****

***Procedimiento para la Evaluación de fondos de Tanques de Almacenamiento mediante Sistema de Inspección ECHO ACOUSTIC® por Emisiones Acústicas***

*Preparado por:*

Maximino Hernández Veloz/Alicia Sánchez Chávez

ECHO ACOUSTIC© Marca registrada Maximino Hernández Veloz/Alicia Sánchez Chávez

Todos los derechos reservados

Fecha: 17 de enero 2024

**Marcas**
Todos los demás nombres de marcas o productos son marcas comerciales o marcas comerciales registradas de sus respectivas empresas u organizaciones

**Restricción sobre el uso, publicación o divulgación**

**de información del propietario**

Este documento contiene información propiedad de Maximino Hernández Veloz/Alicia Sánchez Chávez. Está expresamente prohibido cualquier revelación, uso o copia de este documento o de la información contenida en él que no sea del propósito para el cual se da a conocer y los términos del contrato por el cual se lleva a cabo, salvo que Maximino Hernández Veloz/Alicia Sánchez Chávez acuerde por escrito lo contrario.

Ajusco No. 15

Col. Portales C.P. 03300

Del. Benito Juárez

Tels. 2595-6120 5672-799

|  |  |
| --- | --- |
| Identificación de documento:**HPI-PRC-IM-TV-ECHOACOUSTIC** | Descripción:**PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE FONDOS DE****TANQUES DE ALMACENAMIENTO MEDIANTE SISTEMA DE****INSPECCION ECHO ACOUSTIC® POR EMISIÓNES ACÚSTICAS.** |
| **REV.** | **FECHA** | **REALIZÓ** | **REVISÓ** | **APROBADO** | **CLIENTE** | **DESCRIPCIÓN** |
| 0 | 30.11.12 | FAG | AVC | MHV |  | PARA REVISION INICIAL |
| 1 | 01.01.19 | FAG | AVC | MHV |  | PARA APLICACION |
| 2 | 28.01.20 | FAG | AVC | MHV |  | PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE |
| 3 | 28.01.22 | FAG | AVC | MHV |  | PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE |
| 4 | 17.02.24 |  |  |  |  |  |
| FAGNivel II SNT-TC-1AHPI CP-NDT-022 | AVCNivel II SNT-TC-1AHPI CP-NDT-020 | MHVNivel III SNT-TC-1AHPI-ICP-MX-001 |  |  |

Contenido

[**A.** **TANQUES DE ALMACENAMIENTO** 4](#_Toc315790471)

[**1.** **ALCANCE** 4](#_Toc315790472)

[**2.** **CALIFICACIÓN DEL INSPECTOR** 4](#_Toc315790473)

[**3.** **INSTRUMENTACIÓN Y VERIFICACIÓN** 4](#_Toc315790474)

[**4.** **PREPARACIÓN DE LA PRUEBA Y PUESTA A PUNTO** 5](#_Toc315790475)

[**5.** **PROCEDIMIENTO** 7](#_Toc315790476)

[**7.** **REFERENCIAS** 9](#_Toc315790477)

[**8.** **NORMAS APLICABLES Y DOCUMENTOS RELACIONADOS** 9](#_Toc315790478)

[**9.** **HOJA DE PREINSPECCIÓN** 11](#_Toc315790479)

[**B.** **RECIPIENTES A PRESIÓN HORIZONTALES** 12](#_Toc315790480)

[**1.** **INTRODUCCION** 12](#_Toc315790481)

[**2.** **EVALUACIÓN DE SITIO** 12](#_Toc315790482)

[**3.** **INSTRUMENTACION** 12](#_Toc315790483)

[**4.** **SENSORES** 13](#_Toc315790484)

[**5.** **REVISION DEL RUIDO DE FONDO** 14](#_Toc315790485)

[**6.** **PRESURIZACIÓN** 14](#_Toc315790486)

[**7.** **CRITERIO DE EVALUACIÓN** 16](#_Toc315790487)

[**8.** **REPORTES** 16](#_Toc315790488)

[**9.** **SOPORTE DE EQUIPO** 17](#_Toc315790489)

[**C.** **ESFERAS** 18](#_Toc315790490)

[**1.** **INTRODUCCIÓN** 18](#_Toc315790491)

[**2.** **PREPARACIÓN PARA LA PRE INSPECCIÓN** 18](#_Toc315790492)

[**3.** **INSTRUMENTACIÓN** 18](#_Toc315790493)

[**4.** **SENSORES** 18](#_Toc315790494)

[**5.** **VERIFICACIÓN DE RUIDOS** 19](#_Toc315790495)

[**6.** **PRESURIZACIÓN** 19](#_Toc315790496)

[**7.** **EVALUACIÓN** 20](#_Toc315790497)

[**8.** **PRESENTACIÓN DE INFORMES** 21](#_Toc315790498)

1. **TANQUES DE ALMACENAMIENTO**
2. **ALCANCE**

Este documento especifica el procedimiento de inspección por Emisión Acústica para fondo de tanques de almacenamiento, mediante el sistema ECHO ACOUSTIC®

Este procedimiento aplica para tanques de almacenamiento asentados sobre el piso fabricados en acero al carbón, con diámetros de hasta 132 metros.

1. **CALIFICACIÓN DEL INSPECTOR**

El personal que inspeccionará los fondos de los tanques deberá estar certificado en pruebas no destructivas nivel II de acuerdo con la práctica recomendada de la ASNT número SNT-TC-1A y haber cubierto un programa de entrenamiento, así como haber pasado los exámenes teóricos y prácticos.

El operador es responsable de controlar la sensibilidad y ruido del ambiente para cada tanque, y asegurarse que el sistema de Emisión Acústica opera eficientemente y es suficientemente sensible para que el tanque sea examinado y así el proceso de adquisición de datos, análisis e interpretación de los mismos sea válido.

1. **INSTRUMENTACIÓN Y VERIFICACIÓN**

**3.1. Instrumentación**

El sistema de Emisión Acústica utilizado para la detección de fugas en los fondos de los tanques deberá ser ECHO ACOUSTIC® con el número de canales requeridos tal como se especifica en este procedimiento para el diámetro especifico de cada tanque que será examinado.

**3.2. Calibración**

La verificación del equipo deberá ser llevada a cabo como se requiera según el programa de inspección, donde cada canal es verificado para asegurar que produce la resolución de medición esperada, a partir de la medición del dato primario el cual es la amplitud. En sitio se llevará a cabo el acoplamiento del equipo. Se utilizará el método de quebrar la punta de lápiz para verificar el acoplamiento correcto de cada canal.

**3.3. Verificación de Sensores**

Los sensores que se usarán en la examinación de los tanques deberán ser validados por la persona responsable de operar el sistema ECHO ACOUSTIC® en cada inspección.

1. **PREPARACIÓN DE LA PRUEBA Y PUESTA A PUNTO**

Cuando se realice la preparación para la prueba, el inspector deberá obtener y registrar la información especificada en el formato anexo SIC-1 (A-1), misma que deberá ser proporcionada por el dueño/operador del tanque.

* 1. **Preparación del Tanque**

Los tanques de almacenamiento que serán examinados deben de estar a no menos del 50% de su capacidad y preferentemente al 90%, también deberá de llevar un tiempo de reposo de 12 a 24 horas para reducir el movimiento del fluido y así reducir el nivel de ruido, el tiempo de reposo de 24 horas es para aquellos tanques que contienen un producto pesado, tal como crudo y el tiempo de reposo de 12 horas es para aquellos tanques que contienen un producto ligero, tal como naftas ligeras o gasolina.

El inspector deberá de verificar que el tanque está aislado. Las penetraciones del tanque, tal como boquilla de entrada y salida de producto, deberán ser selladas para prevenir el ruido del ambiente producido por la acometida o descarga de fluido. Equipos que se encuentren en la periferia tales como bombas, agitadores y calentadores, deberán ser apagados y no debe haber fuentes de ruido que pudieran interferir tales como:

* Vibración de tuberías de bombas adyacentes
* Fugas en válvulas
* Operación de válvulas de alivio
* Actividades ruidosas en tanques adyacentes
* Componentes sueltos en la cúpula flotante
* Componentes sueltos del tanque como tuberías y escaleras
* Martilleo
* Indicadores de nivel ultrasónico o de burbujas
* Fugas en sistemas de amortiguamiento de nitrógeno
* Entrada o goteo de producto dentro del tanque
* Corriente de agua que fluya en los techos de los tanques así como cadenas o placas de datos sueltas en la pared del tanque
	1. **Localización de Sensores**

Los sensores deberán de ser colocados en la pared del tanque a un espacio equidistante alrededor de la circunferencia del tanque a una altura de 0.5 a 2 metros por encima de la placa del fondo. En tanques que no se hayan limpiado internamente durante un periodo de tiempo largo, los sensores deberán de ser colocados a una altura mayor. El número de sensores que se utilizarán estará dado por el diámetro del tanque y se requiere un mínimo de 3 sensores por cuadrante o los valores mostrados en la tabla 1. Los números dados en la tabla 1 son aquellos usados para los tanques que tienen una cúpula flotante.

**Tabla 1. Número de sensores recomendados de acuerdo al diámetro del tanque.**

|  |  |
| --- | --- |
| Debajo de 25 metros | 6 sensores |
| De 25 a 30 metros | 9 sensores |
| De 30 a 50 metros | 12 sensores |
| De 50 a 62.5 metros | 16 sensores |
| De 62.5 a 75 metros | 18 sensores |
| De 75 a 87.5 metros | 21 sensores |
| De 87.5 a 100 metros | 24 sensores |

Para el caso de tanques con cúpula fija donde el goteo produce un nivel considerable de ruido, un sensor interno deberá ser suspendido por la parte superior del tanque o se deberá colocar una fila de sensores extra por encima de la fila principal de sensores a fin de discriminar las emisiones que vienen de la parte superior de los sensores principales de aquellas que vienen de la parte inferior del piso del tanque.

Para cúpulas flotantes se recomienda usar una segunda fila de sensores. La forma de colocar los sensores de la segunda fila deberá ser idéntica a la de los principales. Para el caso del sensor suspendido dentro del tanque deberá estar certificado en la seguridad y confiabilidad de usarse dentro del tanque, esto es deberá ser intrínsecamente seguro. Para el caso de una segunda fila de sensores, deberán ser montados tres metros por encima de la fila principal de sensores.

La superficie donde se localizarán los sensores deberá ser limpiada, para asegurar un acoplamiento efectivo y consistente. Si la superficie tiene un contaminante deberá ser limpiado, los sensores pueden ser instalados en zonas con pintura. En caso de que la superficie presente otro tipo de materiales externos adheridos, se deberá limpiar con chorro de arena o desbaste por esmerilado para remover todas aquellas impurezas que impidan el correcto acoplamiento de los sensores.

El inspector deberá confirmar que todos los sensores tienen una sensibilidad consistente, a través del método de la punta de lápiz. El promedio de amplitudes con la ruptura de la punta del lápiz debe ser de ±2 dB in todos los canales. La colocación de los sensores y las condiciones de prueba deberá ser registrada.

* 1. **Verificación de Ruidos**

Se debe realizar una verificación de ruidos durante 10 minutos para saber si es posible examinar el tanque. El ruido combinado de los sensores, el preamplificador y el canal deben de ser menos de 10 IJV (verdaderas rms). Es preferible que el ruido total del sistema sea aun menor que este valor para cada canal. Antes de la prueba el inspector deberá evaluar los ruidos del ambiente así como la lluvia y el viento.

1. **PROCEDIMIENTO**
	1. **Tiempo de Inspección**

La examinación consiste en una hora de recopilación de datos desde el momento en que se cumple con el nivel de ruido. En caso de que surgiera una fuente de ruido durante la prueba, estos datos serán eliminados y la prueba se extenderá hasta el tiempo que ya no se observe más ruido.

* 1. **Interpretación de Datos**

Los datos deberán ser interpretados usando Structural Insights SIP 2: Procedimiento de Interpretación de Emisiones Acústicas para la Inspección de Tanques de Almacenamiento Asentados sobre el Piso y Clasificación de Condiciones de Tanques

* 1. **Informes**

Los informes deberán ser presentados en un formato que contemple gráficos en 2D y 3D, así como gráficas de Eventos y probabilidad de fuga.

1. **ENTREGABLES**
2. Grafica a colores en tercera dimensión que indique los niveles de corrosión en las placas del fondo del tanque. Expresando el resultado de la siguiente manera:
* Sin corrosión, re-inspección en 4-5 años
* Corrosión menor, re-inspección en 2 años
* Corrosión, re-inspeccionar en 1 año máximo
* Corrosión mayor, re-inspeccionar en 6 meses
* Sacar de operación por fugas y/o daños significativos, abrir de inmediato y reparar.

1. Grafica a colores en tercera dimensión los puntos potenciales de fugas y su localización en las placas del fondo del tanque.
* Matriz de riesgos en donde indique el nivel de riesgo del tanque, de acuerdo al producto almacenado, el grado de corrosión encontrada y los puntos potenciales de fuga, en donde se deberá de indicar:
* I re-inspección en 4-5 años
* II re-inspección en 2 años
* III re-inspeccionar en 1 año máximo
* IV re-inspeccionar en 6 meses

1. Evaluación y dictamen del funcionamiento de las válvulas de cierre y apertura del tanque inspeccionado.
2. **REQUERIMIENTOS EN SITIO**

Inducción de seguridad especifica del cliente.

Una sola fase, 110V, 60 Hz ac, circuito dedicado, con tres hilos (tierra, neutro y línea de fuerza) intrínsecamente segura (en caso de ser necesario), acceso de cables únicamente para el uso del sistema de Emisión Acústica. El circuito debe ser verificado antes de la llegada del personal de inspección con lo siguiente: a) Corriente al final del cable de extensión si es que se requiere. b) Polaridad. c) Tierra.

Acceso seguro para los estudios de ruido en los alrededores del tanque hasta las escaleras, alrededor de donde se colocaran los sensores en la pared del tanque a aproximadamente un metro de nivel hasta el 50% del nivel del producto en el tanque.

En caso de existir aislamiento, se requerirán ventanas de 7 pulgadas de diámetro.

Se deberá aislar al recipiente de todo tipo de ruidos incluidos la transmisión de presurización de la bomba. Es muy importante que mientras se desarrolle la prueba del tanque no exista ninguna fuente de ruido. En caso de no cumplir con los periodos de prueba y en caso de que no se pueda aislar el recipiente de fuentes de ruido externas, los datos obtenidos no serán del todo exactos. El cliente debe firmar en la parte posterior de conocimiento las condiciones bajo las cuales se realizó la prueba.

1. **REFERENCIAS**
2. James D. Leaird, Acoustic Emission Training Guide, 1997, Greensland Publishing Company.
3. Vallen-Systeme GmbH, info@vallen.de http://www.vallen.de Technical Note: Acoustic Emission Tank Bottom Leak Detection
4. Shigenori Yuyama,\* Minoru Yamada,' Kazuyoshi Sekinet and Shigeo Kitsukawa Recommended Practice for Acoustic Emission Testing for Corrosion in the Bottom Plate of Aboveground Tanks, Materials Evaluation, September, 2007.
5. Shigenori Yuyama Minoru, Kazuyoshi Sekine and Shigeo Kitsukawa, High Pressure Institute of Japan Recommended Practice for Acoustic Emission Testing for Corrosion in the Bottom Plate of Aboveground Tanks, Materials Evaluation/September 2007

1. **NORMAS APLICABLES Y DOCUMENTOS RELACIONADOS**

El personal de inspección deberá estar familiarizado con las siguientes normas y documentos relacionados:

(1) American Society for Testing and Materials, ASTM E1316-99a, Standard Terminology for Nondestructive Examinations.

(2) American Society for Testing and Materials, ASTM E750-98, Standard Practice for Characterizing Acoustic Emission Instrumentation.

(3) American Society for Testing and Materials, ASTM E650-97, Standard Guide for Mounting Piezoelectric Acoustic Emission Sensors.

(4) American Society for Testing and Materials, ASTM E976-94, Standard Guide for Determining the Reproducibility of Acoustic Emission Sensor Response.

(5) American Society for Testing and Materials, ASTM E1781-96, Standard Practice for Secondary Calibration of Acoustic Emission Sensors.

(6) American Society for Testing and Materials, ASTM E569-97, Standard Practice for Acoustic Emission Monitoring of Structures During Controlled Stimulation.

(7) American Society for Nondestructive Testing, Inc., Nondestructive Testing Handbook – Acoustic Emission Testing, ASNT, Inc., Columbus.

(8) American Petroleum Institute, API 653,Tank Inspection, Repair, Alteration and

(9) Reconstruction, 3rd Ed. American Petroleum Institute, API 650, Welded Steel Tanks for Oil Storage, 10th Ed

1. **HOJA DE PREINSPECCIÓN**

|  |  |
| --- | --- |
| LOGO HPI | **Forma de Solicitud de Datos de** **Pre-Inspección de Emisión Acústica en Tanques Verticales** |
|
|
|
|
|
| Cliente: | Localización: |
|
| Contacto: | Teléfono: | Fax: |
|
| Tanque No.: | Diámetro: | Capacidad: | Aislamiento: |
|
| Revestimiento: | Base: | Temperatura: | Mezcladores: |
|
| Contenidos: | Nivel de sedimentos: | Tipo de Cúpula, Fijo o Flotante: |
|
| Columnas: | Calentadores: |
|
| Año de Construcción: | Años Operando con el Mismo Producto: | Reparaciones: |
|
| Protección Catódica: Ninguna Eléctrica Ánodo de Sacrificio (Interna Externa) |
|
| Notas especiales: |
|

1. **RECIPIENTES A PRESIÓN HORIZONTALES**
2. **INTRODUCCION**

Este documento describe el procedimiento para la inspección de emisiones acústicas EA para recipientes a presión RP horizontales de acero. Este procedimiento sigue los lineamientos descritos en el código ASME *Boiler Pressure Vessel Code, sección V, Articulo 12, Acoustic Emission Examination of metallic Pressure Vessel During Pressure Testing.*

1. **EVALUACIÓN DE SITIO**

Un ingeniero viajara al sitio en donde se encuentra establecido el cliente con la finalidad de evaluar el recipiente a presión antes de realizar la inspección. El objetivo de la visita será la de determinar si es requerida la preparación de superficies para la instalación de los sensores de emisiones acústicas y determinar si existe algún riesgo potencial para la seguridad y / o problemas de ruido ambiental (bombas, fricción en las silletas del recipiente, maquinas rotativas, etc.) que pueden afectar al rendimiento de la prueba.

El ingeniero evaluara el sistema de monitoreo de presión del cliente, para determinar cómo interconectar con el equipo de emisiones acústicas los transductores con un rango de entrada **de 0 a 10 volts o 4 a 20 mA**.

Un informe de la evaluación de sitio se presentara detallando los procedimientos al requerimiento de la preparación de la superficie, seguridad, y fuentes de ruido ambiental que deben de ser controladas o eliminadas antes de la inspección.

La evaluación de sitio será requerida al menos con dos semanas de anticipación a la fecha de inspección real.

1. **INSTRUMENTACION**

La siguiente instrumentación o equivalente deberá ser usada para la prueba de emisión acústica de recipientes a presión horizontal:

* AMSY-5 VALLEN o su equivalente.
* DISP-4 multicanal marca. Physical Acoustics o su equivalente.
* La mínima capacidad analógica - digital de e sistema deberá ser de 12-bits
1. **SENSORES**

Los siguientes sensores 150 kHz son recomendados para la inspección de recipientes a presión esféricos:

* Sensores R15i 50 kHz marca Physical acoustics.
* Sensores con preamplificador integrado 150 kHz marca VALLEN.

Los sensores deberán ser instalados de acuerdo con el procedimiento estándar de instalación de emisión acústica. Un gel de tipo silicón deberá ser usado como acoplante. Las abrazaderas magnéticas deberán ser usadas para unir y mantener el sensor en su lugar.

Los cables deberán ser apoyados de manera que su peso no representa un riesgo a la conexión del sensor. Su colocación se efectuará conforme lo recomendado en ASME BPVC Sección V Art. 11 T-1243 and Figure A-1250.

La prueba de AE inspeccionará todo el recipiente durante la presurización. Los sensores probablemente se asentarán a lo largo de 3 soldaduras en el área circunferencial y en las dos tapas esféricas con un sensor para cada boquilla de soldadura. La inspección se puede realizar con un mínimo de 16 hasta 20 sensores, pero la cantidad exacta no se conocerá hasta que la calibración de la atenuación se realice en el lugar. La hoja de configuración de los sensores se muestra en la figura 1.

El cliente será el responsable de la remoción de cualquier aislamiento, remoción de pintura, y cualquier otro tipo de recubrimiento que se encuentre en la superficie del recipiente. El área aproximada que requiere la instalación de sensores es de 6” de diámetro.

******

**Fig. 1.- 2-D (Izquierda) y 3-D (Derecha) vista de las posibles posiciones de los sensores.**

La calibración en sitio de cada canal será realizada mediante una fuente de simulación AE o romper la mina de lápiz como se especifica en **T**-**1243**. En el lugar de calibración se deberá verificar el funcionamiento del sistema para el umbral, MARSE, contadores, la amplitud pico.

La caracterización la atenuación será realizada para determinar el espaciamiento máximo del sensor como se especifica en la **T**-**1243.2**. Una fuente estándar de emisión acústica ***Hsu****-****Nielsen*** se utilizará durante el proceso de atenuación.

Asimismo para las directrices de la colocación de los sensores que se señaló anteriormente, los sensores también se colocarán a una distancia mínima de las siguientes secciones críticas que pueden incluir**: soldaduras**, las **zonas de alto estrés**, **boquilla**s, **entradas hombre**, en **reparaciones**, **anillos de soporte** y los **defectos visuales**.

Una ubicación del Origen requerirá de por lo menos 3 sensores para detectar una emisión acústica a partir de un defecto activo. Por lo tanto se requerirá un sensor adicional de guía será colocado de tal manera que un salto desde cualquier localización es detectado por 3 o más sensores. El control de funcionamiento del sensor se realizara de acuerdo a lo especificado en **T-1243.5**.

1. **REVISION DEL RUIDO DE FONDO**

De un mínimo de 15 minutos se requerirá la revisión del ruido de fondo antes de comenzar la fase de presurización del recipiente a presión. Las guías usadas en T-1244.2.1 y T-1244.2.2 deberán ser usadas para solucionar posibles fuentes de ruido. En ambientes de alto ruido, un umbral variable puede ser usado para minimizar la infiltración de ruido en el sistema. En caso de que el nivel de ruido es consistentemente mayor que el nivel del código seleccionado, la prueba se deberá de concluir.

1. **PRESURIZACIÓN**

La secuencia de presurización deberá seguirse de acuerdo al código ASME *Boiler Pressure Vessel Code, Artículo 12.* En donde generalmente los incrementos de presión deberán ser de 50%, 65%, 85%, y el 100% de la presión máxima de la prueba. El periodo de retención para cada incremento deberá ser de 10 minutos y para el periodo de retención final deberá ser de hasta 30 minutos. (Ver figura T-1244.3.2). Normalmente la presión de prueba causara esfuerzos locales en regiones de alto estrés secundario. Tal esfuerzo local es acompañado por la emisión acústicas la cual no necesariamente es indicativo de una discontinuidad. Debido a esto, solo datos de periodos de amplitud grande y periodos de espera se consideran durante la primera carga del recipiente sin tratamiento térmico posterior a la soldadura (alivio de tensión). Si primero la carga de datos indica una discontinuidad posible o no es concluyente, el recipiente será re-presurizado del 50% al 100% de la presión de prueba de la carga intermedia posea el 50%, 65% y 85%. Los periodos de espera de la segunda presurización será el mismo que para la presurización original.



**Figura 2.- Ejemplo de una secuencia de prueba de presión de un recipiente a presión.**

1. **CRITERIO DE EVALUACIÓN**

La evaluación deberá ser realizada de acuerdo con la tabla T-1281 a menos que se especifique lo contrario por parte del cliente. El criterio a ser usado deberá ser establecido por la sección del código de referencia.

|  |
| --- |
| **TABLA T-1281** |
| **EJEMPLO DE CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LOCALIZACIÓN DE ZONAS** |
|  | **EMISIÓN DURANTE EL SOSTENIMIENTO DE LA CARGA** | **RANGO DE CONTADOR** | **NUMERO DE HITS** | **TAMAÑO DE AMPLITUD DE HITS** | **MARSE O AMPLITUD** | **ACTIVIDAD** | **UMBRAL DE EVALUACIÓN dB** |
| (Primera carga) recipiente a presión sin un tratamiento térmico post-soldadura | No más de EH Hits dentro del tiempo TH | No aplica | No aplica | No más de EA hits por encima de la amplitud especificada | El MARSE o las amplitudes no deberán incrementar con el incremento de la presión | La actividad no incrementará con el incremento de la presión | VTH |
| Otros recipientes a presión que no estén incluidos en la primera categoría | No más de EH Hits dentro del tiempo TH | Menos de NT contadores por cada sensor para el incremento de carga especificado | No más de ET hits por encima de la amplitud especificada | No más de EA hits por encima de la amplitud especificada | El MARSE o las amplitudes no deberán incrementar con el incremento de la presión | La actividad no incrementará con el incremento de la presión | VTH |

1. **REPORTES**

El reporte técnico deberá incluir los siguientes puntos:

* Identificación técnica completa del recipiente a presión, incluyendo el tipo de material, método de fabricación, número de serie y nombre del fabricante.
* Un dibujo del recipiente con la localización de los sensores.
* Fluido de prueba usado.
* Temperatura del fluido de prueba.
* Secuencia de la prueba, tiempos de espera, y niveles de llenado.
* Resultados de caracterización de la atenuación.
* Documentación de la calibración de los equipos.
* Interpretación de los datos de emisión acústica de acuerdo al criterio de evaluación.
* Fecha de la prueba.
* Identificación de las localizaciones de fallas que no cumplen con el criterio de localización.
* Nombre y calificaciones de la persona quien realizo la prueba.
* Descripción completa de la instrumentación y sensores usados en la prueba de emisiones acústicas.

Los siguientes resultados de la prueba deberán ser incluidos:

* Hits de emisiones acústicas por encima del umbral vs tiempo y/o presión para zonas de interés.
* Conteo total vs tiempo y/o presión.
1. **SOPORTE DE EQUIPO**
* Preparación de tanques aislados para la instalación de sensores.
* Pemex deberá realizar los cortes al aislamiento en los recipientes que así lo requieran, antes de la prueba.
* A la llegada de los inspectores de Emisión Acústica, el recipiente deberá quedar completamente accesible.
* Suministro Eléctrico: De una sola fase, 110 V, 60 Hz C.A., circuito dedicado, con sistema trifásico triple conexión / triple alambre (ground, neutral and hot), intrínsecamente seguro (si es requerido por el cliente de la instalación en donde se localiza el recipiente) el cable se proporcionara única y exclusivamente para el personal de la prueba de emisión acústica en el lugar de la prueba. El circuito deberá ser revisado antes de la llegada del personal de inspección de Emisión Acústica, con especial énfasis a la conexión de la fuente de alimentación y la presencia de una tierra independiente eficaz y sin ningún tipo de lazo que lo pueda aterrizar.
1. **ESFERAS**
2. **INTRODUCCIÓN**

Este documento describe el procedimiento para la realización de la inspección por emisión acústica para recipientes esféricos de acero sometidos a presión. Este método sigue el procedimiento descrito en el código Boiler Pressure Vessel 2007, sección V, artículo 12, Examinación por Emisión Acústica a recipientes metálicos sometidos a presión durante la prueba de presión.

1. **PREPARACIÓN PARA LA PRE INSPECCIÓN**

El cliente completará y entregará la forma de pre inspección en el apéndice 1, por lo menos 10 días hábiles antes del día programado para realizar la prueba.

1. **INSTRUMENTACIÓN**

La siguiente instrumentación o un equivalente será usada para el desarrollo de la prueba de emisión acústica de recipientes esféricos:

* Vallen AMSY-5 o equivalente
* Multicanal DISP-4 de Physical Acoustics o equivalente
* La capacidad mínima del sistema para transformar las señales analógicas a digitales será de 12 bits
1. **SENSORES**

Los siguientes sensores de 150 KHz son recomendados para la realización de la inspección para recipientes esféricos:

* Sensores R15i de 150 KHz marca Physical Acoustics
* Sensores con un pre-amp integral de 150 KHz marca Vallen

Los sensores deberán ser instalados de acuerdo a los procedimientos normados de emisión acústica. Se usará gel de silicón como acoplante. Se utilizarán abrazaderas magnéticas para poner y sostener los sensores en su lugar. Los cables deberán ser sostenidos de acuerdo a su peso para que esté no represente un riesgo en el sostenimiento del sensor.

Los sensores serán puestos sobre el recipiente como es recomendado en el código sección V artículo 11 T-1243, figura A-1250.

La calibración de cada canal se llevará a cabo usando un simulador de emisión acústica o la ruptura de una punta de lápiz como es especificado en T-1243. En el lugar de la calibración se verificará la operación del sistema para el umbral, MARSE, contadores y picos de amplitud.

La caracterización se desarrollará para determinar el máximo espaciamiento entre sensores como se especifica en T-1243.2. Se utilizará una fuente de emisión acústica estándar Hsu-Nielsen durante la atenuación del proceso.

Adicionalmente de las consideraciones de colocación de sensores mencionadas líneas arriba, los sensores también serán colocados dentro de una mínima distancia de las siguientes secciones críticas, tales como, soldaduras, zonas de alto estrés, boquillas, entradas hombre, reparaciones, anillos de soportes y defectos detectados visualmente.

La localización de la fuente requerirá de al menos tres sensores para detectar una emisión acústica de algún defecto activo. Por lo tanto, la localización de un sensor adicional, requiere que los sensores sean localizados, de tal manera que la ruptura de la punta del lápiz sea detectada por cualquier sensor. La verificación de sensores se desarrollará como se especifica en T-1243.5.

1. **VERIFICACIÓN DE RUIDOS**

Es requerido por lo menos 15 minutos de verificación de ruidos antes de empezar la primera etapa de presurización del recipiente esférico sometido a presión. La guía usada en T-1244.2.1 y T-1244.2.2 será usada para solucionar los posibles problemas ocasionados por fuentes de ruidos externas. En ambientes demasiado ruidosos, se puede usar un umbral flotante para minimizar la filtración de ruido en el sistema. En caso de que el nivel de ruido sea mayor que el código de umbral seleccionado, la prueba se tendrá que concluir.

1. **PRESURIZACIÓN**

La secuencia de presurización será seguida tal cual se muestra en la figura 1. La segunda secuencia de presurización se requerirá si la primera prueba queda inconclusa o muestra una discontinuidad. Los rangos de presurización deberán de ser lo mar rápido posibles para no poner en riesgo la fiabilidad de la prueba debido a los ruidos externos.

La presurización se terminará si el contador de emisión acústica o MARSE incrementa rápidamente con la carga.

**FIGURA 1. SECUECIA DE PRESURIZACIÓN RECOMENDADA**

1. **EVALUACIÓN**

La evaluación se realizará de acuerdo a la tabla T-1281, a menos que se especifique lo contrario por el cliente. Los criterios que deben utilizarse serán establecidos por la sección del código de referencia.

|  |
| --- |
| **TABLA T-1281** |
| **EJEMPLO DE CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LOCALIZACIÓN DE ZONAS** |
|  | **EMISIÓN DURANTE EL SOSTENIMIENTO DE LA CARGA** | **RANGO DE CONTADOR** | **NUMERO DE HITS** | **TAMAÑO DE AMPLITUD DE HITS** | **MARSE O AMPLITUD** | **ACTIVIDAD** | **UMBRAL DE EVALUACIÓN dB** |
| (Primera carga) recipiente a presión sin un tratamiento térmico post-soldadura | No más de EH Hits dentro del tiempo TH | No aplica | No aplica | No más de EA hits por encima de la amplitud especificada | El MARSE o las amplitudes no deberán incrementar con el incremento de la presión | La actividad no incrementará con el incremento de la presión | VTH |
| Otros recipientes a presión que no estén incluidos en la primera categoría | No más de EH Hits dentro del tiempo TH | Menos de NT contadores por cada sensor para el incremento de carga especificado | No más de ET hits por encima de la amplitud especificada | No más de EA hits por encima de la amplitud especificada | El MARSE o las amplitudes no deberán incrementar con el incremento de la presión | La actividad no incrementará con el incremento de la presión | VTH |

1. **PRESENTACIÓN DE INFORMES**

El informe técnico deberá incluir lo siguiente:

* Identificación completa del recipiente incluyendo, tipo de material, método de fabricación, numero de serie y nombre de quien lo manufacturó.
* Croquis del recipiente con la localización de los sensores.
* Fluido usado para la prueba.
* Temperatura del fluido usado para la prueba.
* Secuencia de rangos de presión usados, tiempo que se mantuvo dicha presión y los niveles de presión que se mantuvieron.
* Resultados de la caracterización de atenuación.
* Documentación de calibración.
* Interpretación de los datos de emisión acústica obtenidos de acuerdo con los criterios de evaluación.
* Identificación de la ubicación donde los criterios de evaluación no cumplieron con lo establecido.
* Fecha de la prueba.
* Nombre y calificaciones de la prueba.
* Descripción completa de la instrumentación y sensores utilizados para la prueba de emisión acústica.

Deberán ser incluidos los siguientes resultados de las pruebas en los informes:

* Pulsaciones de emisión acústica por encima del umbral Vs. tiempo y/o presión, para las zonas de interés.
* Total de cuentas Vs. tiempo y/o presión.

Fin de documento