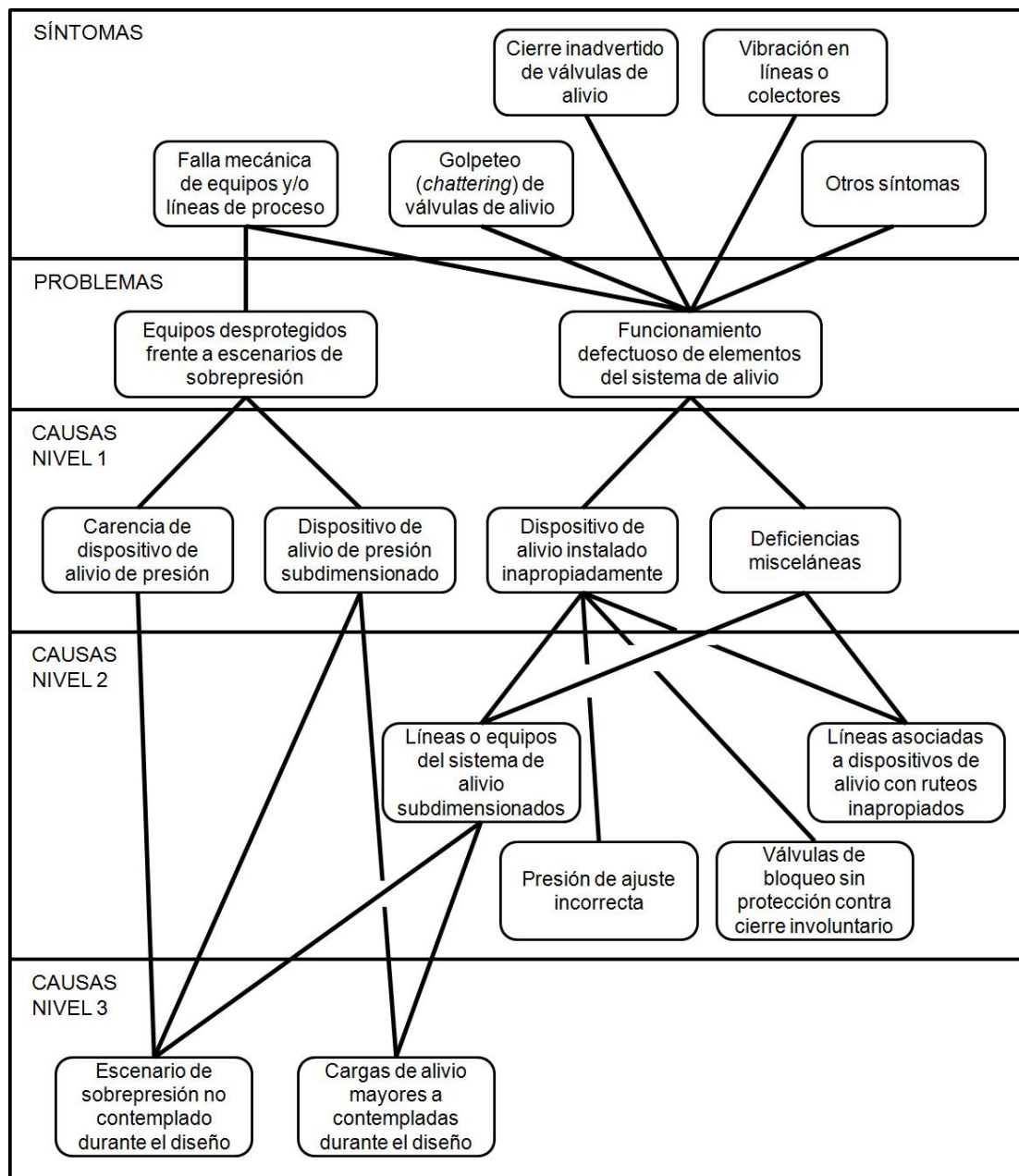


Figura 1. Árbol de problemas en los sistemas de alivio

Identificación de los posibles problemas

Existen métodos de trabajo que permiten detectar los problemas potenciales en sistemas de alivio antes de que se manifiesten sus síntomas (y por consiguiente, antes de que se produzcan pérdidas materiales, humanas o se afecte al medio ambiente).

La regulación OSHA 29CFR1910.119 se fundamenta sobre las auditorías de seguridad, mediante técnicas como los análisis de riesgo de procesos realizados a intervalos regulares, para identificar tempranamente las deficiencias de seguridad de las instalaciones de procesos que manejan fluidos peligrosos y/o inflamables. La metodología de trabajo que establece la regulación para identificar los riesgos a la seguridad comprende dos pasos básicos [3]:

1. Recopilación de información de seguridad del proceso, que comprende:

- Información relacionada a los peligros de los químicos en el proceso (toxicidad, límites de exposición, propiedades físicas, datos de reactividad, corrosividad, estabilidad térmica y química, efectos peligrosos de mezcla inadvertida de materiales),
 - Información relacionada a la tecnología del proceso (diagrama de bloques o de flujo de procesos, química del proceso, inventario máximo estimado, límites seguros inferiores y superiores de temperaturas, presiones, flujos y composiciones, evaluación de consecuencias de las desviaciones), e
 - Información relacionada a los equipos en el proceso (materiales de construcción, diagramas de cañerías e instrumentación, clasificación eléctrica, diseño y bases de diseño del sistema de alivio, diseño del sistema de ventilación, estándares y códigos de diseño utilizados, balances de materia y energía, sistemas de seguridad). Como parte de esta información, el “empleador debe documentar que el equipo cumple con buenas prácticas de ingeniería reconocidas y generalmente aceptadas” [3].
2. Análisis de Riesgos de Procesos, que puede ser del tipo: What-If, Lista de Verificación, What-if con Lista de Verificación, Estudio de Riesgos y Operabilidad (HAZOP), Análisis de Modo de Falla y Efectos (FMEA), Análisis de Árbol de Fallas o cualquier metodología equivalente.

Documentar que los equipos de la planta cumplen con las “buenas prácticas de ingeniería reconocidas y generalmente aceptadas” significa verificar que los equipos estén protegidos contra potenciales escenarios de sobrepresión, de acuerdo a Normas o Estándares de ingeniería aceptados, como por ejemplo las Normas API STD 520 I, II y STD 521. Esta verificación se puede realizar mediante los siguientes pasos:

1. Recopilación de documentos de la planta: comprende la obtención y clasificación de los documentos de la planta existente: diagramas de flujo de procesos, balances de materia y energía, composiciones, hojas de datos de equipos e instrumentos, diagramas de cañerías e instrumentación, hojas de datos de válvulas de alivio, sumarios de cargas de alivio, isométricos de líneas de alivio, entre otros.
2. Relevamiento en campo: consiste en inspeccionar en campo el estado de los dispositivos de alivio de presión; esto permite no sólo verificar que los mismos se encuentren libres de desperfectos mecánicos, sino además corroborar la información presente en los documentos de la planta, actualizarla o completarla. Otros puntos de interés durante el relevamiento en campo son la presencia de bolsones, fugas, congelamiento u otros problemas en las líneas o colectores de alivio.
3. Identificación de los posibles escenarios de sobrepresión: involucra la revisión de los diagramas de cañerías e instrumentación, junto con un análisis de contingencias para detectar los escenarios posibles para cada equipo o sistema de la planta.
4. Modelado de escenarios de sobrepresión: comprende cálculos o simulaciones de los escenarios de sobrepresión a los que están sujetos los equipos de la planta. Las fases del modelado de los sistemas típicamente comprenden:
 - a. Cálculo de la carga de alivio para cada escenario de sobrepresión.
 - b. Determinación del área requerida del dispositivo de alivio para cada escenario de sobrepresión.
 - c. Simulación hidráulica de las líneas de alivio.
 - d. Verificación de la separación lograda en el separador de líquidos de antorcha.
 - e. Cálculos de radiación, dispersión y niveles de ruido en la antorcha o venteo final.

El modelado de los escenarios se puede realizar de distintas formas, ya sea mediante cálculos a mano usando correlaciones mostradas en las Normas, o utilizando simuladores de sistemas de alivio en estado estacionario o simuladores dinámicos.

Una vez que se ha realizado el modelado de los escenarios de sobrepresión, se pueden identificar las deficiencias:

1. Carencia de dispositivo de alivio de presión: cuando se identifica al menos un escenario de sobrepresión posible en un equipo o sistema y no hay dispositivos de alivio de presión instalados.
2. Dispositivo de alivio de presión subdimensionado: cuando el área requerida de un dispositivo de alivio excede al área instalada para al menos un escenario de sobrepresión.
3. Dispositivo de alivio instalado inapropiadamente: cuando se detecta una presión de ajuste inadecuada, una contrapresión por encima de la permisible para el tipo de válvula de alivio, pérdidas de fricción por encima de las tolerables según las Normas, o cuando se identifica la carencia de protecciones contra el cierre involuntario de las válvulas de bloqueo en las líneas de alivio.
4. Deficiencias misceláneas: comprenden problemas diversos como velocidades excesivas en líneas, presencia de bolsones en líneas de alivio, separación inadecuada en el separador de antorcha, o niveles de radiación, dispersión o ruido que exceden a las Normas.

Posibles soluciones

Existen diversas soluciones para cada tipo de problema encontrado en los sistemas de alivio. Las mismas se pueden clasificar en: modificación de componentes existentes, reemplazo de componentes existentes, instalación de componentes nuevos e incremento de la confiabilidad de los sistemas de seguridad.

La modificación de componentes existentes comprende cambios efectuados a elementos instalados sin requerir su reemplazo. Algunos ejemplos de este tipo de solución comprenden:

1. Recalibración de la válvula de alivio: se puede modificar la presión de ajuste (solución al problema de presión de ajuste incorrecta), o la presión de cierre, *blowdown* (solución al problema de pérdidas de fricción elevadas en la línea de entrada).
2. Adición de candados a válvulas de bloqueo en líneas de alivio (evita los cierres inadvertidos).

El reemplazo de componentes existentes consiste en sustituir elementos inapropiados del sistema de alivio por otros adecuados. Algunos ejemplos comprenden:

1. Reemplazo de la válvula de alivio: se puede sustituir por una de mayor área (solución al problema de dispositivo de alivio subdimensionado) o una de un tipo distinto (solución al problema de contrapresión elevada).
2. Reemplazo de líneas de alivio: puede reemplazarse un tramo o la totalidad de una línea de alivio para solucionar los problemas de presencia de bolsones, pérdidas de fricción excesivas en líneas de entrada, que superen lo permitido por el código (de 3% de la presión de ajuste), contrapresión excesiva o velocidades elevadas, entre otros.

La instalación de componentes nuevos involucra la adición de elementos del sistema de alivio no incluidos o considerados en el diseño original, por ejemplo:

1. Instalación de válvulas de alivio nuevas para equipos inicialmente desprotegidos, o como válvulas suplementarias a equipos con válvulas de alivio subdimensionadas.
2. Instalación de colectores, separadores o antorchas adicionales.

El incremento de la confiabilidad de los sistemas de seguridad se hace típicamente mediante la implementación de sistemas de protección de alta integridad (HIPS), u otros similares, que consiste en la instalación de sistemas de seguridad redundantes que permiten reducir las cargas de alivio. Este tipo de sistemas se implementa como alternativa económica a la instalación de dispositivos, colectores de alivio o antorchas adicionales.

EJEMPLOS DE LA VIDA REAL

A continuación se presentan casos de la vida real que ejemplifican algunas de las deficiencias típicas que se pueden encontrar en los sistemas de alivio de presión de refinerías existentes.

Deficiencia 1. Carencia de un dispositivo de alivio en un equipo con uno o más escenarios posibles de sobrepresión

Caso 1: Escenario de sobrepresión nuevo luego de reemplazo de bomba: una bomba centrífuga que presentaba fallas fue reemplazada rápidamente por otra de cabeza mayor, sin tomar en consideración la MPAP (máxima presión acumulada permisible) del sistema aguas abajo. Como el sistema aguas abajo estaba diseñado para la presión de cierre de la bomba anterior, al instalar una de mayor cabeza, y por ende mayor presión de cierre, el sistema quedó desprotegido ante una eventual salida bloqueada. Se recomendó la instalación de una válvula de alivio adicional a la descarga de la bomba.

Deficiencia 2. Dispositivo de alivio subdimensionado presente en un equipo con uno o más escenarios potenciales de sobrepresión

Caso 2: Área requerida insuficiente luego de cambio en la composición de la corriente: un desalador que fue diseñado originalmente para procesar un crudo de 11 °API estaba protegido contra salida bloqueada por medio de una válvula de alivio ubicada en la salida de crudo. Luego de varios años, la refinería empezó a procesar un crudo diluido de 16 °API. A pesar de que los flujos no variaban en gran medida con los flujos originales, al manejar un crudo más liviano se encontró que existía el riesgo de vaporización parcial en la válvula de alivio, por lo que la válvula, en vez de ser evaluada como una válvula de líquido, se evaluó como una válvula de servicio bifásico, según la sección C.2.3 del API STD 520 I [4]. La formación de vapor en la válvula le restó capacidad a la misma hasta que se hizo insuficiente para manejar la carga de alivio. Se recomendó reemplazar la válvula de alivio por una de mayor área, y se verificó que la capacidad adicional de la válvula no afectara la línea de descarga.

Deficiencia 3. Dispositivo de alivio instalado inapropiadamente

Caso 3: Contrapresión excesiva por modificaciones en la línea de descarga: las descargas de las válvulas de alivio de una torre de vacío que originalmente estaban orientadas a la atmósfera fueron luego redirigidas a un colector de antorcha para cumplir con nuevas legislaciones ambientales, tal como se aprecia en la Figura 2; sin embargo, las válvulas de alivio originales, que eran de tipo convencional, fueron dejadas en su lugar. Tal como se esperaba, al hacer el cálculo hidráulico de la línea de descarga de las válvulas de alivio, se determinó que la contrapresión excedía a la permisible, haciendo que la presión real de abertura de las mismas fuera mayor que la MPAP de la torre. Se recomendó el reemplazo de las válvulas por otras de tipo balanceado.

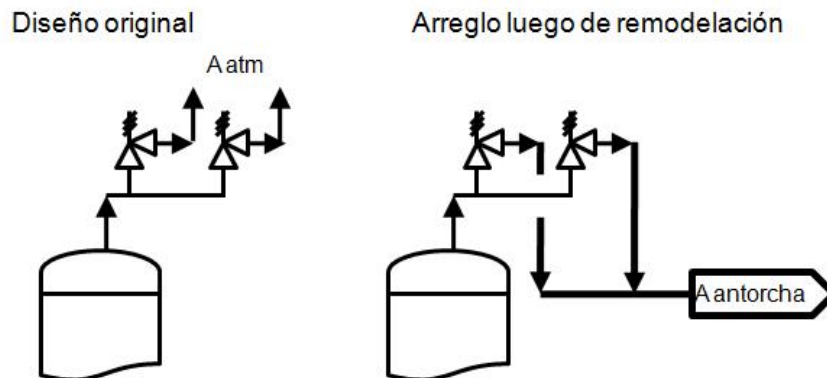


Figura 2. Modificación en la línea de descarga de válvulas de una columna de vacío

Caso 4: Escenario de sobrepresión adicional y riesgo de recalentamiento por lugar de descarga inadecuado: la válvula de alivio a la descarga del compresor recíprocante del tope de una columna fue redirigida durante

la construcción desde el colector del alivio, como estaba originalmente dibujada en los planos, hacia la succión del compresor. A pesar de que el arreglo protegía al sistema aguas abajo del compresor, podía generar una salida bloqueada adicional en el sistema aguas arriba, como se puede apreciar en la Figura 3, y adicionalmente creaba el riesgo de sobrecalentamiento del compresor. Se recomendó redirigir la descarga de las PSVs al colector de alivio, tal como estaba en los planos originales.

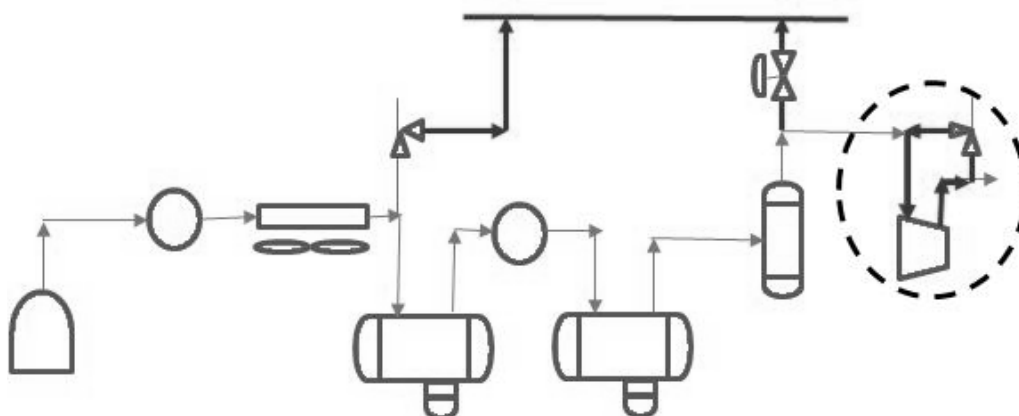


Figura 3. Sistema de tope de una columna de vacío con válvula de alivio descargando a la succión de un compresor

Caso 5: Presión de ajuste incorrecta debido a diferencial de presión estático: en un recipiente empacado de líquido, la presión de ajuste de su válvula de alivio se dejó igual a su MPAP; sin embargo, la válvula de alivio luego se ubicó sobre la grada, a varios metros sobre la línea tangente superior del recipiente. Al considerar el diferencial de presión estático, la presión acumulada en el recipiente excedería la presión máxima permisible antes de que la válvula abriera. Se solucionó el problema restándole el diferencial de presión estático a la presión de ajuste de la válvula de alivio.

Caso 6: Presión de ajuste incorrecta debido a mayor temperatura de operación: la temperatura de operación de una sección de proceso fue incrementada para manejar un producto más pesado, y no se prestó atención a las presiones de ajuste de las válvulas de alivio. Como resultado del incremento de la temperatura, el MPAP de los equipos se reduce. Las presiones de ajuste fueron modificadas para tomar en cuenta la reducción en la MPAP.

Caso 7: Riesgo de bloqueo en la línea de entrada a la válvula de alivio: el bloqueo de la línea de entrada a la válvula de alivio se puede dar por varios motivos; entre los más comunes se encuentran la carencia de medidas para evitar el cierre inadvertido de válvulas de bloqueo en la línea (Figura 4) y la instalación de la válvula de alivio por encima del separador de niebla en recipientes (Figura 5). Ambas deficiencias se pueden identificar directamente en los diagramas de cañerías e instrumentación.

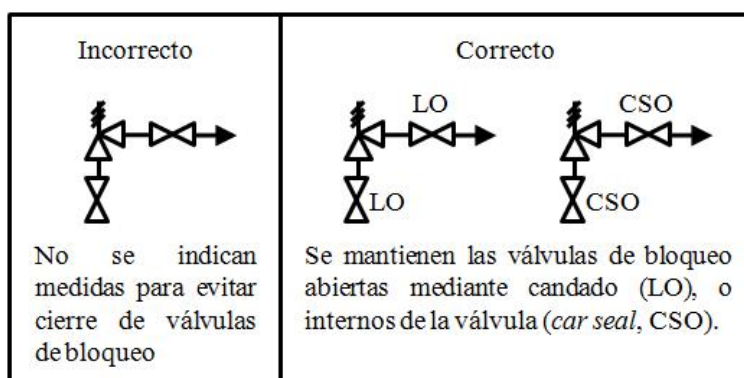


Figura 4. Protecciones contra cierre involuntario de las válvulas de bloqueo en líneas de alivio

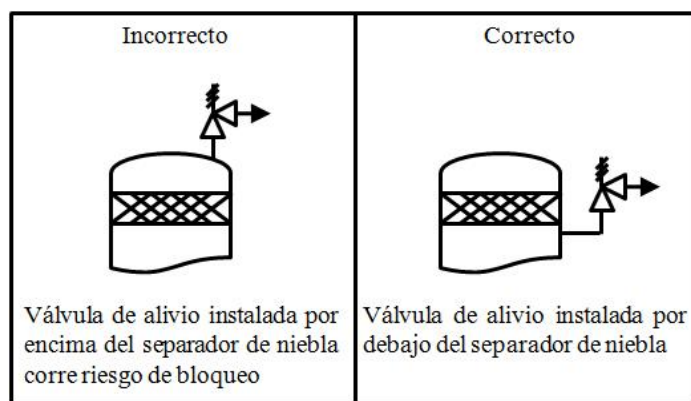


Figura 5. Válvulas de alivio ubicadas por encima y por debajo del separador de niebla

Caso 8: Válvulas de alivio instaladas en posiciones inadecuadas: de acuerdo a la Norma API STD 520 II, las líneas de descarga de válvulas de alivio hacia sistemas cerrados deben tener drenaje libre [5]; sin embargo, esto no siempre se cumple en instalaciones existentes. En la Figura 6 se muestran fotos de válvulas de alivio con descargas hacia sistemas cerrados sin drenaje libre.



Figura 6. Válvulas de alivio con descargas a sistema cerrado sin drenaje libre

Deficiencia 4. Misceláneos

Caso 9: Problemas en una red de antorcha existente debido a descargas adicionales: las descargas adicionales de varias válvulas de alivio en los topes de columnas fueron añadidas a una red de antorcha existente después de que las nuevas leyes sobre emisiones ambientales prohibieran dichas descargas hacia la atmósfera. Se realizó un rediseño de toda la red de antorcha de la Refinería, realizando simulaciones dinámicas para determinar el impacto de las descargas adicionales sobre los perfiles de contrapresión de los colectores. Como resultado del estudio, se definieron los puntos de conexión óptimos, así como HIPS requeridos para minimizar el impacto sobre la red existente, y por ende los costos asociados a la remodelación.

Caso 10: Mezcla de descargas ácidas y dulces: durante la remodelación de una sección de los colectores de alivio de una refinería, las descargas de la planta de agua ácida fueron redirigidas temporalmente hacia el colector de alivio dulce; sin embargo, se empezaron a presentar problemas por incremento de contrapresión en el colector, y se encontró la formación de incrustaciones. Tuvo que hacerse una limpieza del colector, y redirigir las descargas a la ubicación original.

Caso 11: Mezcla de descargas a alta y baja presión: las descargas a baja presión de las válvulas de alivio de distintos tambores, las cuales fueron diseñadas por fuego, fueron conectadas al colector de alivios a alta presión más cercano, bajo la premisa de que el fuego era una contingencia aislada para ese sector de la

planta, por lo que no se vería una contrapresión elevada en el colector; sin embargo, se ignoró que dichos recipientes también estaban sujetos a otras contingencias. Cuando se evaluó el caso de falla eléctrica, que también afectaba a las válvulas de alivio mencionadas, se determinó que la contrapresión era muy elevada para el tipo de válvulas instalado, dejando a los equipos desprotegidos.

CONSEJOS PARA MANTENER LOS SISTEMAS DE ALIVIO LIBRES DE PROBLEMAS

Mantener los sistemas de alivio sin problemas, al igual que cualquier equipo o maquinaria, requiere de labor, desde la inspección y mantenimiento frecuente de las válvulas de alivio para verificar que no presenten fallas mecánicas y que estén debidamente calibradas, hasta validar su funcionamiento mediante cálculos con cierta regularidad. A continuación se mencionan algunas prácticas que pueden ayudar a la Gerencia de la Refinería a identificar tempranamente cualquier posible problema que pudiera surgir en el sistema de alivio y prevenirlo, para mantener unas instalaciones íntegras para los equipos, para el personal y para el medio ambiente.

Consejo 1. Esté consciente del riesgo

Las operaciones en una refinería no están exentas de riesgo, y las prácticas de la Administración de Riesgos se ocupan de mantener la exposición al mismo dentro de niveles aceptables, trabajando para reducir la probabilidad de que ocurra algún evento según su impacto, empleando frecuentemente a la herramienta del Mapa de Riesgos. En la Figura 7 se muestra un ejemplo de cómo trabaja la Administración de Riesgos para reducir la probabilidad de que un riesgo de alto impacto ocurra.

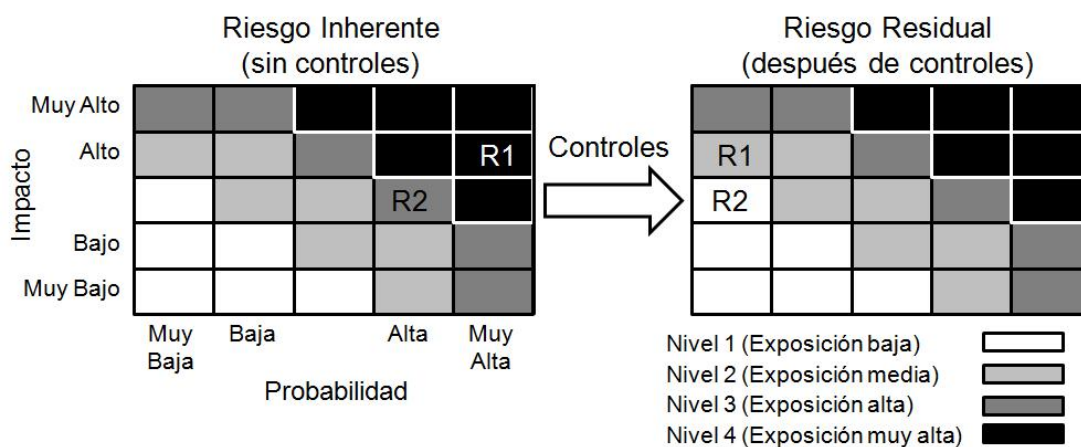


Figura 7. Funcionamiento del Plan de Administración de Riesgos

El Plan de Administración de Riesgos recoge los riesgos inherentes, las medidas para controlarlos, y los mecanismos para hacerle seguimiento. El riesgo de que se produzca una falla en los sistemas de alivio que deje desprotegidos a equipos, personas y ambiente también se debe tener en cuenta.

Algunos factores tienden a incrementar la exposición al riesgo de que ocurra una falla en algún elemento del sistema de alivio. La Figura 8 muestra cualitativamente algunas condiciones que pueden incrementar la probabilidad de que ocurra una falla en un dispositivo de alivio, y otras que incrementan el impacto de tal falla. Si se cumplen varias de las condiciones de la Figura 8, sería recomendable realizar un estudio más detallado, como un ACR, o planificar un estudio de los sistemas de alivio.

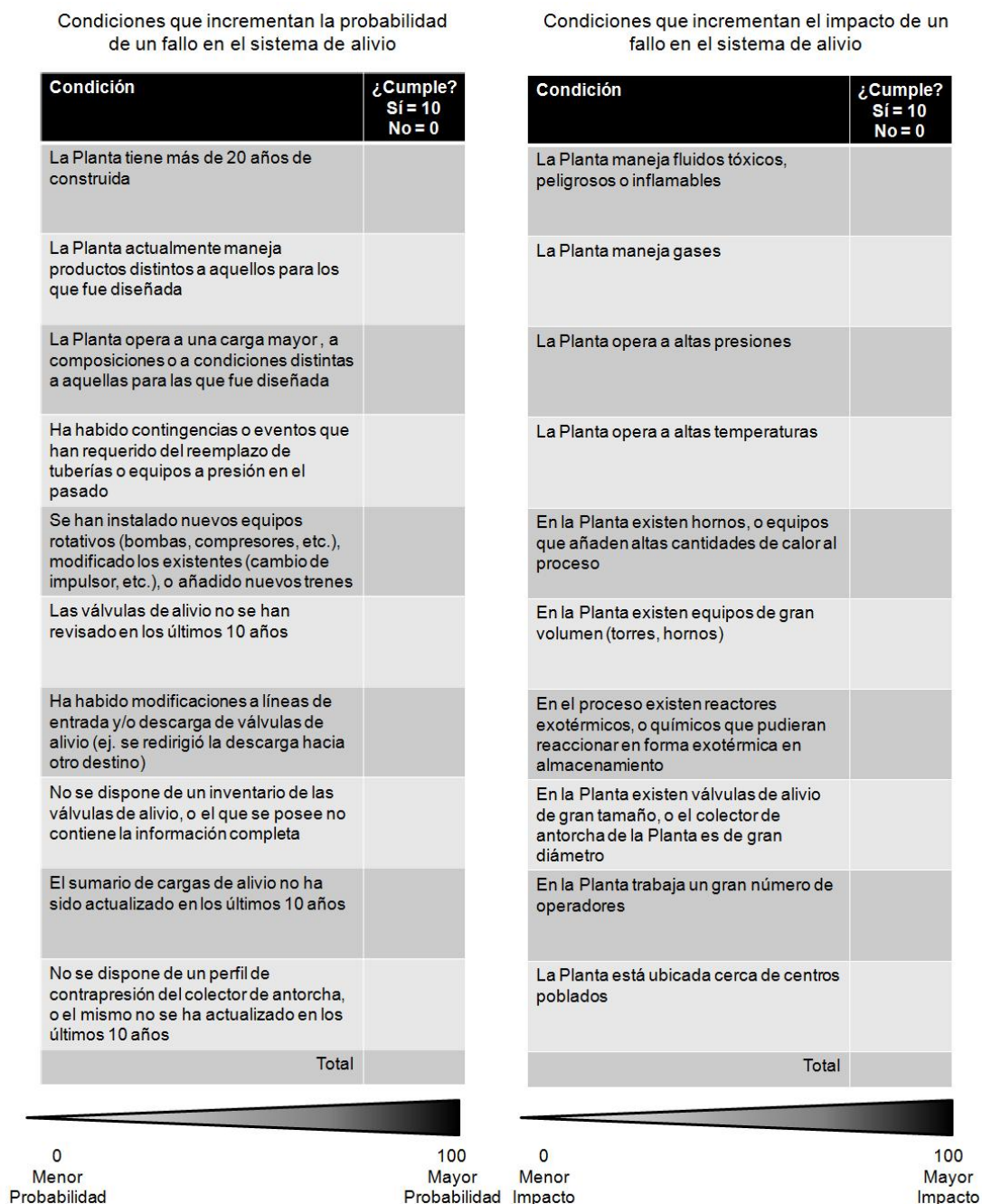


Figura 8. Algunos factores que incrementan la probabilidad y el impacto de fallas en el sistema de alivio

Consejo 2. Mantenga un inventario actualizado de sus válvulas de alivio

A la Gerencia de la Refinería le es de gran importancia mantener un inventario actualizado de sus equipos, y las válvulas de alivio no son una excepción. Mantener un inventario actualizado de las válvulas de alivio permite tener a disposición de la Gerencia la información correspondiente a los dispositivos de seguridad de la Refinería: sus ubicaciones y características, así como la última vez que fueron inspeccionadas o que fueron actualizados sus cálculos. Dicha información permite planificar inspecciones, mantenimientos y estudios; además de facilitar la evaluación de los sistemas de alivio, y determinar cuándo una válvula requiere de reemplazo.

La información deseada a incluir en el inventario, por cada válvula de alivio, es la siguiente:

- No. de identificación (TAG)
- Unidad
- Ubicación
- Lugar de descarga
- Tamaño de conexiones
- Rating de conexiones
- Tamaño de orificio (letra)
- Marca
- Modelo
- Tipo (con/bal/pil)
- Presión de ajuste
- Sobrepresión permitida (%)
- Caso de diseño
- Fecha de instalación
- Fecha de última inspección
- Fecha de últimos cálculos

Consejo 3. Actualice el sumario de cargas de alivio y los perfiles de contrapresión de sus sistemas de antorcha con regularidad

El sumario de cargas de alivio es el documento principal que recopila las descargas de cada válvula o dispositivo de seguridad de la Refinería ante cada contingencia eventual. La importancia del mismo radica en que resume las contingencias ante las que está sujeta cada válvula, y muestra las cargas que manejan los colectores, permitiendo identificar cuáles son las contingencias críticas para el sistema. Un sumario de cargas de alivio actualizado conforme surgen modificaciones en la refinería (como cambio en los productos manejados, reemplazo de equipos o líneas) constituye una herramienta de análisis sobre los riesgos de la refinería, y permite la construcción del modelo hidráulico de las redes de antorcha.

Los perfiles de contrapresión de las redes de antorcha son importantes, ya que permiten identificar cuáles secciones del colector de antorcha manejan mayores cargas ante contingencias generales, y además permiten detectar cuáles válvulas de alivio pudieran presentar problemas por contrapresión alta. El modelo hidráulico de las redes de alivio debe actualizarse con igual regularidad que el sumario de cargas de alivio.

Consejo 4. Vaya de un modelo simple a uno más complejo

El reemplazo de una válvula de alivio o tramos de colector genera costos en materiales, mano de obra, alquiler de equipos de construcción o pérdidas de producción. Dichos costos sólo pueden justificarse una vez que se haya determinado, mediante un modelo complejo y ajustado a la realidad, que se requiere obligatoriamente del reemplazo de componentes del sistema. Sin embargo, desarrollar un modelo complejo para cada una de las válvulas de alivio de la refinería es una labor intensiva en horas hombre, y el costo adicional de generar dicho modelo puede no tener justificación si luego se determina que la mayoría de los componentes funcionan perfectamente.

Para conciliar ambos extremos, una metodología más práctica consiste en revisar los sistemas partiendo de un modelo sencillo con suposiciones conservadoras, y a medida que se vayan encontrando ítems que no cumplan con los parámetros de seguridad bajo dichas suposiciones, ir desarrollando modelos cada vez más complejos para éstos. Este enfoque permite minimizar el tiempo dedicado a aquellos sistemas sin inconvenientes, para concentrarse en aquellos que pudieran presentar problemas. En la Figura 9 se muestra un ejemplo de este enfoque aplicado en un proyecto real para la revisión de las válvulas de alivio de una unidad de crudo y vacío.

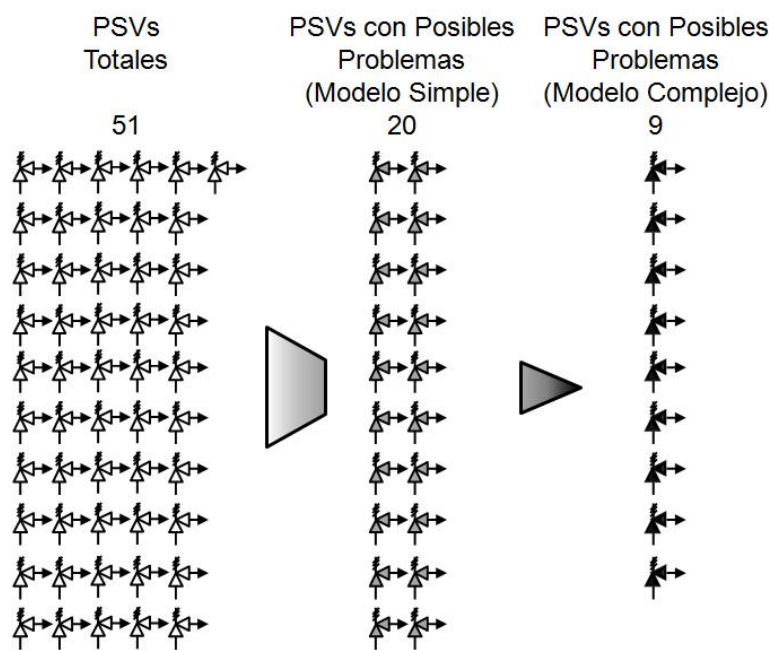


Figura 9. Ejemplo de evaluación de válvulas de alivio de un modelo simple a uno complejo para una unidad de crudo y vacío

Un ejemplo de este enfoque para la evaluación de una válvula de alivio térmico en un intercambiador de calor es el siguiente: suponga primero el calor de diseño del intercambiador limpio para calcular la carga (siempre y cuando sea considerablemente mayor a la condición de operación actual). Si la válvula de alivio no tiene capacidad suficiente para manejar esa carga de alivio, haga una evaluación realista del intercambiador tomando en cuenta el área, los coeficientes de transferencia de calor y los flujos máximos que en condiciones reales puede recibir (por ejemplo, la capacidad de las bombas aguas arriba), y en base a eso recalcule la carga de alivio. Si aún se presentan problemas, construya un modelo dinámico.

Este enfoque también se puede aplicar a otras evaluaciones, por ejemplo un colector de antorcha: si se tiene algún simulador estacionario de redes de alivio, construya primero una simulación en estado estacionario de la red de antorcha, suponiendo todas las descargas simultáneas a la capacidad máxima de las válvulas de alivio. Si se observan problemas (alta contrapresión, alta velocidad), trabaje con factores de simultaneidad para tomar en cuenta que no todas las válvulas de alivio abren a la máxima carga a la vez. Si aún así se observan problemas, realice una simulación dinámica de la red.

Consejo 5. Si no dispone de suficiente personal en la planta para lo anterior, contrate a terceros

Ejecutar un estudio de un sistema de alivio es una labor que podría requerir de una cantidad de recursos que no están disponibles en la refinería, o que en todo caso no pudieran enfocarse a tareas distintas a las de producción en la refinería. Si éste es el caso, la Gerencia de la Refinería puede considerar contratar a una empresa consultora en ingeniería para realizar la totalidad o partes del estudio.

Si la Gerencia de la Refinería dispone de recursos humanos, pero no de licencias de software especializadas, puede considerar asignar parte de las tareas al personal interno (por ejemplo, relevamientos, cálculos de las válvulas de alivio en base a modelos simples), y contratar a una empresa consultora para que desarrolle las simulaciones más complejas (por ejemplo, válvulas de alivio instaladas en sistemas de columnas o reactores, simulaciones dinámicas).

La empresa consultora que seleccione deberá cumplir con los requerimientos de experticia (experiencia en estudios anteriores de igual índole), y tecnológicos (licencias de software especializadas), entre otros, adecuados para las características del proyecto.

Para que la empresa consultora entregue un estimado de horas lo más cercano a la realidad, deberá proveerle información suficiente sobre la refinería para que pueda identificar el número (y los TAGs) de las válvulas dentro del alcance del estudio, sus ubicaciones y las contingencias posibles a las que pudieran estar sujetas; no es lo mismo realizar un estudio de 100 válvulas de alivio donde 90 son válvulas de alivio térmico que uno donde 90 son válvulas de topes de columnas. Si dispone de un sumario de cargas de alivio y un inventario de las válvulas, conviene entregarlo al proponente como referencia para que realice el estimado.

Defina los entregables del estudio: un informe de revisión del sistema de alivio, hojas de datos actualizadas de las válvulas de alivio, memorias de cálculo de las válvulas y de la red de antorcha, un sumario de cargas de alivio actualizado, y una lista de válvulas de alivio con posibles problemas son algunos de los entregables frecuentes de este tipo de estudios. Si dispone de formatos estándar para estos documentos, entréguelos a la consultora al inicio del proyecto. Si no dispone de ellos, llegue a un acuerdo con la consultora sobre los formatos a emplear y la información requerida en cada documento al inicio del proyecto. La definición tardía de los entregables o cambios de formatos a mediados del proyecto generan retrabajo e incrementan los costos del proyecto.

Asigne una persona a cargo de administrar el proyecto del lado de la Gerencia de la Refinería, y otra a cargo de los aspectos técnicos; esta última deberá estar disponible durante toda la duración del proyecto para suministrar información técnica y verificar la validez de las suposiciones y cálculos de la empresa consultora. La información típica solicitada por las empresas consultoras para realizar estudios de los sistemas de alivio comprende: inventario de válvulas de alivio, sumario de cargas de alivio, hojas de datos de válvulas de alivio, balances de masa y energía (con composiciones), diagramas de flujos de proceso, diagramas de cañerías e instrumentación, hojas de datos de equipos e isométricos de las líneas de alivio de cada unidad de proceso evaluada, así como la simulación de procesos.

Por último, supervise regularmente el estado del proyecto: establezca un intervalo regular de reuniones de avance acorde con la duración del proyecto, y solicite informes de estado del proyecto previo a dichas reuniones. Un ejemplo de un reporte de estado simple consiste en una página en la que se mencionen las tareas realizadas en el período evaluado, las tareas programadas para el período siguiente, y una curva de valor ganado en el tiempo. Compare el avance reportado con los documentos entregados (por ejemplo, en un estudio netamente de válvulas de alivio, se puede comparar usando el número de válvulas calculadas con respecto al total). Si se detectan retrasos en el proyecto, aclare sus causas con la empresa consultora y lleguen a un acuerdo sobre correctivos. Si desea que se hagan modificaciones a los entregables (por ejemplo, que se agregue más información), indíquelas tempranamente para que la empresa consultora revise los documentos emitidos, e incorpore las modificaciones directamente a los documentos futuros.

Consejo 6. Aproveche los beneficios de mantener un sistema de alivio validado rutinariamente

Revalidar rutinariamente el funcionamiento correcto de los sistemas de alivio no sólo da más seguridad a la Gerencia de la Refinería sobre la integridad de sus instalaciones, sino también a terceros, como las compañías de seguros. El costo de un estudio del sistema de alivio de la refinería bien puede pagarse con los ahorros en las primas del seguro, y en algunos casos la empresa aseguradora condiciona la póliza a que se realicen inspecciones del sistema de alivio a intervalos regulares. Adicionalmente, la imagen de una empresa que se preocupa por la seguridad de sus empleados y del medio ambiente trae beneficios intangibles.

Consejo 7. Evalúe varias soluciones para un problema

Como se pudo observar anteriormente, existen varias posibles soluciones para un mismo problema en el sistema de alivio. Naturalmente, a la Gerencia de la Refinería le conviene que la solución elegida sea la más rápida, práctica, y menos costosa. Por ejemplo: si las pérdidas por fricción en la línea de entrada de una válvula de alivio exceden al 3%, pero están por debajo del 6%, se puede reajustar el *blowdown* de la válvula en vez de reemplazar toda la sección de cañería a la entrada de la válvula.

CONCLUSIONES

1. Las deficiencias de los sistemas de alivio de las refinerías se pueden clasificar en: carencia de dispositivos de alivio en equipos con uno o más escenarios potenciales de sobrepresión, dispositivos de alivio subdimensionados en equipos con uno o más escenarios potenciales de sobrepresión, dispositivos de alivio instalados inapropiadamente o deficiencias misceláneas. Las deficiencias mencionadas anteriormente pueden surgir por causas diversas, desde omisión durante el diseño hasta escenarios nuevos tras modificaciones en la refinería.
2. La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos de América (OSHA) establece una normativa para revisar periódicamente la integridad de las instalaciones que manejan químicos peligrosos y/o inflamables en la regulación 29CFR1910.119; mediante auditorías que involucran los pasos de recopilación de información y análisis de riesgos de procesos.
3. Se puede verificar que los equipos cumplen con las mejores prácticas de ingeniería en materia de seguridad, siguiendo los pasos de: recopilación de documentos de la planta, relevamiento en campo, identificación de los posibles escenarios de sobrepresión y modelado de escenarios de sobrepresión.
4. Existen diversas soluciones para cada tipo de problema encontrado en los sistemas de alivio. Las mismas se pueden clasificar en: modificación de componentes existentes, reemplazo de componentes existentes, instalación de componentes nuevos e incremento de la confiabilidad de los sistemas de seguridad.
5. Algunos consejos prácticos para mantener a un sistema de alivio libre de problemas son: 1) estar consciente del riesgo, 2) mantener un inventario actualizado de las válvulas de alivio, 3) actualizar los sumarios de cargas de alivio y perfiles de contrapresión de los sistemas de antorcha con regularidad, 4) ir de un modelo simple a uno complejo, 5) contratar a terceros si no se dispone de suficiente personal, 6) aprovechar los beneficios de mantener los sistemas de alivio validados rutinariamente, y 7) evaluar varias soluciones para un problema.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] *American Institute of Chemical Engineers, "Emergency Relief System (ERS) Design Using DIERS Technology"*, Nueva York, 1995.
- [2] BERWANGER, Patrick et al, *"Pressure-Relief Systems: Your Work Isn't Done Yet"*, 7 de Julio de 1999.
- [3] *Occupational Safety and Health Administration, 29CFR1910.119 "Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals"*, Estados Unidos de América.
- [4] *American Petroleum Institute, API STD 520 "Sizing, Selection, and Installation of Pressure-relieving Devices in Refineries – Part I. Sizing and Selection"*, 8a edición, Estados Unidos de América.
- [5] *American Petroleum Institute, API STD 520 "Sizing, Selection, and Installation of Pressure-relieving Devices in Refineries – Part II. Installation"*, 6a edición, Estados Unidos de América.