

Evaluación de integridad de tanques refrigerados de LPG-API 620

Por **Vicente Porcellatti**

Ingeniero Mecánico Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
Responsable del Mantenimiento e Integridad de las Instalaciones Fijas de Compañía Mega SA, Distrito Este.
vporcellattip@ciamega.com.ar

Objetivo

Descripción de una metodología para la determinación de la aptitud para el servicio, considerando los requisitos legales y las herramientas de evaluación de integridad disponibles.

Estatus de la normativa actual

Para guía y soporte de las actividades de mantenimiento de los tanques refrigerados construidos bajo las normas API 620, no se cuenta hoy en día con normativas internacionales que definan las tareas a ejecutar en los pla-

nes de mantenimiento, como sí existe para los tanques atmosféricos construidos bajo las normas API 650 que es la API 653.

Asimismo, se dispone de la norma API 575 donde se describen diversos mecanismos de falla para este tipo de equipamiento.

Los fabricantes de estos recipientes aconsejan no deteriorar el aislamiento térmico con perforaciones que dañan la barrera de vapor; además, las inspecciones visuales internas tienen la complejidad del acondicionamiento del sistema para su ingreso y posterior puesta en operación, con costos que son elevados.

Requerimientos legales

En la legislación nacional existen disposiciones en las cuales se establecen las inspecciones mínimas que se deben realizar en los equipos que almacenan hidrocarburos y su frecuencia.

La Secretaría de Energía de la Nación dispone de normativa, como por ejemplo la GE N° 1- 102, mantenimiento de plantas de gas licuado de petróleo, donde se establecen planes de mantenimiento con estándares mínimos para tanques refrigerados para este tipo de tecnología.

Responsabilidad social empresarial

Hoy las empresas tienen una obligación amplia con toda la sociedad. Esta mayor responsabilidad implica, entre otras cosas, que ellas sean evaluadas por el marco ambiental, grupos de interés internos y externos en donde interactúan; esta evaluación se basa, entre otras cosas, en el Control de los Procesos de Producción, específicamente en la implementación y cumplimiento de planes de mantenimiento de las instalaciones.

Esta obligación para con la sociedad en general es auditada periódicamente por organismos estatales y privados autorizados, que supervisan el grado de desarrollo de cada tema específico (compañías de seguros, bancos que proveen créditos de inversión, representantes de los accionistas, organismos de control gubernamental, etc.).

Datos de los equipos evaluados

Se detallan a continuación los datos de construcción de los tanques, el producto que operan y los parámetros de proceso:



Producto: Propano – Butano.

Presión de trabajo: 400 mm c/agua.

Temperatura del producto: -42°C y -8°C respectivamente.

Volumen: 35.000 m³.

Material: A537-CL1.

Paredes exteriores del tanque: pintadas con pintura epoxídica.

Aislamiento de las paredes con poliuretano inyectado y barrera de vapor provista por la cubierta exterior de chapa de aluminio pintada.

Piso del tanque: elevado sobre plataforma de hormigón armado aislado con paneles de lana mineral.

Sistemas de seguridad:

- Protección contra incendio: doble anillo de refrigeración en el techo y triple anillo en las paredes; sobre cada anillo de las paredes se dispone de cable sensitivo a la presencia de llama.
- Monitores oscilantes en el perímetro del tanque.
- Sensores infrarrojos para la detección de gas en el piso del recinto de confinamiento.
- Válvula Shut Down en la salida de producto del tanque.
- Diez válvulas de seguridad que operan con presión y vacío en valores escalonados de presión.
- Distintos niveles de alarma que van al panel de control del sistema DCS de Planta.

Confiabilidad de la instalación

Confiabilidad es el concepto primario que debemos garantizar, para

considerar que la condición de operación es segura en el equipo que estamos evaluando.

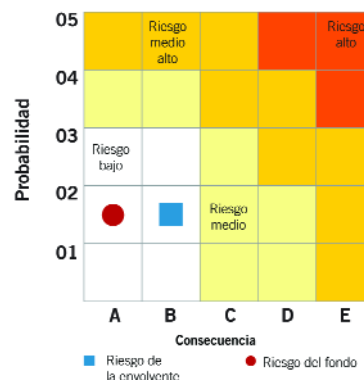
El primer paso es determinar cuáles son los mecanismos de falla intervinientes tanto en condiciones normales de operación como en las anormales.

Para realizar este análisis podemos usar el soporte de la norma API 581 (*Risk Base Inspection*) y disponer de un grupo multidisciplinario que conozca cómo está construido el equipo, sus sistemas de operación y control, cómo se opera el sistema y cuál es el comportamiento esperado, considerando los mecanismos de falla que pueden intervenir.

En función de las tareas de inspección, con sus frecuencias establecidas en el Plan de Mantenimiento, se procede a realizar los estudios que finalmente nos definen el riesgo de la instalación.

En el Plan de Mantenimiento se consideran tareas de verificación por método visual con personal capacitado para su realización, medición de asentamientos de la platea, calibración de las válvulas de seguridad, medición de puestas a tierra, medición de espesores en el techo, etc.

Si el riesgo da un valor moderado o intolerable se deberán verificar las tareas y sus frecuencias en el Plan. Se debe llevar a valores aceptables como resultado del análisis de las tareas de inspección y sus frecuencias, reevaluando el riesgo y verificando en la matriz que los valores sean aceptables para esta nueva condición de control.



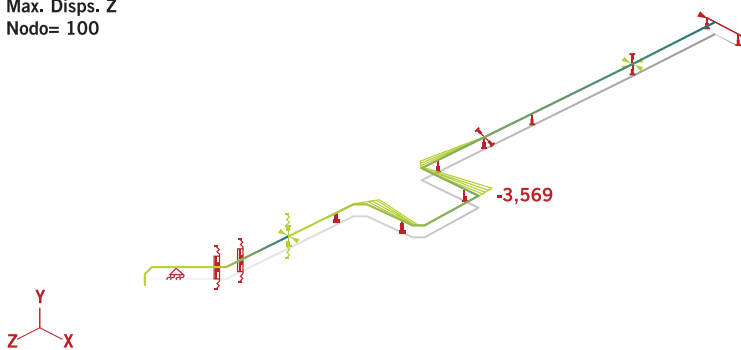
Para complementar este estudio de riesgos es importante conocer cuál es el comportamiento del equipo para los distintos estados de cargas que puede soportar; ellos son: peso propio, acción del viento, carga hidráulica por

el producto que almacena, vinculación de la cañería de descarga con el recipiente, etc.

Para cada una de estas situaciones se realiza un modelado de las tensiones que soporta por el método de elementos finitos, que nos indica cuál es el diagrama de cargas para cada uno de los esfuerzos evaluados. De la combinación de cada uno de estos esfuerzos es posible determinar cuál es la zona más solicitada a tensiones en el tanque.

Como complemento al estudio del tanque por el método de elementos finitos, es necesario conocer cómo se comporta la cañería de descarga en el proceso de descarga de producto para despacho por la variación de temperatura a que está sometida en el tiempo, como así

Max. Disps. Z
Nodo= 100



Ubicación del desplazamiento máximo. Caso de expansión térmica en cañería de descarga.

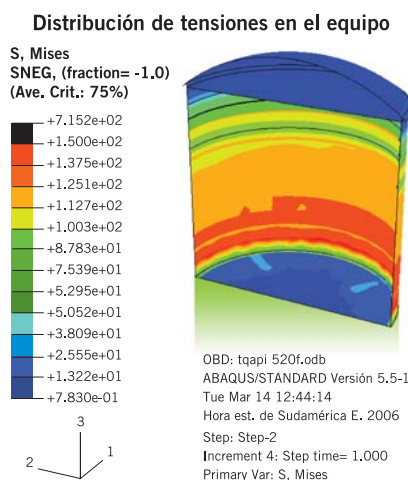
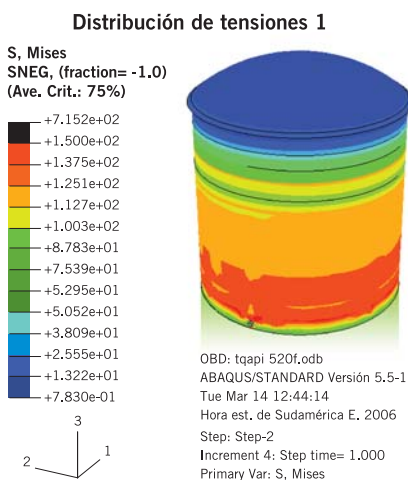
también las deformaciones debidas al peso propio, viento, variación de temperatura y vinculación con la pared del tanque.

De los mecanismos de falla evaluados, el de corrosión generalizada en el techo del recipiente es considerado como de baja probabilidad, como también la existencia de fisuración activa.

Examination. Article 12 (Acoustic Emission Examination of metallic vessels during pressure testing).

2. Prueba

La prueba se realiza cuando el tanque está en servicio, partiendo desde el 86% del máximo nivel de producto que almacena (que repre-



Figuras 1 y 2. Distribución de la tensión equivalente de Von Mises para superposición de todas las cargas en el recipiente.

Ensayo de emisión acústica (EA)

Se aplica el estudio por técnicas de emisión acústica en la zona más comprometida por los esfuerzos, que se determinó por medio de los estudios anteriores, para la detección de mecanismos de fisuración activos.

Se aconseja realizar los ensayos en el recipiente y en la cañería de descarga.

Los pasos que se deben seguir son:

1. Normas y códigos utilizados en la ejecución y análisis de los resultados

Las especificaciones de la prueba utilizando Emisión Acústica son por aumento de nivel controlado del tanque. Además, se siguieron las pautas generales y las secciones aplicables proporcionadas por:

- ASTM E1930-97 (Standart Test Method for Examinations of Liquid-Filled Atmospheric and low-Pressure metal Storage Tank Using Acoustic Emission).
- ASME Boiler & Pressure Vessel Code. Section V Non-destructive



Guía de onda y sensor de EA.

senta la máxima capacidad de operación en los últimos 6 meses), hasta alcanzar el nivel de 96,6% de la capacidad máxima de llenado del tanque (corresponde al valor de alarma de alto nivel de llenado).

3. Análisis

Los datos de EA se pueden someter a tres tipos de metodología de análisis:

- a) Análisis general de todos los datos.
- b) Análisis de datos por cada canal.
- c) Posición 3D fondo.



Procesador para almacenar los datos de EA.

4. EA Instrumentación / Hardware

- Un equipo multi-canal, digital.
- Transductores y amplificadores de EA de frecuencia resonante.
- Cable tipo coaxial, proporcionando un camino de la señal a cada transductor hasta el sistema de adquisición de datos donde se alojaron los datos relevados en el campo cerca del recipiente.

Conclusiones

Lo expuesto pretende ser una contribución a la comunidad técnica del Mantenimiento de Plantas que procesan gases licuados a bajas temperaturas.

Los resultados obtenidos aplican-

do esta metodología son sustentables y garantizan la confiabilidad de las instalaciones.

Las distintas especialidades, experiencias y capacidades del personal interviniente en el proceso de análisis y evaluación de esta metodología, minimiza las posibilidades de errores.

Las auditorías que evaluaron el trabajo lo han considerado como meto-

dología aceptable para el logro del objetivo propuesto.

Como todo proceso, un sistema de calidad debe ser evaluado y mejorado; las contribuciones que se le puedan hacer con las experiencias de otras organizaciones en este tema serán muy importantes.

Del intercambio lograremos una herramienta de trabajo mejor. ■