



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

U N A M

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

**ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA
PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO
DE RECIPIENTES A PRESIÓN**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO QUÍMICO**

P R E S E N T A N:

**PLATA ORTIZ MARÍA DE LOS ANGELES
ROMO ABRAJAN AMPARO**

DIRECTOR DE TESIS:

M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO TEJEDA



MÉXICO, D.F. SEPTIEMBRE DEL 2009



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



A Dios

Por la vida, la familia y la dicha de cumplir mis metas y objetivos propuestos.

A mis Padres

José A. Plata Andrade y Fé H. Ortiz Santiago porque solo la superación de mis ideales, me han permitido comprender cada día más, la difícil posición de ser padres, mis conceptos, mis valores morales y mi superación se las debo a ustedes; esta será la mejor de las herencias, lo reconozco y lo agradeceré eternamente. En adelante pondré en práctica mis conocimientos y el lugar que en mi mente ocuparon los libros, ahora será de ustedes, esto, por todo el tiempo que les robé pensando en mí. ***¡Gracias!***

A mi Hermana

Por todos los bellos momentos que pase a tu lado, por los recuerdos inolvidables que me dejaste, por ser la mejor hermana del mundo, siempre te llevaré en mi mente y corazón.

A mis Hermanos

Martín el mas serio, Jorge el mas divertido, Néstor el mas rebelde y Migue el mas pequeño; por que siempre he contado con ellos para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad. Los quiero mucho.

A mis Tíos, Primos y Familiares.

A mis Amigos

Amparo, Anabel, Karina, Karla, Sandra, Sonia, Armando, Carlos Alfredo, Christian, Eduardo, Hugo, Julio, Martin, Miguel, Rodrigo; por todas las experiencias vividas.

A los Sinodales.

Pablo Valero, Ramón Mora, Néstor López, Fausto Calderas, Ada Meza, por el apoyo brindado para la realización de está tesis.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y en especial a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, por permitirme ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país.

¡Gracias!

Ma. Ángeles Plata Ortiz.



A mis Padres

Amparo Abrajan Serrano y Rafael Romo Beltrán, por la vida y la experiencia de ser su hija, les dedico este proyecto.

SILVIA

Por ser el ejemplo de una hermana mayor y de la cual aprendí aciertos y momentos difíciles, este triunfo también es tuyo.

SALOMON Y REBECA

Por que me he divertido mucho a su lado sobrinos, los quiero.

EVERARDO

Por que eres importante en mí vida, y por algo hemos compartido tantas cosas juntos.

A mis Amigos

Ángeles, Alejandro(a), Anabel, Araceli, Armando, Adrian, Alba Ada, Abigail, Benjamín, Blanca, Carmen, Carlos, Consuelo, Christian, Dora, Danelia, Diana, Dominga, Elba, Esmeralda, Esaú, Eduardo, Emis, Esperanza, Elvira, Elizabeth, Fausto, Fernando, Fabiola, Guadalupe, Gerardo, Gladys, Hortencia, Hayde, Hanny, Hugo, Issel, José Luis, José Carlos, Jorge, Juan, Karla, Karina, Karen, , Laudet, Lucía, Lorena, Luz ma., Miriam, María, Maricarmen, Manuel, Marlene, Miguel, Mónica, Magali, Néstor, Norma, Oscar, Octavio, Omar, Pas, Paola, Pablo, Rosy, Raquel, Ramón, Rosaura, Rosalía, Raúl, Rodolfo Roberto, Santos, Sonia, Sandra, Sairy, Sarahy, Teresa, Trinidad, Tsayuri, Viridiana, Vicky, Victoria, Vianey, Yoana, Yunuen, Yazmin, Yanet. Por que no es ninguna casualidad el habernos conocido.

A los Sinodales.

Pablo Valero, Ramón Mora, Néstor López, Fausto Calderas, Ada Meza, por el apoyo brindado para la realización de está tesis.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y en especial a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, por permitirme ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país.

¡Gracias!

Amparo Romo Abrajan.





ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS	3
Objetivo General	
Objetivos Particulares	
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	4
1.1. Tipos de recipientes	6
1.1.1. Por su uso	6
1.1.2. Por su forma	6
1.1.2.1. Recipientes abiertos	6
1.1.2.2. Recipientes cerrados	6
1.2. Tipos de tapas de recipientes bajo presión interna	7
1.2.1. Tapas planas	7
1.2.2. Tapas toriesféricas	7
1.2.3. Tapas semielípticas	7
1.2.4. Tapas semiesféricas	7
1.2.5. Tapa 80:10	7
1.2.6. Tapas cónicas	7
1.2.7. Tapas toricónicas	7
1.2.8. Tapas planas con ceja	8
1.2.9. Tapas únicamente abombadas	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Definición de presión	10
2.2. Tipos de presión	10
2.2.1. Presión absoluta	10
2.2.2. Presión atmosférica	10
2.2.3. Presión manométrica	10
2.2.4. Vacío	11
2.3. Código ASME	11
2.4. Especificaciones para el diseño de recipientes sometidos a presión	12
2.4.1. Generalidades	13
2.4.2. Diseño	13
2.4.3. Fabricación	16
2.4.4. Entrada de diseño	16
2.4.5. Salida de diseño	16
2.4.6. Revisión de diseño	16
2.4.7. Cambios de diseño	16



ÍNDICE (CONTINUACIÓN)

2.5. Criterios de diseño	16
2.5.1. Materiales para recipientes a presión	16
2.5.1.1. Especificaciones de los aceros	16
2.5.1.2. Clases de materiales	17
2.6. Propiedades que deben tener los materiales para satisfacer las condiciones de servicio	19
2.6.1. Propiedades mecánicas	19
2.6.2. Propiedades físicas	19
2.6.3. Propiedades químicas	19
2.6.4. Soldabilidad	19
2.7. Clasificación de fallas	20
2.7.1. Deformación elástica excesiva	20
2.7.2. Inestabilidad elástica, inestabilidad plástica	20
2.7.3. Ruptura por fragilidad, termofluencia o corrosión	20
CAPÍTULO III. CÁLCULOS PARA EL RECIPIENTE	22
3.1. Cálculos para el diseño del recipiente	23
3.1.1. Cálculo del volumen interior	24
3.1.2. Cálculo de la superficie sujeta a presión	24
3.1.3. Cálculo de espesores por presión interior	24
3.1.4. Cálculo de la presión máxima de trabajo	25
3.1.5. Cálculo de la presión de prueba hidrostática	25
3.1.6. Cálculo de la presión de prueba neumática	25
3.2. Válvula de seguridad	26
3.2.1. Tipos de válvulas de seguridad	26
3.2.2. Elementos de una válvula de seguridad	27
3.2.3. Cálculos para la válvula de seguridad	28
CAPÍTULO IV. PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS	29
4.1. Inspección visual	30
4.2. Líquidos penetrantes	30
4.3. Ultrasonido	31
4.4. Medición de espesores	32
4.5. Metalografía	32
4.6. Dureza	32



ÍNDICE (CONTINUACIÓN)

4.7. Procedimientos para realizar las pruebas no destructivas a los recipientes sujetos a presión	33
4.7.1. Procedimiento para la inspección con líquidos penetrantes	33
4.7.2. Procedimiento para la medición de durezas	40
4.7.3. Procedimiento para la medición de espesores	47
4.7.4. Procedimiento para la inspección visual	52
4.7.5. Procedimiento para la réplica metalográfica de campo	56
4.7.6. Procedimiento para la detección de fallas con haz angular de ultrasonido	61
4.7.8. Procedimiento para la detección de fallas con haz recto de ultrasonido	75
CAPÍTULO V. ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	80
5.1. Separador No.1 FA-3101	82
5.2. Separador de líquidos VL-MC-6	148
CAPÍTULO VI. TRÁMITES DE PERMISO ANTE LA Secretaría Trabajo Previsión Social (STPS)	209
6.1. Procedimientos para obtener el permiso de funcionamiento	210
6.2. Razones técnicas y/o económicas que dificultan las pruebas señaladas en la norma	212
6.3 ¿Qué es una verificación?	213
6.4. U.V. de calderas y recipientes sujetos a presión	214
CONCLUSIONES	218
RECOMENDACIONES	220
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	221
APÉNDICE I	
Norma Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2002	
APÉNDICE II	
Glosario	

ÍNDICE DE FIGURAS, FORMATOS Y TABLAS

LISTA DE FIGURAS

Fig. 3.1 Elementos de una válvula de seguridad	27
Fig. 4.1 Sensor o transductor acústicamente acoplado en la superficie de un material	31
Fig. 4.2 Esquema para la localización de las zonas de Inspección por Líquidos Penetrantes en Recipientes de Proceso.	34
Fig. 4.3 Esquema para la localización de las zonas de Inspección por Líquidos Penetrantes en Recipientes de Servicios.	34
Fig. 4.4 Esquema para la localización de las zonas de Inspección por Líquidos Penetrantes en Recipientes de Aire.	35
Fig. 4.5 Esquema para la localización de los puntos de medición de espesores en Sección cilíndrica, tapas y boquillas de Recipientes de Proceso, Servicio y Aire.	49
Fig. 4.6 Esquema para la localización de los puntos de medición de espesores en Sección cilíndrica, tapas y boquillas de Recipientes de Proceso, Servicio y Aire (Continuación).	50
Fig. 4.7 Esquema para la localización de las zonas de Inspección por Ultrasonido Haz angular en Recipientes de Proceso.	65
Fig. 4.8 Esquema para la localización de las zonas de Inspección por Ultrasonido Haz angular en Recipientes de Servicio.	65
Fig. 4.9 Esquema para la localización de las zonas de Inspección por Ultrasonido Haz angular en Recipientes de Aire.	66
Fig. 4.10 Bloque básico de calibración.	71
Fig. 4.11 Block de calibración IIW tipo II.	72
Fig. 4.12 Determinación de la zona de barrido.	72
Fig. 4.13 Formas de barrido.	73
Fig. 4.14 Fórmula para determinar la distancia de brinco (DB).	73

LISTA DE FORMATOS

F-01 Formato de reporte de inspección de líquidos penetrantes.	39
F-02 Formato de reporte de dureza.	44
F-03 Formato de reporte de inspección ultrasónica. (Medición de espesores)	51
F-04 Formato de reporte de inspección visual.	55
F-05 Formato de reporte de análisis metalográfico.	60
F-06 Formato de reporte de inspección ultrasónica (haz angular).	74
F-07 Formato de reporte de inspección ultrasónica (haz recto).	79

LISTA DE TABLAS

Tabla-01 Aceros recomendables para ciertas temperaturas.	18
Tabla-02 Conversiones.	45



RESUMEN

El presente trabajo integra conforme a la norma oficial mexicana NOM-020-STPS-2002 los expedientes de 2 recipientes sujetos a presión que operan en la Terminal Marítima de Dos Bocas Tabasco, demostrando la seguridad del equipo por el método de ensayos no destructivos (medición de espesores, ultrasonido por haz recto, ultrasonido por haz angular, metalografía, líquidos penetrantes e inspección visual), con el objetivo de obtener ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) el permiso de funcionamiento de los mismos.

Los trabajos de levantamiento físico en campo, el reporte fotográfico y recopilación de información, permiten calcular el espesor mínimo de envoltente y tapas, que junto con los reportes de calibración de espesores obtenidos de pruebas ultrasónicas determinarán la vida útil del equipo, así mismo permiten calcular la presión máxima de trabajo que puede resistir el equipo, y determinar cual de ellos no cumple con la norma por tener un espesor mínimo remanente, y que por ello se tiene que emplazar a su próximo retiro.

Lo anterior se realiza debido a que es importante cuidar la integridad mecánica de los recipientes a presión, cambiadores de calor, tanques atmosféricos, que manejen, almacenen sustancias inflamables y de riesgo para la salud del personal que labora en los centros de proceso, así como mantener los dispositivos de seguridad propios de los equipos en condiciones óptimas, junto con su programa de mantenimiento y ajuste, para dar cumplimiento a la NOM-020-STPS-2002.



INTRODUCCIÓN

Hoy en día es importante mantener las instalaciones de las plataformas petroleras y de las plantas terrestres en óptimas condiciones para su operación, confiabilidad, funcionamiento y salvaguardar la integridad del personal que labora en ellas. Los recipientes de proceso, cambiadores de calor y líneas de tubería son diseñados para contener un sistema a presión. El diseño está basado en la presión de operación normal a la temperatura de operación, el efecto de cualquier combinación de cargas mecánicas tiende a romper la diferencia entre la operación y la presión de calibración de los elementos de seguridad.

Los recipientes a presión son diseñados mecánicamente para prevenir presión en cualquier parte del equipo mas allá de un excedente acumulado permisible y que mediante el uso de dispositivos de seguridad y relevo de presión ante una posible sobrepresión, los hidrocarburos son desfogados directamente a los quemadores elevados, que se consideran el seguro de vida de la propias instalaciones

Es importante considerar tanques atmosféricos que almacenan fluidos, tales como hidrocarburos inflamables, reactivos químicos, etc., también es recomendable que su integridad mecánica sea evaluada aplicando la normativa vigente NOM-020-STPS-2002, conjuntamente con la NOM-018-STPS-2000.

Dado lo anterior en el presente trabajo se plantea el objetivo principal de integrar conforme a la norma oficial mexicana NOM-020-STPS-2002 los expedientes técnicos de dichos recipientes sujetos a presión que operan en las plantas petroleras de la República Mexicana. Lo anterior se obtiene demostrando la seguridad del equipo por el método de ensayos no destructivos, con el objetivo de obtener ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) el permiso de funcionamiento de los mismos.



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Integrar el protocolo con la información técnica para verificar que los recipientes a presión de cualquier tipo cuenten con las condiciones de seguridad y los dispositivos requeridos por la norma NOM-020-STPS-2002 de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

OBJETIVOS PARTICULARES:

- Analizar los parámetros para la elaboración de la información técnica requerida por la norma NOM-020-STPS-2002 de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- Conocer los requerimientos para obtener la licencia de funcionamiento de 2 recipientes a presión analizados.
- Analizar los resultados arrojados de las pruebas no destructivas para saber si los recipientes a presión cubren con las especificaciones necesarias para su certificación.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



CAPÍTULO I ANTECEDENTES



I. ANTECEDENTES

Los primeros antecedentes del uso de recipientes a presión datan de finales de 1700, sobresale el uso de calderas y la necesidad de proteger al personal de fallas catastróficas de las calderas para generación de vapor con presiones mayores a la atmosférica.

En junio de 1817, el comité del consejo de Filadelfia expone las explosiones de calderas de barcos. Este comité recomienda que se establezca un Instituto Legislador y se reglamenten las capacidades de presión; instalación adecuada de la válvula de alivio e inspección mensual.

En 1911, debido a la falta de uniformidad para la fabricación de calderas, los fabricantes y usuarios de calderas y recipientes a presión recurrieron al consejo de la Asociación Americana de Pruebas Mecánicas (por sus siglas en inglés ASTM), para corregir esta situación.

En respuesta a las necesidades de diseño y estandarización, numerosas sociedades fueron formadas entre 1911 y 1921, tales como la ASA (Asociación Americana de Estándares) ahora ANSI (Instituto Americano de Estándares Nacionales) el AISC (Instituto Americano del Acero de Construcción) y la AWS (Sociedad Americana de Soldadura).

Los códigos estándares fueron establecidos para proporcionar métodos de fabricación, registros y reportar datos de diseño.

La Norma Oficial Mexicana NOM-122-STPS-1996, relativa a las Condiciones de Seguridad e Higiene para el Funcionamiento de los Recipientes Sujetos a Presión y Generadores de Vapor o Calderas que Operen en los Centros de Trabajo, entró en vigor de manera paralela al Capítulo III, Sección I del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo y que al mismo tiempo abrogó al reglamento para la inspección de generadores de vapor y recipientes sujetos a presión.

Posteriormente, en noviembre de 2000, se presentó el Proyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-122-STPS-1996, relativa a las Condiciones de Seguridad e Higiene para el Funcionamiento de Recipientes Sujetos a Presión y Generadores de Vapor o Calderas que Operen en los Centros de Trabajo, para quedar como NOM-020-STPS-2001, Recipientes Sujetos a Presión y Calderas-Funcionamiento-Condiciones de Seguridad.

Para su mejor comprensión y unificación por contener elementos afines, ha quedado finalmente, como Norma Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2002, Recipientes Sujetos a Presión y Calderas-Funcionamiento-Condiciones de Seguridad. Este documento normativo, hoy en día establece los trámites administrativos que hay que realizar ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), para obtener la solicitud de aviso de funcionamiento de los recipientes sujetos a presión y generadores de vapor o calderas, tanto nuevas como existentes.

Con base en lo anterior, para que un tanque o recipiente a presión pueda operar, se requiere integrar conforme a la norma oficial mexicana NOM-020-STPS-2002 los expedientes técnicos de dichos recipientes sujetos a presión que operan en las plantas de la República Mexicana. Lo anterior se obtiene demostrando la seguridad del equipo por el método de ensayos no destructivos, con el objetivo de obtener ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) el permiso de funcionamiento de los mismos.



1.1. Tipos de recipientes

Existen numerosos tipos de recipientes que se utilizan en las plantas industriales o de procesos. Algunos de estos tienen la finalidad de almacenar sustancias que se dirigen o convergen de algún proceso, este tipo de recipientes son llamados en general tanques. Los diferentes tipos de recipientes que existen, se clasifican de la siguiente manera:

1.1.1. Por su uso.

Los podemos dividir en recipientes de almacenamiento y en recipientes de proceso..

Los primeros nos sirven únicamente para almacenar fluidos a presión y de acuerdo con sus servicios son conocidos como tanques de almacenamiento, tanques de día, tanques acumuladores, etc.

1.1.2. Por su forma.

Los recipientes a presión pueden ser cilíndricos o esféricos. Los primeros son horizontales o verticales y pueden tener en algunos casos, chaquetas para incrementar o disminuir la temperatura de los fluidos según sea el caso.

Los esféricos se utilizan generalmente como tanques de almacenamiento, y se recomiendan para almacenar grandes volúmenes a altas presiones. Puesto que la forma esférica es la forma natural que toman los cuerpos al ser sometidos a presión interna esta sería la forma más económica para almacenar fluidos a presión sin embargo en la fabricación de estos es mucho más cara a comparación de los recipientes cilíndricos.

Los tipos más comunes de recipientes pueden ser clasificados de acuerdo a su geometría como:

1.1.2.1. Recipientes Abiertos.

Los recipientes abiertos son comúnmente utilizados como tanque igualador o de oscilación como tinajas para dosificar operaciones donde los materiales pueden ser decantados como: desecadores, depósitos, etc.

La decisión de que un recipiente abierto o cerrado es usado dependerá del fluido a ser manejado y de la operación. Estos recipientes son fabricados de acero, concreto y PVC. Sin embargo; en los procesos industriales son construidos de acero al carbón por su bajo costo inicial y fácil fabricación.

1.1.2.2. Recipientes Cerrados.

En estos se deben contener fluidos combustibles o tóxicos o gases, sustancias químicas peligrosas, tales como ácidos o sosa cáustica.



1.2. Tipos de tapas de recipientes bajo presión interna

Los recipientes sometidos a presión pueden estar contruidos por diferentes tipos de tapas o cabezas. Cada una de estas es más recomendable a ciertas condiciones de operación y costo monetario.

1.2.1. Tapas planas.

Se utilizan para recipientes sujetos a presión atmosférica, generalmente, aunque en algunos casos se usan también en recipientes a presión. Su costo entre las tapas es el más bajo. Se utilizan también como fondos de tanques de almacenamiento de grandes dimensiones.

1.2.2. Tapas toriesféricas.

Son las de mayor aceptación en la industria, debido a su bajo costo y a que soportan grandes presiones manométricas, su principal característica es que el radio del abombado (curvado) es aproximadamente igual al diámetro. Se pueden fabricar en diámetros desde 0.3 hasta 6 m. (11.8 - 236.22 pulgadas).

1.2.3. Tapas semielípticas.

Son empleadas cuando el espesor calculado de una tapa toriesférica es relativamente alto, ya que las tapas semielípticas soportan mayores presiones que las toriesféricas. El proceso de fabricación de estas tapas es troquelado, su silueta describe una elipse relación 2:1, su costo es alto y en México se fabrican hasta un diámetro máximo de 3 m.

1.2.4. Tapas semiesféricas.

Utilizadas exclusivamente para soportar presiones críticas, como su nombre lo indica, su silueta describe una media circunferencia perfecta, su costo es alto y no hay límite dimensional para su fabricación.

1.2.5. Tapa 80:10.

Ya que en México no se cuentan con prensas lo suficientemente grandes, para troquelar tapas semielípticas 2:1 de dimensiones relativamente grandes, se ha optado por fabricar este tipo de tapas, cuyas características principales son: el radio de abombado es el 80% de diámetro y el radio de esquina o de nudillos es igual a el 10% del diámetro. Estas tapas se utilizan como equivalentes a la semielíptica 2:1.

1.2.6. Tapas cónicas.

Se utilizan generalmente en fondos donde pudiese haber acumulación de sólidos y como transiciones en cambios de diámetro de recipientes cilíndricos.

1.2.7. Tapas toricónicas.

A diferencia de las tapas cónicas, este tipo de tapas tienen en su diámetro, mayor radio de transición que no deberá ser menor al 6% del diámetro mayor ó 3 veces el espesor.



1.2.8. Tapas planas con ceja.

Estas tapas se utilizan generalmente para presión atmosférica, su costo es relativamente bajo, y tienen un límite dimensional de 6 metros de diámetro máximo.

1.2.9. Tapas únicamente abombadas.

Son empleadas en recipientes a presión manométrica relativamente baja, su costo puede considerarse bajo, sin embargo, si se usan para soportar presiones relativamente altas, será necesario analizar la concentración de esfuerzos generada, al efectuar un cambio brusco de dirección.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Definición de presión

La presión es la magnitud que relaciona la fuerza con la superficie sobre la que actúa, es decir, equivale a la fuerza que actúa sobre la unidad de superficie. Cuando sobre una superficie plana de área A se aplica una fuerza normal F de manera uniforme y perpendicularmente a la superficie, la presión P viene dada por:

$$P = \frac{F}{A}$$

El control de la presión en los procesos industriales da condiciones de operación seguras. De acuerdo con el material y la construcción, las presiones excesivas no solo pueden provocar la destrucción del equipo, si no también puede provocar la destrucción del equipo adyacente y ponen al personal en situaciones peligrosas, particularmente cuando están implícitos, fluidos inflamables o corrosivos. Para tales aplicaciones, las lecturas absolutas de gran precisión con frecuencia son tan importantes como lo es la seguridad extrema.

Por otro lado, la presión puede llegar a tener efectos directos o indirectos en el valor de las variables del proceso (como la composición de una mezcla en el proceso de destilación). En tales casos, su valor absoluto medio o controlado con precisión de gran importancia ya que afectaría la pureza de los productos poniéndolos fuera de especificaciones

2.2. Tipos de presión

2.2.1. Presión absoluta

Es la presión del fluido medido con referencia al vacío perfecto o cero absoluto. La presión absoluta es cero únicamente cuando no existe choque entre las moléculas lo que indica que la proporción de moléculas en estado gaseoso o la velocidad molecular es muy pequeña. Este término se creó debido a que la presión atmosférica varía con la altitud y muchas veces los diseños se hacen en otros países a diferentes altitudes sobre el nivel del mar por lo que un término absoluto unifica criterios.

2.2.2. Presión atmosférica

Es la presión ejercida por el aire en cualquier punto de la atmósfera, quiere decir que estamos sometidos a una presión (atmosférica), la presión ejercida por la atmósfera de la tierra, tal como se mide normalmente por medio del barómetro (presión barométrica). Al nivel del mar o a las alturas próximas a este, el valor de la presión es cercano a 14.7 lb./plg^2 ($101,35 \text{ Kpa}$), disminuyendo estos valores con la altitud.

2.2.3. Presión manométrica

Es la diferencia entre la presión absoluta del fluido y la presión atmosférica.

2.2.4. Vacío

Se refiere a presiones manométricas menores que la atmosférica, que normalmente se miden, mediante los mismos tipos de elementos con que se miden las presiones superiores a la atmosférica, es decir, por diferencia entre el valor desconocido y la presión atmosférica existente. Los valores que corresponden al vacío aumentan al acercarse a cero absoluto y, por lo general, se expresa a modo de centímetros de mercurio (cmHg), metros de agua, etc. De la misma manera que para las presiones manométricas, las variaciones de la presión atmosférica tienen solo un efecto pequeño en las lecturas del indicador de vacío.

2.3 Código ASME

ASME es el acrónimo de American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos). Es una asociación profesional, que ha generado un código de diseño, construcción, inspección y pruebas para equipos. Entre otros, calderas y recipientes a presión.

Este código tiene aceptación mundial y es usado en todo el mundo. Hasta el 2006, ASME tiene 120,000 miembros

Clasificación del código A.S.M.E.

- Sección I Calderas de Potencia
- Sección II Especificación de Materiales
- Sección III Requisitos generales para División 1 y División 2
- Sección IV Calderas para Calefacción
- Sección V Pruebas no Destructivas
- Sección VI Reglas y Recomendaciones para el cuidado y operación de las Calderas de Calefacción
- Sección VII Guía y recomendaciones para el cuidado de Calderas de Potencia
- Sección VIII Recipientes a Presión
- Sección IX Calificación de Soldadura
- Sección X Recipientes a Presión de Plástico reforzado en fibra de Vidrio
- Sección XI Reglas para Inspección en servicio de Plantas Nucleares

Código ASME Sección VIII División 1

En esta parte del código se establecen los requerimientos mínimos para el diseño, fabricación e inspección y para obtener la certificación autorizada de la ASME para los recipientes a presión.

Con base a esto se ha dividido en:

- Subsección A. Parte UG que cubre los requerimientos generales.
- Subsección B. Requerimientos de fabricación.
- Parte UW.- Para recipientes que serán fabricados por soldadura.
- Parte UF.- Para recipientes que serán fabricados por forjado.
- Parte UB.- Para recipientes que serán fabricados utilizando un material de relleno no ferroso a este proceso se le denomina "brazing".
- Subsección C. Requerimientos de materiales.
- Parte UCS.- Para recipientes construidos con acero al carbón y de baja aleación.
- Parte UNF.- Para los construidos con materiales no ferrosos.

- Parte UCI.- Para los construidos con hierro fundido.
- Parte UCL.- Para los construidos con una placa "clad" integral o con recubrimiento tipo "lining".
- Parte UCD.- Para los construidos con hierro fundido dúctil.
- Parte UNT.- Para los construidos con aceros ferríticos con propiedades de tensión mejoradas por tratamiento térmico.
- Parte ULW.- Para los fabricados por el método de multicanas.
- Parte ULT.- Para los construidos con materiales con esfuerzos permisibles más altos a bajas temperaturas.

Limitaciones de la división 1

- La presión deberá ser menor a 3000 psi.
- Calentadores tubulares sujetos a fuego.
- Recipientes a presión que son parte integral de componentes de sistemas de tubería.
- Sistemas de tuberías.
- Componentes de tubería.
- Recipientes para menos de 454.3 litros (120 galones) de capacidad de agua, que utilizan aire como elemento originador de presión.
- Tanques que suministran agua caliente bajo las siguientes características:

Suministro de calor no mayor de 58,600 W (200,000 Btu/h).

Temperatura del agua de 99° C (210°F).

Capacidad de 454.3 L (120 galones).

Recipientes sujetos a presión interna o externa menor de 1.0055 Kg./cm² (15psi).

Recipientes que no excedan de 15.2 cm. (6 pulg.) de diámetro.

2.4. Especificaciones para el diseño de recipientes sometidos a presión.

2.4.1. Generalidades.

Si bien existen varias normas que son de aplicación, elaboradas por países de reconocida capacidad técnica en la materia, la norma internacionalmente más reconocida y de uso más común, es la Secc VIII Div.1 "Pressure Vessels" del Código ASME. Esta norma cubre el diseño, la selección de materiales, la fabricación, la inspección, las pruebas, los criterios de aprobación y la documentación resultante de las distintas etapas a cumplir.

El adquirente de un recipiente, debe informar al fabricante sus requisitos operativos (presión y temperatura) tipo y características de fluido, capacidad volumétrica, forma de sustentación, limitaciones dimensionales del lugar de emplazamiento y cualquier otra característica particular que deba ser considerada. Si se cuenta con un anteproyecto previo, podrá incluir también la especificación del material constructivo, tipo de cabezales, accesorios operativos y de inspección, nivel del control de soldaduras, terminación superficial, tolerancia por corrosión, etc.

Planilla de datos básicos de diseño:

- Plano constructivo.
- Memorias de cálculo de envolvente, cabezales y demás componentes que en cada caso corresponda incluir.
- Lista de materiales.
- Planilla de calificación del(los) procedimiento(s) de soldadura, avalados por Inspector Nivelado.
- Certificado de calificación de habilidad de los Soldadores/Operadores.
- Programa de Fabricación y Plan de Inspecciones previsto para el control de fabricación.
- Certificado de fabricación de la válvula ó en su defecto, de Laboratorio reconocido que certifique por los análisis físicos y químico la calidad de la chapa a utilizar.
- Documentación requerida, para que, junto con los respaldos del control de fabricación, permita tramitar la aprobación del recipiente ante el Ente Estatal que corresponde.

2.4.2. Diseño.

La Sección VIII Div1 y Div 2 del Código, son parte de los denominados Códigos de Construcción de ASME. Los mismos contienen todo lo concerniente al diseño, la fabricación y el correspondiente control. A su vez, también hacen referencia a las fuentes de consulta sobre aspectos específicos tales como Materiales, Soldaduras y Ensayos no Destructivos, a los que denomina Códigos de Referencia. Estos son: Secc.II: Materiales – Secc.V:

Ensayos no Destructivos – Secc.IX: Calificación de Soldaduras, los que también deben ser cumplidos por los fabricantes en la medida que el Código de Construcción invoque determinado requerimiento y remita al Código de Referencia correspondiente. Si bien, en la gran mayoría de los casos se diseña y fabrica bajo la Secc VIII Div1, también se dispone de la Div 2: Reglas Alternativas; esta Norma permite el diseño por Análisis de Tensiones, resultando muy necesaria para el cálculo de grandes recipientes, espesores gruesos de pared, condiciones de servicio severas, etc.

2.4.3. Fabricación.

Alcance del suministro: Es criterio generalizado entre los adquirentes de recipientes a presión que conocen y exigen la aplicación de Normas Internacionales, incluir en su requerimiento el alcance siguiente:

- Recipiente completo construido conforme a las especificaciones técnicas particulares y generales incluidas en la documentación del Pedido de Cotización, mas aquellas cuya definición ha sido asignada al proveedor, todo lo cual constará en la oferta de éste y será aceptada por el adquirente por medio de la correspondiente orden.
- El suministro, como mínimo alcanza hasta los elementos de conexión externa, vinculados por soldadura al recipiente.

- Bocas de inspección ó control tales como entrada de hombre, entrada de mano y cualquier otro tipo de abertura para esas finalidades. En todos los casos se entiende con las correspondientes tapas ciegas, juntas y bulonería.
- Aditamentos externos requeridos para la sustentación del recipiente, tales como cunas, patas, faldones bridados, etc.
- Aditamentos internos indicados en planos que hayan sido soldados directamente al interior del cuerpo.
- Elementos necesarios para el transporte y movimientos, tales como orejas ó cáncamos de izaje, rigidizadores, etc.
- Bulones y juntas adicionales para ser utilizadas en las pruebas.
- Certificados del fabricante de la chapa ó de ensayos locales requeridos por normas para constatar la calidad del material.
- Procedimientos de soldadura calificados por especialista nivelado y soldadores con habilidad certificada y vigente.
- Pruebas y ensayos requeridos por norma, tales como: prueba hidráulica, tratamiento térmico en los casos en que fuera requerido, radiografiado de soldaduras y todo otro ensayo no destructivo que hubiere sido preestablecido ó que a criterio del Inspector del Adquirente, resultara procedente para evaluar posibles defectos de fabricación.
- Placa de Identificación del recipiente, con los datos de Norma y su correspondiente soporte. Trabajos de limpieza y pintura de todas las superficies exteriores ó revestimientos interiores que se hubieren acordado.
- Preparación para el transporte, carga sobre camión en el Taller del Fabricante y transporte hasta la Planta del Adquirente si así hubiere sido acordado.
- Todo otro ó suministro que, aunque no estuviere explícitamente indicado, resulte necesario para una fabricación acorde a la norma constructiva aplicada y a las mejores reglas del arte.

Detalles constructivos:

- El Fabricante deberá desarrollar los planos constructivos necesarios a partir de la documentación de diseño.
- Las envolventes deberán ser roladas con un diámetro coincidente con el de transición de los cabezales.
- En recipientes con cabezales de diferente espesor que la envolvente se efectuará la transición de espesores sobre el exterior del recipiente. La longitud de transición nunca será menor que 3 veces la diferencia de espesores.

- Los cordones longitudinales de las envolventes serán ubicados de manera de no ser afectados por aberturas, placas de refuerzo, cunas de apoyo, etc y permanecer perfectamente visibles.
- Para los cordones circunferenciales son válidas las mismas consideraciones pero, si una interferencia es inevitable, el cordón será rebajado a ras de la chapa y examinado radiográficamente previo a la colocación del refuerzo.
- No se permitirá ninguna conexión roscada directamente sobre la envolvente ó cabezales, cualquiera fuere su espesor.
- Toda conexión que no se prolongue hacia el interior del tanque, terminará a rás de la cara interna y la soldadura se efectuará con penetración completa.
- Los refuerzos de conexiones y entradas de hombre, deberán ser calculados conforme lo especifica el Código. El material del refuerzo será del mismo tipo de acero que el utilizado en el recipiente.
- Los bordes interiores de las entradas de hombre ó de mano, serán amolados con un radio mínimo de 6 mm.
- Para conexiones de diámetro de 2" ó menores, es recomendable la utilización de cuplas ó medias cuplas forjadas de serie 3000 como mínimo; las de 2½" y mayores deberán ser bridadas de tipo SORF de Serie 150 como mínimo y para servicios de mayor presión, el tipo WNRF de la Serie que corresponda. Los cuellos de conexión para diámetros menores a 1½/2" serán cédula (cd.) 80 y la conexión al cuerpo se realizará mediante accesorios.
- Todos los agujeros para los bulones de bridas, quedarán a horcajadas de los ejes principales del recipiente, salvo especificación en contrario.
- Los recipientes horizontales con 2 cunas de apoyo soldadas al cuerpo, deberán tener el anclaje de una de ellas con correderas para permitir la dilatación por temperatura.
- Los recipientes de acero inoxidable podrán contar con medios de sustentación contruidos en acero al carbono, siempre que se solden a placas externas del mismo material del cuerpo, soldadas previamente.
- Los tanques verticales podrán ser sustentados mediante patas soldadas a refuerzos convenientemente ubicados en la envolvente ó cabezal inferior ó mediante faldón provisto de silletas de anclaje ó brida. en el caso de recipientes de gran altura (caso de torres de destilación), el faldón tendrá el mismo diámetro que el recipiente y se anclará a una base mediante una brida tipo silleta con bulones de anclaje. El faldón poseerá aberturas de ventilación, en especial en servicios con hidrocarburos u otros combustibles líquidos ó gaseosos.

2.4.4. Entrada de diseño.

Los requerimientos de entrada de diseño relacionado con el producto, incluyendo requerimientos aplicables obligatorios y regulatorios deben ser identificados, documentados y revisada su selección con el proveedor. Los requerimientos incompletos, ambiguos o conflictivos, deben ser resueltos con aquellos responsables de establecer estos requerimientos.

2.4.5. Salida de diseño.

Debe ser documentada y expresada en términos que pueda ser verificada y validada contra los requerimientos de entrada de diseño.

2.4.6. Revisión de diseño.

En apropiadas etapas de diseño, revisiones formales documentadas de los resultados de diseño deben ser planeadas y conducidas.

Los participantes en cada revisión deben incluir representantes de todas las funciones relacionadas con la etapa de diseño que está siendo revisada, así como otro personal especialista cuando se requiera.

2.4.7. Cambios de diseño.

Todos los cambios y modificaciones de diseño deben ser identificados, documentados, revisados y comprobados por personal autorizado antes de su implementación.

2.5. Criterios de diseño

2.5.1. Materiales para recipientes a presión

2.5.1.1. Especificaciones de los aceros.

Los aceros al carbón y de baja aleación son usados donde las condiciones de servicio lo permitan por los bajos costos y la gran utilidad de estos aceros.

Los recipientes a presión pueden ser fabricados de placas de acero conociendo las especificaciones de SA-7, SA-113 C y SA-283 A, B, C, y D (según código ASME), con las siguientes consideraciones:

- 1.- Los recipientes no contengan líquidos ó gases letales.
- 2.- La temperatura de operación sea entre -20 y 650°F.
- 3.- El espesor de la placa no exceda de $\frac{5}{8}$ ".
- 4.- El acero sea manufacturado por horno eléctrico u horno abierto.
- 5.- El material no sea usado para calderas.

Uno de los aceros más usados en los propósitos generales en la construcción de recipientes a presión es el SA-283 C.

Estos aceros tienen una buena ductibilidad, fusión de soldadura y fácilmente maquinables. Este es también uno de los aceros más económicos apropiados para recipientes a presión; sin embargo, su uso es limitado a recipientes con espesores de placas que no excedan de $\frac{5}{8}$ " para recipientes con un gran espesor de cascarón y presión de operación moderadas, el acero SA-285 C es muy usado. En el caso de presiones altas o diámetros largos de recipientes, un acero de alta resistencia puede ser usado como el acero SA-212 B es conveniente para semejantes aplicaciones y requiere un espesor de cascarón de solamente de 79% que el requerido por el SA-285 C. Este acero es también fácilmente fabricado pero es más caro que otros aceros.

El acero SA-283 no puede ser usado en aplicaciones con temperaturas sobre 650°F; el SA-285 no puede ser usado en aplicaciones con temperaturas que excedan de 900°F, y el SA-212 tiene muchos esfuerzos permisibles bajos en las temperaturas más altas, por lo que es el acero para temperaturas entre 650 y 1000°F.

El acero SA-204, el cual contiene 0.4 a 0.6% de molibdeno es satisfactorio y tiene buenas cualidades. Para temperaturas de servicio bajas (-50 a -150°F) un acero niquelado tal como un SA-203 puede ser usado. Los esfuerzos permisibles para estos aceros no están especificados por temperaturas menores de -20°F. Normalmente el fabricante hace pruebas de impacto para determinar la aplicación del acero y fracturas a bajas temperaturas.

En la etapa del diseño de recipientes a presión, la selección de los materiales de construcción es de relevante importancia, para lo cual necesitamos definir una secuencia lógica para la selección de estos.

Así pues realizaremos un breve análisis de la filosofía a que sigue la ASME, para seleccionar sus materiales y por consiguiente para especificarlos como adecuados en la construcción de los recipientes a presión.

2.5.1.2. Clases de materiales.

El código ASME indica la forma de suministro de los materiales más utilizados, lo cual va implícita en su especificación. A continuación se dan algunos ejemplos de materiales, su especificación y forma de suministro

Debido a la existencia de diferentes materiales disponibles en el mercado, en ocasiones no resulta sencilla la tarea de seleccionar el material ya que deben considerarse varios aspectos como: costos, disponibilidad de material, requerimientos de procesos y operación, facilidad de formato, etc.

Así pues es necesario una explicación más amplia cerca del criterio de la selección de los materiales que pueden aplicarse a los recipientes como:

- Aceros al carbón

Es el más disponible y económico de los aceros, recomendables para la mayoría de los recipientes donde no existen altas presiones ni temperaturas.

- Aceros de baja aleación

Como su nombre lo indica, estos aceros contienen bajos porcentajes de elementos de aleación como níquel, cromo, etc. y en general están fabricados para cumplir condiciones de uso específico. Son un poco más costosos que los aceros al carbón.

Por otra parte no se considera que sean resistentes a la corrosión, pero tienen mejor comportamiento en resistencia mecánica para rangos más altos de temperaturas respecto a los aceros al carbón.

Tabla 01. Aceros recomendables para ciertas temperaturas

En la tabla se puede observar los aceros recomendados para los rangos de temperatura más usuales.

Temperatura En °C	Temperatura En °F	Material para casarón	Cabezas y plantillas de refuerzo
-67 a -46.1	-90 a -51	SA-203 B*	SA-203 A
-45.6 a -40.5	-50 a -41	SA-516-65	SA-203 B
-40 a 15.6	-40 a +60	SA-516-70+	SA-516-65
15.6 a 343	+60 a 650	SA-285-C	SA-515-70
344 a 412.8	-651 a +775	SA-515-70	

* cuando se pueda cambiar tipo de material.

+ se puede tener un material de mayor calidad.

- Aceros de alta aleación

Comúnmente llamados aceros inoxidables. Su costo en general es mayor que para los dos anteriores. El contenido de elementos de aleación es mayor, lo que ocasiona que tengan alta resistencia a la corrosión.

- Materiales no ferrosos

El propósito de utilizar este tipo de materiales es con el fin de manejar sustancias con alto poder corrosivo, para facilitar la limpieza en recipientes que procesan alimentos y proveen tenacidad en los servicios a baja temperatura.

2.6. Propiedades que deben tener los materiales para satisfacer las condiciones de servicio

2.6.1. Propiedades mecánicas.

Al considerar las propiedades mecánicas del material es deseable que tenga buena resistencia a la tensión, alto nivel de cedencia, porcierto de alargamiento alto y mínima reducción de área. Con estas propiedades principales se establecen los esfuerzos de diseño para el material en cuestión.

2.6.2. Propiedades físicas.

En este tipo de propiedades se buscará que el material deseado tenga coeficiente de dilatación térmica adecuado al material a utilizar.

2.6.3. Propiedades químicas.

La principal propiedad química que debemos considerar en el material que utilizaremos en la fabricación de recipientes a presión es su resistencia a la corrosión. Este factor es de muchísima importancia ya que un material mal seleccionado causará muchos problemas, las consecuencias que se derivan de ello son:

- a. Reposición del equipo corroído. Un material que no sea resistente al ataque corrosivo puede corroerse en poco tiempo de servicio.
- b. Sobrediseño en las dimensiones. Para materiales poco resistentes al ataque corrosivo puede ser necesario dejar un excedente en los espesores dejando margen para la corrosión, esto trae como consecuencia que los equipos resulten más juntos, de tal forma que encarecen el diseño además de no ser siempre la mejor solución.
- c. Mantenimiento preventivo. Para proteger los equipos del medio corrosivo es necesario usar pinturas protectoras.
- d. Paros debido a la corrosión de equipos. Un recipiente a presión que ha sido atacado por la corrosión necesariamente debe ser retirado de operación, lo cual implica las pérdidas en la producción.
- e. Contaminación o pérdida del producto. Cuando los componentes de los recipientes a presión se han llegado a producir perforaciones en las paredes metálicas, los productos de la corrosión contaminan el producto, el cual en algunos casos es riesgoso.

2.6.4. Soldabilidad.

Los materiales usados para fabricar recipientes a presión deben tener buenas propiedades de soldabilidad, dado que la mayoría de los componentes son de construcción soldada. Para el caso en que se tengan que soldar materiales diferentes entre sí, estos deberán ser compatibles en lo que a soldabilidad se refiere. Un material, cuando más elementos contenga, mayores precauciones deberán tomarse durante los procedimientos de soldadura, de tal manera que se conserven las características que proporcionan los elementos de aleación.

Evaluación de los materiales sugeridos

- Vida estimada de la planta.
- Duración estimada del material.
- Confiabilidad del material.
- Disponibilidad y tiempo de entrega del material.
- Costo del material.
- Costo de mantenimiento e inspección.

2.7. Clasificación de fallas.

Las unidades de equipo de proceso pueden fallar en servicio por diversas razones. Las consideraciones por tipo de falla que pueda presentarse es uno de los criterios que deben usarse en el diseño de equipo. La falla puede ser el resultado de una deformación plástica excesiva o elástica o por termofluencia (creep). Como un resultado de tal deformación, el equipo puede fallar al no realizar su función específica sin llegar a la ruptura.

Las fallas pueden clasificarse:

2.7.1. Deformación elástica excesiva

Es cuando el cuerpo recupera su forma original al retirar la fuerza que le provoca la deformación, el sólido solo pasa por cambios termodinámicos reversibles.

2.7.2. Inestabilidad elástica, inestabilidad plástica,

La Inestabilidad Elástica

Es un fenómeno asociado con las estructuras que tienen limitada su rigidez y están sujetas a compresión, flexión, torsión, combinación de tales cargas. La inestabilidad elástica es una condición en la cual la forma de la estructura es alterada como resultado de rigidez insuficiente.

Inestabilidad plástica

El criterio de mayor uso para el diseño de equipo es aquel que mantiene los esfuerzos inducidos dentro de la región elástica del material de construcción con el fin de evitar la deformación plástica como resultado de exceder el punto de cedencia.

2.7.3. Ruptura por fragilidad, termofluencia o corrosión.

Fragilidad

En los recipientes se producen cambios críticos en las propiedades físicas del material del recipiente durante el servicio; uno de estos encontrado con frecuencia es el hidrógeno, el cual bajo la acción de elevada presión y/o elevada temperatura produce dos efectos:

- 1.- En el material produciendo una combinación en su forma molecular dentro del metal de manera que al estar el recipiente sometido a elevadas presiones la superficie se combina ó se producen ampollas.

2.- Pérdida de carbono, este ataque es ocasionado por la formación de metano resultando en la creación de fisuras con la consecuente pérdida de resistencia y dureza, con lo que se aumenta la ductibilidad del metal, presentándose una falla por fragilidad.

Esto es más frecuente en aceros con mayor nivel de resistencia, lo mismo que con la presencia de boquillas u otras fuentes de concentración de esfuerzos.

Los aceros más usados para este tipo de servicios son los aceros al cromo - molibdeno.

Termofluencia

Nos indica que a temperaturas elevadas la deformación inelástica del material en función del tiempo es definida como la CREEP.

El cromo, molibdeno y el níquel son los elementos adecuados de aleación para servicios de alta temperatura.

Fatiga

La falla a la fatiga se presenta por la aplicación repetida de pequeñas cargas, las cuales por si mismas son incapaces de producir deformación plástica que pueda detectarse con el tiempo, estas cargas hacen que se abra una grieta y que se propague a través de la pieza; ocurre la intensificación de los esfuerzos y por último, resulta una fractura frágil y repentina. Los metales ferrosos y sus aleaciones tienen un valor límite de esfuerzos repentinos, los cuales pueden aplicarse e invertirse para un gran número no definido de ciclos sin que se causen fallas. Este esfuerzo se llama límite de fatiga.

Esfuerzo Admisible

El porcentaje de resistencia a la cedencia usado como esfuerzo admisible es controlado por un número de factores tales como la exactitud con la cual las cargas pueden ser estimadas, la confiabilidad de los esfuerzos calculados para esas cargas, la uniformidad del material, el peligro si la falla ocurre y otras consideraciones como concentración de esfuerzos, impacto, fatiga y corrosión.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



CAPÍTULO III CÁLCULOS PARA EL RECIPIENTE

III. Cálculos para el recipiente

A continuación se describe la metodología de cálculo para el diseño de los recipientes a presión.

3.1. Cálculos para el diseño del recipiente

Datos generales del recipiente:

Identificación.

Tipo de recipiente.

Fluido que maneja.

Capacidad del recipiente (m³).

Código de diseño.

Año de fabricación.

Fabricante.

H= Longitud recta del recipiente (mm).

Di = diámetro interior del recipiente (mm).

Ri = radio interior del recipiente (mm).

Po = presión de operación (kg/cm²).

To = temperatura de operación (°C).

DATOS DE DISEÑO

Pd = presión interior de diseño (kg/cm²).

Td = temperatura interior de diseño (°C).

Ce = corrosión permisible en cuerpo (mm).

Ct = corrosión permisible en tapas (mm).

Ee = eficiencia de la junta soldada en la envolvente.

Et = eficiencia de la junta soldada en las tapas.

Tipo de material en la envolvente.

Tipo de material en las tapas.

S = esfuerzo permisible del material empleado.

3.1.1. Cálculo del volumen interior.

ENVOLVENTE

$$V_e = \pi D^2 H / 4$$

DONDE:

Ve = volumen interior de la envolvente (m³).

D = diámetro interior de la envolvente (m).

H = longitud entre soldaduras del recipiente (m).

TAPAS SEMIELÍPTICAS

$$V_t = \pi D^3 / 12$$

DONDE:

Vt = VOLUMEN INTERIOR DE LAS TAPAS (m³).

D = DIÁMETRO INTERIOR DE LAS TAPAS (m).

VOLUMEN TOTAL

$$VT = V_e + V_t$$

3.1.2. Cálculo de la superficie sujeta a presión

ENVOLVENTE

$$S_e = \pi D H$$

DONDE:

S_e = superficie interior de la envolvente (m^2).

D = diámetro interior de la envolvente (m).

H = longitud recta del recipiente (m).

TAPAS SEMIELÍPTICAS

$$S_t = (\pi / 4) * D_c^2$$

$$D_c = 1.22 * D + 2 * CR + t$$

SUPERFICIE TOTAL SUJETA A PRESIÓN

$$S_T = S_e + S_t$$

3.1.3. Cálculo de espesores por presión interior (esfuerzo por tensión circunferencial).

ENVOLVENTE

$$t = (PR / SE - 0.6P) + C$$

DONDE:

t = espesor mínimo requerido (mm).

P = presión interior de diseño (kg/cm^2).

S = esfuerzo permisible del material (kg/cm^2).

E = eficiencia de la junta soldada en la envolvente (adimensional).

C = tolerancia por corrosión (mm).

TAPAS SEMIELÍPTICAS

ASME UG-32 d

$$t = (PD / 2SE - 0.2P) + C$$

DONDE:

t = espesor mínimo requerido (mm).

P = presión interior de diseño (kg/cm^2).

D = diámetro interior de las tapas (mm).

S = esfuerzo permisible del material (kg/cm^2).

E = eficiencia de la junta soldada en las tapas (adimensional).

C = tolerancia por corrosión (mm).

3.1.4. Cálculo de la presión máxima de trabajo

ENVOLVENTE
ASME UG-27 C

$$PMT = SE t_c / R + 0.6t_c$$

DONDE:

PMT = presión máxima de trabajo (kg/cm²).

t_c = espesor corroído (mm).

t_m = espesor medio.

c = tolerancia por corrosión.

t_c = t_m - c.

TAPAS SEMIELÍPTICAS

IZQUIERDA
ASME UG-32 d

$$PMT = 2SEt_c / D + 0.2t_c$$

DERECHA
ASME UG-32 d

$$PMT = 2SEt_c / D + 0.2t_c$$

3.1.5. Cálculo de la presión de prueba hidrostática.

$$PH = 1.3 PMTP$$

DONDE:

PH = presión de prueba hidrostática (kg/cm²).

PMTP = presión máxima de trabajo permitida (kg/cm²).

3.1.6. Cálculo de la presión de prueba neumática.

$$PH = 1.1 PMTP$$

3.2. Válvulas de seguridad (PSV)

En la industria, la utilización de sistemas que operan a presión. Reactores, calderas, recalentadores, tanques de almacenamiento, tuberías y demás aparatos a presión, los cuales pueden verse sometidos a presiones superiores a las de diseño, con el consiguiente riesgo de explosión, pudiendo causar graves consecuencias tanto a las personas como las instalaciones cercanas. Para prevenir este riesgo se instalan en estos equipos válvulas de seguridad, que permiten por medio de la descarga del fluido contenido, aliviar el exceso de presión. Así, las válvulas de seguridad constituyen un elemento clave de seguridad utilizado ampliamente en la industria y exigido reglamentariamente, por lo que es importante entender adecuadamente su funcionamiento y sus limitaciones.

3.2.1. Definición de válvula de seguridad

La válvula de seguridad es un dispositivo empleado para evacuar el caudal de fluido necesario, de tal forma, que no se sobrepase la presión de diseño del elemento protegido.

3.2.2. Tipos de válvulas de seguridad

Las válvulas de seguridad se clasifican:

Según su elevación

- Válvulas de seguridad de apertura instantánea: Cuando se supera la presión de ajuste la válvula abre repentina y totalmente.
- Válvulas de alivio de presión: Cuando se supera la presión de ajuste, la válvula abre proporcionalmente al aumento de presión.

Según su actuación

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

Según su agrupación

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

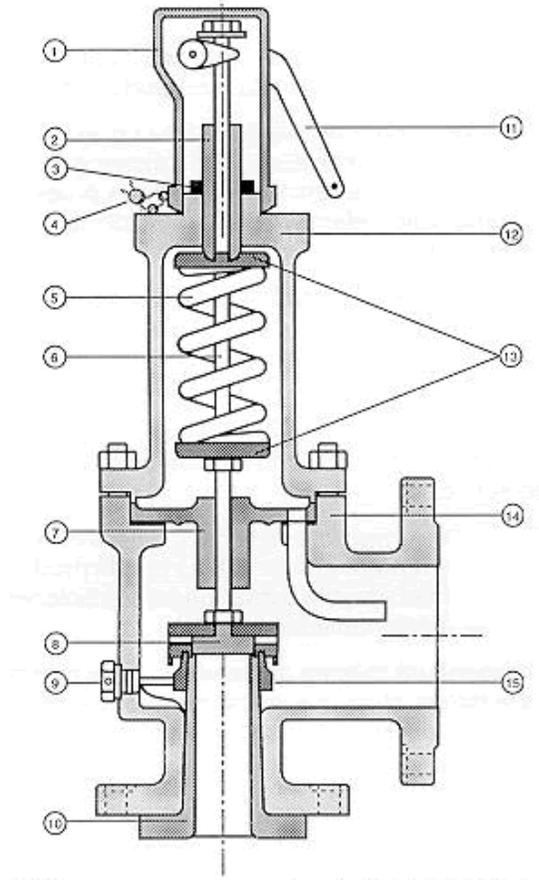
Según su conexión.

- Embridadas.
- Roscadas.
- Soldadas

3.2.3. Elementos de una válvula de seguridad

Algunos de los elementos más importantes presentes en las válvulas de seguridad se presentan en la siguiente figura 3.1

Fig. 3.1 Elementos de una válvula de seguridad



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

3.2.4. Cálculos para la válvula de seguridad

Datos:

MASA A RELEVAR= Lb/Hr (BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA)

M= PM. del fluido

P DISEÑO= PSIA

T DISEÑO= °R

z = Factor de compresibilidad

C = Constante de la boquilla

Kd=Coeficiente de descarga (API 520)

Kc=Factor de corrección por combinación (API 520)

Kb=Factor de corrección por contrapresión (API 520)

K (Cp/Cv)= Relación de calores específicos

3.2.4.1. Presión de ajuste (Ps)

Ps = dato de proveedor dado en PSIG

3.2.4.2. Cálculo de la presión de relevo (P1) (DE API RP-520, ÚLTIMA ED.)

$P1 = Ps \times 1.10$

3.2.4.3. Cálculo de la temperatura de relevo (TR)

$TR = T \text{ diseño} + 35 \text{ °F}$

3.2.4.4. Cálculo del porcentaje de contrapresión

CONTRAPRESIÓN = $Ps \times 0.50$

% CONTRAPRESIÓN = $(\text{CONTRAPRESIÓN, PSIG} / \text{PRESIÓN DE AJUSTE, PSIG}) \times 100$

3.2.4.5. Cálculo del área requerida

$A = (W / (Kd * C * P1 * Kb * Kc)) (TR * Z / M)^{0.5}$



CAPÍTULO IV

PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

IV. Pruebas no destructivas (PND)

Como su nombre lo indica, las pruebas no destructivas son pruebas o ensayos de carácter NO destructivo, que se realizan a los materiales, ya sean éstos metales, plásticos (polímeros), cerámicos o compuestos. Este tipo de pruebas, generalmente se emplean para determinar cierta característica física o química del material en cuestión.

Las principales aplicaciones de las PND las encontramos en:

- Detección de discontinuidades (internas y superficiales).
- Determinación de composición química.
- Detección de fugas.
- Medición de espesores y monitoreo de corrosión.
- Adherencia entre materiales.
- Inspección de uniones soldadas.

Las PND son sumamente importantes en continuo desarrollo industrial. Gracias a ellas es posible, por ejemplo, determinar la presencia de defectos en los materiales o en las soldaduras de equipos tales como recipientes a presión, en los cuales una falla puede representar grandes pérdidas en dinero, vidas humanas y daño al medio ambiente.

4.1. Inspección visual

La Inspección Visual (IV), es sin duda una de las Pruebas No Destructivas (PND) más ampliamente utilizada, ya que gracias a esta, se puede obtener información rápidamente, de la condición superficial de los materiales que se estén inspeccionando, con el simple uso del ojo humano.

Durante la IV, en muchas ocasiones, el ojo humano recibe ayuda de algún dispositivo óptico, ya sea para mejorar la percepción de las imágenes recibidas por el ojo humano (anteojos, lupas, etc.) o bien para proporcionar contacto visual en áreas de difícil acceso, tal es el caso de la IV del interior de tuberías de diámetro pequeño, en cuyo caso se pueden utilizar boroscópios, ya sean estos rígidos o flexibles, pequeñas videocámaras, etc.

Es importante marcar que, el personal que realiza IV debe tener conocimiento sobre los materiales que esté inspeccionando, así como también, del tipo de irregularidades o discontinuidades a detectar en los mismos. Con esto, podemos concluir que el personal que realiza IV debe tener cierto nivel de experiencia en la ejecución de la IV en cierta aplicación (Por ejemplo, la IV de uniones soldadas).

4.2. Líquidos penetrantes

El método o prueba de Líquidos Penetrantes (LP), se basa en el principio físico conocido como "*Capilaridad*" y consiste en la aplicación de un líquido, con buenas características de penetración en pequeñas aberturas, sobre la superficie limpia del material a inspeccionar. Una vez que ha transcurrido un tiempo suficiente, como para que el líquido penetrante recién aplicado, penetre considerablemente en cualquier abertura superficial, se realiza una remoción o limpieza del exceso de líquido penetrante, mediante el uso de algún material absorbente (papel, trapo, etc.) y, a continuación se aplica un líquido absorbente, comúnmente llamado revelador, de color diferente al líquido penetrante, el cual absorberá el líquido que haya penetrado en las aberturas superficiales.

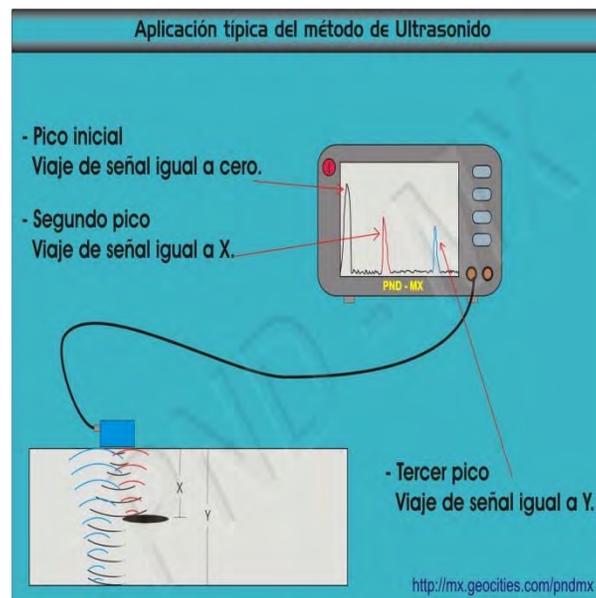
Por consiguiente, las áreas en las que se observe la presencia de líquido penetrante después de la aplicación del líquido absorbente, son áreas que contienen discontinuidades superficiales (grietas, perforaciones, etc.)

En general, existen dos principales técnicas del proceso de aplicación de los LP: la diferencia entre ambas es que, en una se emplean líquidos penetrantes que son visibles a simple vista ó con ayuda de luz artificial blanca y, en la segunda, se emplean líquidos penetrantes que solo son visibles al ojo humano cuando se les observa en la oscuridad y utilizando luz negra o ultravioleta, lo cual les da un aspecto fluorescente.

4.3. Ultrasonido

El método de Ultrasonido se basa en la generación, propagación y detección de ondas acústicas (sonido) a través de los materiales. En la Fig. 4.1 se muestra un sensor o transductor acústicamente acoplado en la superficie de un material. Este sensor, contiene un elemento piezo-eléctrico, cuya función es convertir pulsos eléctricos en pequeños movimientos o vibraciones, las cuales a su vez generan sonido, con una frecuencia en el rango de los megahertz (inaudible al oído humano). El sonido o las vibraciones, en forma de ondas elásticas, se propaga a través del material hasta que pierde por completo su intensidad ó hasta que topa con una interfase, es decir algún otro material tal como el aire o el agua y, como consecuencia, las ondas pueden sufrir reflexión, refracción, distorsión, etc. Lo cual puede traducirse en un cambio de intensidad, dirección y ángulo de propagación de las ondas originales.

Fig. 4.1 Sensor o transductor acústicamente acoplado en la superficie de un material



De esta manera, es posible aplicar el método de ultrasonido para determinar ciertas características de los materiales tales como:

- Velocidad de propagación de ondas.
- Tamaño de grano en metales.
- Presencia de discontinuidades (grietas, poros, laminaciones, etc.)
- Adhesión entre materiales.
- Inspección de soldaduras.
- Medición de espesores de pared.

Como puede observarse, con el método de ultrasonido es posible obtener una evaluación de la condición interna del material en cuestión. Sin embargo, el método de ultrasonido es más complejo en práctica y en teoría, lo cual demanda personal calificado para su aplicación e interpretación de indicaciones o resultados de prueba

4.4. Medición de espesores

Las tecnologías de pruebas no destructivas (PND) se usan para medir el espesor de los materiales en una amplia gama de industrias, tanto para controlar la calidad de fabricación como para realizar el monitoreo durante el servicio. En muchas aplicaciones, la primera ventaja que brindan las pruebas no destructivas es la posibilidad de medir con precisión el espesor de paredes en situaciones en las que sólo un lado de la pieza a examinar es accesible, como en los tubos o tanques, o también donde las simples mediciones mecánicas son imposibles o difíciles de realizar debido a diferentes razones, como las dimensiones de la pieza o la dificultad de acceso. Los medidores de espesor por ultrasonido se pueden emplear en prácticamente todos los materiales industriales, incluyendo en la mayoría de los metales, plásticos, vidrio, cerámica, caucho, fibra de vidrio y materiales compuestos. Los instrumentos por corrientes de Foucault sirven para medir las delgadas capas de los materiales conductores, como el recubrimiento metálico de las aeronaves o los tubos de metal de paredes finas.

4.5. Metalografía

Es el estudio de la estructura cristalina de los metales y las aleaciones, y de las relaciones entre estas estructuras y las propiedades físicas de los metales.

4.6. Dureza

El ensayo de dureza es, en conjunto con el de tracción, uno de los más empleados en la selección y control de calidad de los metales. Intrínsecamente, la dureza es una condición de la superficie del material y no representa ninguna propiedad fundamental de la materia. Se evalúa convencionalmente por dos procedimientos. El más usado en metales es la resistencia a la penetración de una herramienta de determinada geometría.

El ensayo de dureza es simple, de alto rendimiento ya que no destruye la muestra y particularmente útil para evaluar propiedades de los diferentes componentes microestructurales del material.

Los métodos existentes para la medición de la dureza se distinguen básicamente por la forma de la herramienta empleada (penetrador), por las condiciones de aplicación de la carga y por la propia forma de calcular (definir) la dureza. La elección del método para determinar la dureza depende de factores tales como tipo, dimensiones de la muestra y espesor de la misma.

4.7. Procedimientos para realizar las pruebas no destructivas a los recipientes sujetos a presión

4.7.1. Procedimiento para la inspección con líquidos penetrantes

OBJETIVO

- Establecer los lineamientos para el desarrollo de la inspección y criterios de aceptación con líquidos penetrantes visibles con luz natural, en soldadura y material base de materiales metálicos de recipientes a presión.

ALCANCE

- Este procedimiento se utilizará para inspeccionar materiales base y uniones soldadas de boquillas y conexiones de recipientes a presión.
- Este documento establece los criterios de evaluación, aceptación y rechazo para las indicaciones obtenidas durante la inspección con líquidos penetrantes.

REFERENCIAS

- Código ASME, Sección V. Artículo 6
- Código ASME, Sección VIII, División 1
- API 510

DEFINICIONES.

- *Indicaciones relevantes:*

Son aquellas que resultan de discontinuidades cuya dimensión es mayor de 1.6 mm (1/16").

- *Indicaciones Lineales:*

Son aquellas en la cual su longitud es más de 3 (tres) veces su ancho.

- *Indicaciones redondeadas.*

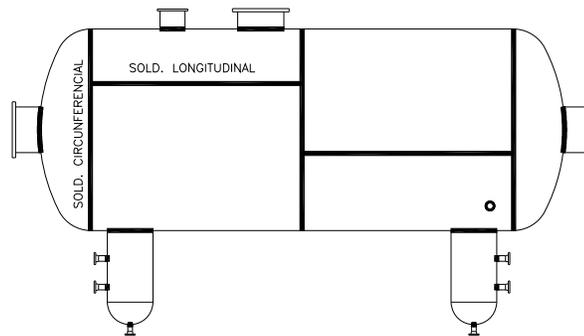
Estas indicaciones pueden ser circulares o elípticas, su longitud es máximo 3 veces su ancho.

Grado de examinación

- Recipientes de proceso
En cada recipiente a presión, se inspeccionarán las soldaduras de unión cuerpo-cuello de todas las conexiones.

Se inspeccionará al 100% las costuras circunferenciales del cuerpo y tapas y las costuras longitudinales cuando aplique, como se muestra en la fig.4.2.

Fig. 4.2 Esquema para la localización de las zonas de Inspección por Líquidos Penetrantes en Recipientes de Proceso.

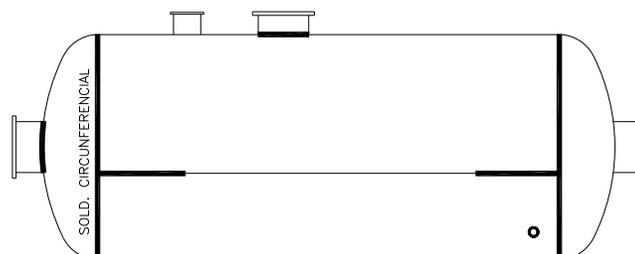


GRADO DE INSPECCIÓN:
100% EN SOLDADURAS CIRCUNFERENCIALES DEL CUERPO
100% EN SOLDADURAS LONGITUDINALES DEL CUERPO
SOLDADURAS DE UNIÓN CUERPO-CUELLO DE TODAS LAS BOQUILLAS

- Recipientes de servicio
En cada recipiente a presión, se inspeccionarán las soldaduras de unión cuerpo-cuello del 50% de las conexiones.

Se inspeccionará al 100% las costuras circunferenciales del cuerpo y tapas y 30 cm de las costuras longitudinales en los cruces con las longitudinales, como se muestra en la fig. 4.3.

Fig. 4.3 Esquema para la localización de las zonas de Inspección por Líquidos Penetrantes en Recipientes de Servicios.

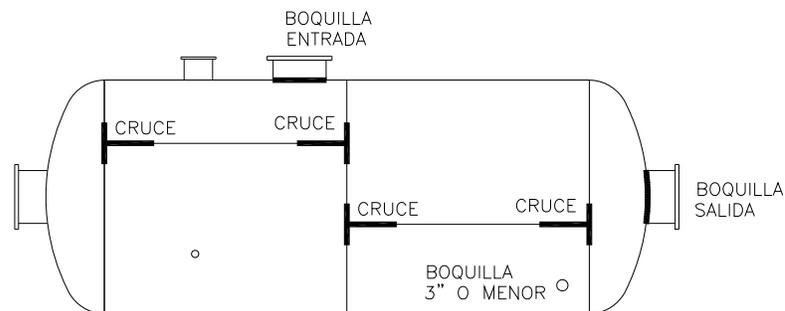


GRADO DE INSPECCIÓN:
100% EN SOLDADURAS CIRCUNFERENCIALES DEL CUERPO Y TAPAS
30 CM EN SOLDADURAS LONGITUDINALES DEL CUERPO EN LOS CRUCES CON CIRCUNFERENCIALES
SOLDADURAS DE UNIÓN CUERPO-CUELLO DEL 50% DE LAS BOQUILLAS

- Recipientes de aire
En cada recipiente a presión, se inspeccionarán las soldaduras de unión cuerpo-cuello de las conexiones de entrada y salida de producto, así como una conexión adicional de 3" o menos de diámetro.

Se inspeccionarán las costuras longitudinales y circunferenciales de la unión cuerpo-tapa y cuerpo-cuerpo (para secciones cilíndricas de más de un carrete) en una extensión de 30 cm de largo en cada cruce, como se indica en la fig. 4.4.

Fig. 4.4 Esquema para la localización de las zonas de Inspección por Líquidos Penetrantes en Recipientes de Aire.



GRADO DE INSPECCIÓN:
CRUCES DE SOLDADURA EN UNION CUERPO TAPA CON 30 cm DE EXTENSION
CRUCES DE SOLDADURA EN UNION CUERPO-CUERPO CON 30 cm DE EXTENSION
SOLDADURAS DE UNION CUERPO-CUELLO DE BOQUILLAS DE ENTRADA Y SALIDA DE PRODUCTO Y UNA BOQUILLA DE 3" DE DIAMETRO O MENOR

Requisitos.

- El inspector o técnico que realice el examen por líquidos penetrantes debe estar calificado al menos como Nivel I.
- El inspector o técnico encargado de la evaluación de las indicaciones, debe estar calificado al menos como nivel II.
- Todo personal nivel I ó II deberá estar calificado de acuerdo al documento SNT TC – 1A de la ASNT.(documento de la Sociedad de ensayos no destructivos).

Responsabilidades.

- Aseguramiento de Calidad.- la implantación correcta de este procedimiento en los equipos que lo requieran.
- Supervisión.- verificar que el personal ejecute y reporte los resultados conforme a lo que establece el presente procedimiento.
- Personal que ejecuta el trabajo.- efectuar las actividades conforme a lo establecido en este procedimiento.

Materiales para la inspección.

Antes de iniciar la inspección se deberá de contar con lo siguiente:

- Para la aplicación del presente procedimiento se utilizarán líquidos penetrantes visibles removibles con solvente o lavables con agua, para el penetrante se podrá usar la presentación en spray o la presentación de galón.
- Papel absorbente, tela de algodón u otro.
- Lámpara portátil.
- Brocha de 1" o 2"

Procedimiento.

- La superficie a examinar, así como las áreas adyacentes en una extensión no inferior a 25.4 mm (1"), deberán estar secas y libres de cualquier pintura o recubrimiento anticorrosivo, grasa, escoria, salpicaduras de soldaduras, aceite, polvo y en general, cualquier material extraño que pudiera dificultar la buena realización de la prueba.
- Una vez realizada la limpieza previa, si se requiere, se aplicará solvente dejándose secar la zona por evaporación natural, un tiempo no inferior a 5 minutos, o bien con trapo de algodón.
- La temperatura de los materiales penetrantes y de la superficie a ser examinada debe estar dentro del rango de 16 °C a 52 °C (60 °F a 125 °F). Se permite el acondicionamiento local para obtener la temperatura dentro del rango indicado antes del examen.
- Después de que la superficie a examinar esté limpia, seca y dentro del rango de temperatura especificado, el penetrante se aplicará por pulverización, spray o mediante brocha, dejando la superficie a examinar completamente cubierta con penetrante; en el caso de soldadura, esta superficie alcanzará al cordón y material base adyacente hasta una extensión de 25.4 mm (1") a partir del borde del cordón de soldadura.
- Cuando el examen se realice sobre zonas reparadas por la eliminación de defectos detectados por esta misma técnica u otra, la extensión del examen se limitará a la zona reparada cubriendo una superficie de 25.4 mm (1"), como mínimo alrededor de la zona referida.
- El tiempo de penetración debe ser mínimo de 5 minutos y como máximo de 30 minutos.
- Una vez transcurrido el tiempo de penetración, se procederá a eliminar el exceso de penetrante por medio de papel absorbente, trapo de algodón u otro; humedecido con solvente o líquido hasta eliminar el exceso de penetrante sobre la superficie a examinar.
- Durante la eliminación del exceso del penetrante no deberá aplicarse el solvente o líquido directamente sobre la superficie a inspeccionar, asimismo se pondrá especial cuidado en no dejar hilos o trozos de papel que pudieran interferir con el examen.

- La superficie se deberá secar por un tiempo mínimo de 5 minutos.
- El revelador en suspensión, se aplicará mediante la pulverización en spray, una vez realizada la eliminación del exceso de penetrante y transcurrido el tiempo de secado. En donde este método no sea recomendable (por seguridad o dificultad en la aplicación del mismo), se podrá aplicar mediante brocha, extendiendo una capa ligera sobre la zona a examinar, procurando que la misma quede uniformemente cubierta.
- La aplicación del revelador consistirá de una capa fina y uniformemente distribuida sobre la superficie.
- El tiempo que el revelador debe permanecer en el área bajo inspección no debe ser menor de 7 minutos. El tiempo de revelado se iniciará tan pronto la capa de revelador en suspensión esté seca.
- Realizar la examinación de la zona después de que el tiempo de revelado especificado en el punto anterior, para permitir la posible formación de discontinuidades sobre la capa del revelador, se recomienda observar la superficie durante la aplicación del revelador, para detectar la naturaleza de cualquier indicación que apareciera.
- Las indicaciones pueden ser examinadas bajo luz natural o artificial; requiriéndose para esta última un foco de no menos de 60 watts.

Evaluación de las indicaciones.

- Las discontinuidades en la superficie serán detectadas por la aparición de indicaciones de líquido penetrante rojo, en contraste con el fondo blanco del revelador. Sin embargo, pueden presentarse imperfecciones superficiales que provienen de marcas mecánicas o irregularidades en la superficie, que pueden producir indicaciones que deberán considerarse como no relevantes.
- De cualquier manera, cualquier indicación que se considere no relevante, pero cuyas dimensiones superen los criterios de aceptación correspondientes, será reexaminada tras una limpieza de la superficie, para comprobar la existencia del defecto.
- El tamaño de indicación de una discontinuidad puede ser mayor que la longitud de la discontinuidad que la causa, sin embargo su aceptación o rechazo se basa en el tamaño de la indicación y no en el tamaño de la discontinuidad.

Criterios de aceptación.

Criterios de aceptación para discontinuidades revelados por el método de líquidos penetrantes.

- Código ASME sec. VIII División 1. Son inaceptables:
 1. Cualquier indicación lineal relevante.
 2. Indicaciones redondeadas relevantes mayores de 4.8 mm (3/16").
 3. Cuatro o más indicaciones redondeadas relevante alineadas y separadas por 1.6 mm (1/16") o menos de borde a borde.



LIMPIEZA POSTERIOR.

Una vez terminado el proceso de examen y la evaluación de las indicaciones, se realizará la limpieza del área examinada, por personal auxiliar.

ESPECIFICACIONES NO REFERENCIADAS.

Cuando un código, norma o especificación propia del proyecto no esté referenciada en este procedimiento o cuando un requisito de dichos documentos no este incluido o exista discrepancia con lo indicado en este procedimiento, serán mandatarios los documentos contractuales.

Los datos obtenidos de la prueba realizada se registran en el Formato de reporte de inspección de líquidos penetrantes (F-01).



F-01 FORMATO DE REPORTE DE INSPECCIÓN DE LÍQUIDOS PENETRANTES

Empty rectangular box for the report content.

4.7.2. PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DE DUREZAS

OBJETIVO

- El propósito de este procedimiento es determinar en sitio y de forma confiable la dureza en aceros al bajo carbono, teniendo el producto cualquier forma.

ALCANCE

- Este procedimiento aplica para la medición de durezas en tuberías, accesorios para tuberías y placas, de acero al bajo carbono en sitio con equipo portátil, considerando que el espesor mínimo de material tenga un espesor mínimo equivalente a 10 veces la profundidad de la huella dejada por el penetrador.

DEFINICIONES

- Dureza
Es la resistencia que presenta un material a ser penetrado por otro.
- Probador de dureza
Equipo mediante el cual se mide la dureza de un material.

RESPONSABILIDADES

- Control de Calidad: La implantación correcta de este procedimiento.
- Supervisión: Verificar que el personal ejecute, evalúe y reporte los análisis y sus resultados conforme a lo que establece este procedimiento.
- Del personal que ejecuta el ensayo: Realizar, evaluar y reportar los resultados conforme a lo que establece este procedimiento.

REQUISITOS

Del personal.

El personal que ejecute actividades de ensayo de dureza bajo este procedimiento deberá ser:

- Ingeniero metalurgista con tres meses de experiencia.
- Ingeniero de cualquier otra especialidad con conocimientos de metalurgia básica y manejo del equipo con experiencia de seis meses.
- Ser técnico profesional con conocimientos de metalurgia básica y manejo del equipo contando por lo menos con un año de experiencia.

El personal que evalúe o interprete los resultados deberá ser ingeniero metalurgista o ingeniero en cualquier otra especialidad con experiencia de por lo menos dos años.

El equipo

Juego completo de probador de dureza portátil.

DESARROLLO

- Preparación de la superficie

Se registrará la identificación asignada previamente por el cliente, al elemento sujeto a prueba, en el formato F-02 de este procedimiento.

El personal encargado de realizar el ensayo seleccionará un área, siendo esta la más adecuada, para preparar la superficie de la pieza. Se procederá a eliminar grasa, óxidos o cualquier material extraño con disco abrasivo seguido por pulido con lija del No. 100 o 120 y 240, el área a preparar dependerá del equipo empleado.

Para asegurar que los valores de dureza sean los correctos, es necesario tomar en cuenta las siguientes precauciones:

- Que la superficie sea plana y normal al eje de aplicación de la carga.
- Que la distancia del borde de una huella al centro de otra huella sea al menos 2.5 veces al diámetro de la huella
- Que el espesor del material sea diez veces la profundidad de la muestra hecha por el penetrador.
- Que la superficie sea homogénea en el área preparada de cada pieza; se efectuaran un mínimo de 3 mediciones, tomándose el promedio.

Si en el elemento se obtuvo una réplica metalográfica, hacer la prueba en esa superficie.

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO.

Los probadores de dureza portátiles, son empleados cuando las piezas o productos a ser ensayados son muy grandes, están unidas a estructuras, forman parte de un sistema o la dirección de aplicación de la fuerza del penetrador es diferente a la verticalidad descendente; por lo tanto, el equipo deberá tener las siguientes características:

- 1) El equipo deberá tener peso y dimensiones que lo hagan portátil.
- 2) La fuerza de penetración debe ser aplicada en cualquier dirección.
- 3) El equipo estará diseñado de tal forma que no se empleen pesos muertos.
- 4) La fuerza debe ser aplicada por medio de un cilindro hidráulico, por medio de un tornillo a través de un resorte calibrado o únicamente por un resorte.
- 5) Deberá ser provisto de medios de sostenimiento para que el penetrador este en contacto con la superficie y no haya movimiento entre el probador y la pieza cuando la carga es aplicada.
- 6) Deberán de aplicar la misma carga nominal y usar el mismo penetrador como los usados en los métodos de prueba de Dureza Brinell, Rockwell, Vickers o Leeb.
- 7) Para el caso de los Probadores de Durezas Leeb, la superficie de prueba deberá tener una temperatura de 4° a 38° C.

CALIBRACIÓN

Los probadores de dureza portátiles serán usados únicamente con cargas aplicadas a las que han sido calibradas.

También, periódicamente deberán ser revisados para verificar errores de medición del equipo. Esto se hará con bloques estandarizados y certificados o por el método de comparación. La verificación se efectuará cada vez que el operador sea diferente, cuando la geometría del penetrador sea afectada, cuando se sospeche un mal funcionamiento del equipo o simplemente cuando sea requerido. Sin embargo, el tiempo de verificación de medición del equipo nunca deberá ser mayor a 18 meses.

PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN DE LA CARGA.

- Prueba Portátil Brinell.- estos probadores generalmente aplican la carga por medio de un cilindro hidráulico equipado con un medidor de presión y un resorte cargado a un valor de relevo. Con este arreglo no es posible mantener la carga ya que la válvula de relevo se abre por un tiempo apreciable. De aquí que se debe llevar el mismo punto varias veces a la carga superior, en donde la carga es relevada. Ha sido determinado que para el acero, con una carga de prueba de 3000 Kgf, tres aplicaciones de carga son equivalentes a un sostenimiento de 15 seg de carga.
- Prueba Portátil tipo Rockwell.- estos equipos generalmente aplican la carga a través de un resorte calibrado por medio de un tornillo y son equipados con dos indicadores, una escala que mide la deflexión del resorte para indicar la carga y la otra escala o tornillo micrómetro que indica la profundidad de penetración. La carga menor se aplica hasta el punto apropiado, de acuerdo al indicador de esa carga, de aquí aplicar la carga mayor. Girar el tornillo en la dirección opuesta hasta que la escala de la carga menor indique nuevamente la carga. De aquí leer la dureza en el indicador de profundidad como la diferencia entre las lecturas a la carga menor antes y después de la aplicación de la carga mayor. Llevar a la carga gradualmente en forma continua. Quite completamente la carga mayor, dentro de los 2 seg después de que ha sido aplicada completamente.
- Prueba Portátil tipo Vickers.- el equipo para esta prueba generalmente aplica la carga por medio de un cilindro hidráulico equipado con un medidor de presión. Llevar el penetrador justo en contacto con la superficie de prueba y verificar que en el medidor de presión, la presión sea cero. De aquí, llevarlo a la carga superior hasta el valor requerido a como se indique en el medidor de presión. Llevarlo a la carga superior gradualmente sin interrupciones y con cuidado a la carga requerida. Mantener la carga total mínimo por 15 seg solo que otra cosa sea especificada, y retirarla.
- Prueba Portátil tipo Leeb.- en estos equipos un cuerpo de impacto con un perfil esférico o de diamante de carburo de tungsteno es puesto bajo la fuerza de un resorte, desde donde es enviado hasta la superficie de prueba. Las velocidades de impacto y rebote inducen un voltaje eléctrico proporcional a ellas en la bobina. Los valores de voltajes derivados de las velocidades de impacto y rebote son multiplicados por el factor 1000 produciendo un número el cual constituye el valor de dureza Leeb.



Cuando la dirección de impacto es diferente a la verticalidad descendente, se aplican factores de corrección proporcionados por el fabricante. El espesor mínimo de la pieza sujeta a prueba será de acuerdo a la siguiente información:

Equipo de Impacto	Espesor Mínimo.
D, DC, D+15, E	3 mm (1/8 pulg.)
G	10 mm (3/8 pulg.)
C	1 mm (1/32 pulg.)

REPORTE DE RESULTADOS.

Los valores de dureza obtenidos deberán ser reportados en el formato F-02 de este procedimiento, los valores de dureza se reportarán en cualquiera de las siguientes escalas: Brinell, Rockwell B, Rockwell C, Vickers o Leeb.

Debido a que el principio de la prueba de dureza Leeb no tiene una correlación directa a los otros métodos de durezas; las conversiones son aproximaciones, en donde la conversión ha sido obtenida por pruebas de comparación. Por lo tanto, el fabricante de este tipo de equipos deberá proporcionar tablas de conversión a otras escalas de dureza.

Ya que las durezas en forma indirecta indican la resistencia a la tensión en forma aproximada de un acero, resulta posible estimar por medio de las tablas de conversión del ASMT A 370-97, la resistencia a la tensión aproximada del material ensayado.

Los datos obtenidos de la prueba realizada se registran en el Formato de reporte de dureza (F-02).



F-02 FORMATO DE REPORTE DE DUREZA

		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA														
REPORTE DE DUREZA																
GENERALIDADES				HOJA: 6 DE 9												
CLIENTE:		REPORTE:														
PROYECTO:		FECHA INSPECCIÓN:														
		PROCEDIMIENTO:														
CENTRO DE PROCESO:		REGIÓN:														
LUGAR:																
DATOS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO																
EQUIPO:	ID - TAG:	No. DE EQUIPO:														
INSTALACION:																
DATOS DEL EQUIPO UTILIZADO																
EQUIPO:	MODELO:	MARCA:	SERIE:													
LECTURAS Y EVALUACIÓN																
<table border="1" data-bbox="487 1228 1144 1438"><thead><tr><th>IDENTIFICACIÓN</th><th>HB</th><th>ESPECIFICACIÓN VIABLE</th></tr></thead><tbody><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr></tbody></table>					IDENTIFICACIÓN	HB	ESPECIFICACIÓN VIABLE									
IDENTIFICACIÓN	HB	ESPECIFICACIÓN VIABLE														
_____ INSPECTOR NIVEL II GNT-TC-1A REALIZÓ			_____ INSPECTOR NIVEL II GNT-TC-1A REVISÓ													
_____ REPRESENTANTE DE PROYECTO AUTORIZÓ																

TABLA DE CONVERSIÓN PARA OBTENER LA DUREZA DEL MATERIAL
Tabla-02 Conversiones

TABLE 3 Approximate Hardness Conversion Numbers for Non-austenitic Steels (Rockwell B to other Hardness Numbers)

Rockwell B Scale, 100-kgf Load 1/16 in (1.588 mm) Ball	Vicker Hardness Number	Brinell Hardness, 3000-kgf load, 10-mm Ball	Knoop Hardness, 500-gf Load and Over	Rockwell A Scale, 60-kgf load, Diamond Penetrator	Rockwell F Scale, 60-kgf load, 1/16 in, (1.588 mm) Ball	Rockwell Superficial Hardness			Approximate Tensile Strength Kal (Mpa)
						15T Scale, 15-kgf load, 1/16-in (1.588 mm) Ball	30T Scale, 30-kgf load, 1/16 in (1.588 mm) Ball	45T Scale, 45-kgf Load, 1/16 in (1.588 mm) Ball	
100	240	240	251	61.5	-	93.1	83.1	72.9	116 (800)
99	234	234	246	60.9	-	92.8	82.5	71.9	114 (785)
98	228	228	241	60.2	-	92.5	81.8	70.9	109 (750)
97	222	222	236	59.5	-	92.1	81.1	69.9	104 (715)
96	216	216	231	58.9	-	91.8	80.4	68.9	102 (705)
95	210	210	226	58.3	-	91.5	79.8	67.9	100 (690)
94	205	205	221	57.6	-	91.2	79.1	66.9	98 (675)
93	200	200	216	57.0	-	90.8	78.4	65.9	94 (650)
92	195	195	211	56.4	-	90.5	77.8	64.8	92 (635)
91	190	190	206	55.8	-	90.2	77.1	63.8	90 (620)
90	185	185	201	55.2	-	89.9	76.4	62.8	89 (615)
89	180	180	196	54.6	-	89.5	75.8	61.8	88 (605)
88	176	176	192	54.0	-	89.2	75.1	60.8	86 (590)
87	172	172	188	53.4	-	88.9	74.4	59.8	84 (580)
86	169	169	184	52.8	-	88.6	73.8	58.8	83 (570)
85	165	165	180	52.3	-	88.2	73.1	57.8	82 (565)
84	162	162	176	51.7	-	87.9	72.4	56.8	81 (560)
83	159	159	173	51.1	-	87.6	71.8	55.8	80 (550)
82	156	156	170	50.6	-	87.3	71.1	54.8	77 (530)
81	153	153	167	50.0	-	86.9	70.4	53.8	73 (505)
80	150	150	164	49.5	-	86.6	69.7	52.8	72 (495)
79	147	147	161	48.9	-	86.3	69.1	51.8	70 (485)
78	144	144	158	48.4	-	86.0	68.4	50.8	69 (475)
77	141	141	155	47.9	-	85.6	67.7	49.8	68 (470)
76	139	139	152	47.3	-	85.3	67.1	48.8	67 (460)
75	137	137	150	46.8	99.6	85.0	66.4	47.8	66 (455)
74	135	135	147	46.3	99.1	84.7	65.7	46.8	65 (450)
73	132	132	145	45.8	98.5	84.9	65.1	45.8	64 (440)
72	130	130	143	45.3	98.0	84.0	64.4	44.8	63 (435)
71	127	127	141	44.8	97.4	83.7	63.7	43.8	62 (425)
70	125	125	139	44.3	96.8	83.4	63.1	42.8	61 (420)
69	123	123	137	43.8	96.2	83.0	62.4	41.8	60 (415)
68	121	121	135	43.3	95.6	82.7	61.7	40.8	59 (405)
67	119	119	133	42.8	95.1	82.4	61.0	39.8	58 (400)
66	117	117	131	42.3	94.5	82.1	60.4	38.7	57 (395)
65	116	116	129	41.6	93.9	81.8	59.7	37.7	56 (385)
64	114	114	127	41.4	93.4	81.4	59.0	36.7	-
63	112	112	125	40.9	92.8	81.1	58.4	35.7	-
62	110	110	124	40.4	92.2	80.8	57.7	34.7	-
61	108	108	122	40.0	91.7	80.5	57.0	33.7	-
60	107	107	120	39.5	91.1	80.1	56.4	32.7	-

En esta tabla se lee el valor de la columna Brinell y se interpone con la columna de aproximación y el valor obtenido se utiliza para saber de que material se trata.



Tabla-02 Conversiones (continuación)

Rockwell B Scale, 100- kgf Load 1/16 in (1.588 mm) Ball	Vicker Hardness Number	Brinell Hardness, 3000-kgf load, 10-mm Ball	Knoop Hardness, 500-gf Load and Over	Rockwell A Scale, 60-kgf load, Diamond Penetrator	Rockwell F Scale, 60-kgf load, 1/16 in, (1.588 mm) Ball	Rockwell Superficial Hardness			Aproximate Tensile Strength Kal (Mpa)
						15T Scale, 15-kgf load, 1/16-in (1.588 mm) Ball	30T Scale, 30-kgf load, 1/16 in (1.588 mm) Ball	45T Scale, 45-kgf Load, 1/16 in (1.588 mm) Ball	
59	106	106	118	39.0	90.5	79.8	55.7	31.7	-
58	104	104	117	38.6	90.0	79.5	55.0	30.7	-
57	103	103	115	38.1	89.4	79.2	54.4	29.7	-
58	101	101	114	37.7	88.8	78.8	53.7	28.7	-
55	100	100	112	37.2	88.2	78.5	53.0	27.7	-
54	-	-	111	36.8	87.7	78.2	52.4	26.7	-
53	-	-	110	36.3	87.1	77.9	51.7	25.7	-
52	-	-	109	35.9	86.5	77.5	51.0	24.7	-
51	-	-	108	35.5	86.0	77.2	50.3	23.7	-
50	-	-	107	35.0	85.4	76.9	49.7	22.7	-
49	-	-	106	34.6	84.8	76.6	49.0	21.7	-
48	-	-	105	34.1	84.3	76.2	48.3	20.7	-
47	-	-	104	33.7	83.7	75.9	47.7	19.7	-
46	-	-	103	33.3	83.1	75.6	47.0	18.7	-
45	-	-	102	32.9	82.6	75.3	46.3	17.7	-
44	-	-	101	32.4	82.0	74.9	45.7	16.7	-
43	-	-	100	32.0	81.4	74.6	45.0	15.7	-
42	-	-	99	31.6	80.8	74.3	44.3	14.7	-
41	-	-	98	31.2	80.3	74.0	43.7	13.6	-
40	-	-	97	30.7	79.7	73.6	43.0	12.6	-
39	-	-	96	30.3	79.1	73.3	42.3	11.6	-
38	-	-	95	29.9	78.6	73.0	41.6	10.6	-
37	-	-	94	29.5	78.0	72.7	41.0	9.6	-
36	-	-	93	29.1	77.4	72.3	40.3	8.6	-
35	-	-	92	28.7	76.9	72.0	39.6	7.6	-
34	-	-	91	28.2	76.3	71.7	39.0	6.6	-
33	-	-	90	27.8	75.7	71.4	38.3	5.6	-

4.7.3. Procedimiento para la medición de espesores

OBJETIVO

- Este procedimiento tiene la finalidad de establecer los lineamientos para realizar la medición de espesores de pared, en recipientes a presión, utilizando la técnica de pulso-eco por contacto directo.

ALCANCE

- Quedan dentro del alcance de este procedimiento, las mediciones de espesor realizadas en recipientes a presión que están definidos en la NOM-020-STPS-2002.

DEFINICIONES

- Recipiente sujeto a presión: aparato construido para operar con fluidos a presión diferente a la atmosférica, proveniente dicha presión de fuentes externas o mediante la aplicación de calor desde una fuente directa, indirecta o cualquier combinación de éstas.

Código: es el conjunto de reglas técnicas en que está basado el diseño y la construcción del equipo.

REFERENCIAS

- NOM-020-STPS-2002
- ASME Secc. VIII Div. 1,
- API 510

REQUISITOS

- El personal que realiza las actividades de inspección debe estar calificado y certificado como nivel I y II, de acuerdo con la práctica recomendada SNT-TC-1^a, para capacitación, calificación y certificación de personal que realiza ensayos no destructivos.

RESPONSABILIDADES

- Aseguramiento de Calidad.- la implantación correcta de este procedimiento en los equipos que lo requieran.
- Supervisión.- verificar que el personal ejecute y reporte los resultados conforme a lo que establece el presente procedimiento.
- Personal que ejecuta el trabajo.- efectuar las actividades de inspección conforme a lo establecido en este procedimiento.

EQUIPO Y MATERIALES

- **EQUIPO DE ULTRASONIDO.** Se empleará un equipo de ultrasonido del tipo pulso-eco, capaz de generar una frecuencia de 1 a 5 MHz y medir espesores en un rango de 0.030 a 9.99 in. Así como realizar lecturas reales discriminando capa de pintura o recubrimiento anticorrosivo.
- **TRANSDUCTOR.** Se emplearán transductores de 2.25 a 5 MHz con diámetros de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ in e incluso de 1 in, dependiendo la pieza a inspeccionar, verificando que sean compatibles con el equipo de ultrasonido.
- **ACOPLANTE.** Se utilizarán como medio acoplante: glicerina, gel, agua, aceite, etc. El mismo acoplante utilizado durante la calibración será empleado durante la inspección.
- **BLOQUES DE CALIBRACIÓN.** Podrán ser utilizados Blocks de calibración tales como IIW tipo II o el de escalera, al igual que el block o pastilla que se encuentran integrados en algunos modelos de medidores de espesores.
- **CALIBRACIÓN.** El equipo de ultrasonido deberá de ser calibrado al inicio de cada inspección y cuando se observe un mal funcionamiento durante el curso de la inspección, en este caso, se deberán repetir las mediciones desde la última determinación sin incertidumbre.
El equipo de ultrasonido se deberá calibrar y mantener el certificado de calibración con vigencia máxima de 1 año.

DESARROLLO DE LA INSPECCIÓN

- Datos de Placa e identificación del Recipiente a presión. Previo a la medición de espesores se deberá contar con la siguiente información:

Datos de placa del equipo o recipiente a inspeccionar.

Condiciones de operación: presión, temperatura, fluido, capacidad, etc.

Espesor nominal de cuerpo y tapas.

Número económico, Número de serie, Número consecutivo.

Dibujo de planta y/o croquis de localización.

- **Preparación de Superficies:** La superficie de los recipientes a ser inspeccionados deberá de estar razonablemente limpia y libre de cualquier material que pudiese interferir con la realización de la técnica, excepto pintura o recubrimiento anticorrosivo.
- **La medición de espesores se llevará a cabo por el exterior para los recipientes a presión en servicio, para equipos fuera de servicio se podrá realizar por el exterior o bien por el interior, si existe acceso.**
- **Registro de Lecturas:** La lectura obtenida en la pantalla del medidor de espesores en cada punto de inspección se registrará hasta que los dígitos se estabilicen.

Las lecturas de espesores se reportarán en milímetros o en milésimas de pulgada previo acuerdo con el cliente.

- **Reportes:** Los resultados se documentarán en el formato F-03.

GRADO DE EXAMINACIÓN

- RECIPIENTES DE PROCESO, SERVICIO Y AIRE**
 El grado de examinación serán en dos niveles por carrete en la sección cilíndrica. Cada uno de los niveles localizados en zonas adyacentes a las soldaduras (a 1"), la inspección en cada nivel involucra cuatro lecturas en sentido de las manecillas de reloj a las 12:00, 3:00, 6:00 y 9:00 Hrs. (o bien 0, 90, 180 y 270 grados), según se muestra en la Figura 4.5.

En cada tapa, se tomarán 13 puntos según se indica en la Figura 4.6.

En cada boquilla, el grado de examinación será en dos niveles, cada uno a 2" del cordón de soldadura (unión brida-cuello, unión cuello-cuerpo), la inspección en cada nivel involucra cuatro lecturas en sentido de las manecillas de reloj a las 12:00, 3:00, 6:00 y 9:00 Hrs. (o bien 0, 90, 180 y 270 grados),

Fig. 4.5 Esquema para la localización de los puntos de medición de espesores en Sección cilíndrica, tapas y boquillas de recipientes de proceso, servicio y aire.

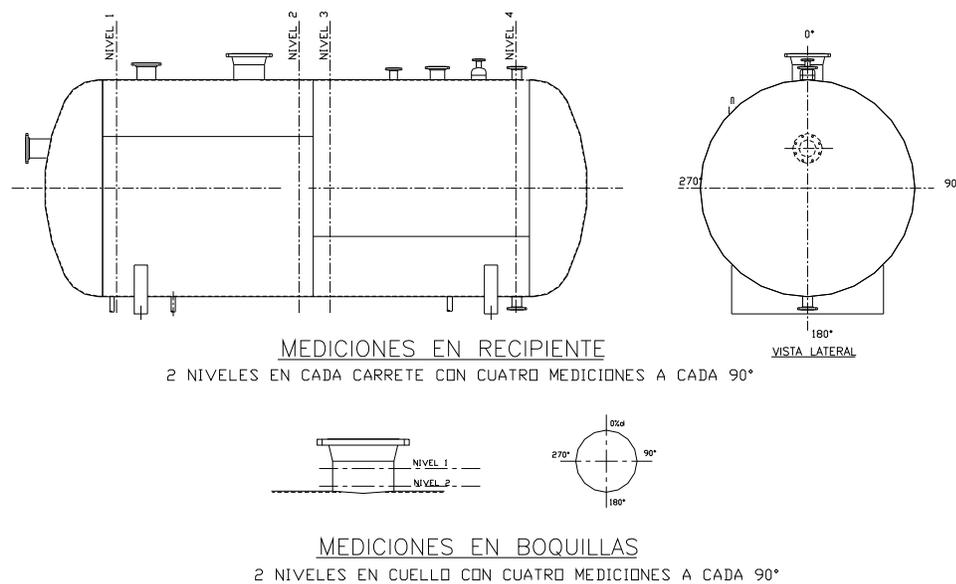
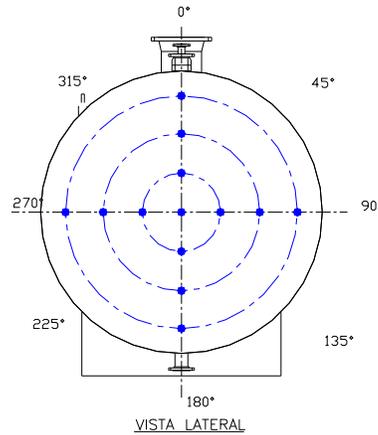


Fig. 4.6 Esquema para la localización de los puntos de medición de espesores en Sección cilíndrica, tapas y boquillas de recipientes de proceso, servicio y aire (Continuación).



MEDICIONES EN TAPAS

3 NIVELES EN CADA TAPA CON CUATRO MEDICIONES Y UNA EN EL CENTRO

En zonas donde se detecte corrosión severa externa, se incrementará el grado de examinación en un radio de 2 in.

Bajo espesor: En los casos que se detecten espesores inferiores a los obtenidos previamente o a los nominales, se hará un sondeo en un radio de 2 in, para verificar la certidumbre de esa lectura, tomando 5 lecturas adicionales alrededor del punto encontrado. En el caso de que se determine que se trata de un bajo espesor o espesores, se delimitará la zona con probable corrosión interna.

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

- Estos serán definidos por el cliente, de igual manera cálculos como velocidad de corrosión, vida remanente, o cálculo del espesor mínimo requerido por presión interna, queda fuera del alcance de este procedimiento.

Los datos obtenidos de la prueba realizada se registran en el Formato de inspección ultrasónica (medición de espesores) (F-03).

4.7.4. Procedimiento para la inspección visual de recipientes a presión

OBJETIVO

- Establecer los lineamientos para la realización de la inspección no destructiva por el método visual en materiales metálicos y soldaduras de recipientes a presión.

ALCANCE

- Este procedimiento contiene los métodos y requerimientos para la inspección visual, aplicables cuando es especificado por una sección de referencia del código ASME, por especificaciones de ingeniería o requisitos contractuales
- La examinación visual involucrada en la interpretación de los varios métodos de examinación no destructiva no se pretende que sea incluida en este procedimiento, puesto que dicha examinación visual esta incluida en los procedimientos que describen métodos de examinación no destructiva particulares. Debido a que existen múltiples pruebas; hidrostática, neumática, de procesos y procedimientos de fabricación, pruebas de fuga, etc., puede haber alguna duplicación.

REFERENCIAS

- Artículo 9 Código ASME, Sección V, última edición.
- ASME Sección VIII Div. 1
- API 510

REQUISITOS.

- El inspector o técnico que realice el examen de inspección visual debe estar calificado al menos como nivel I.
- El inspector o técnico deberá someterse a un examen anual de la vista para asegurar que la agudeza visual a corta distancia natural o corregida debe ser tal que permita leer las letras J – 1 en las cartas de la prueba tipo JAEGER para visión cercana. Son aceptables pruebas para visión cercana equivalentes.
- Todo el personal técnico para inspección no destructiva deberá estar calificado de acuerdo al documento SNT – TC – 1 A de la ASNT.

RESPONSABILIDADES

- Aseguramiento de Calidad.- la implantación correcta de este procedimiento en los equipos que lo requieran.
- Supervisión.- verificar que el personal ejecute y reporte los resultados conforme a lo que establece el presente procedimiento.
- Personal que ejecuta el trabajo.- efectuar las actividades de inspección conforme a lo establecido en este procedimiento.

TÉCNICA DE INSPECCIÓN

- La inspección visual directa podrá efectuarse cuando el acceso es suficiente para colocar el ojo a poco menos de 610 mm (24") de la superficie a examinar y a un ángulo no menor de 30° respecto de la superficie bajo inspección.
- Previo a la inspección el inspector deberá realizar una comprobación de su agudeza visual al ser capaz de detectar una fina línea de 1/32" o menos de ancho, o alguna otra falla artificial localizada sobre la superficie o sobre una superficie similar a la que se va a examinar a una distancia de 24" o mas, pueden usarse espejos para mejorar el ángulo de visión así como lentes de aumento para auxiliarse durante la inspección. La pieza, componente, recipiente o sección específica a examinar será iluminada, si es necesario con reflectores y otros equipos de iluminación, para obtener un mínimo de 15 pies-candelas para la examinación general y un mínimo de 50 pies-candelas para la detección o el estudio de pequeñas anomalías
- Alternativamente se podrá utilizar Inspección visual remota en la inspección visual remoto puede usarse ayudas visuales tales como espejos u otros dispositivos adecuados. Tales sistemas podrían tener una capacidad de resolución al menos equivalentes a la obtenida por observación visual directa.

GRADO DE EXAMINACIÓN

- El recipientes a presión será inspeccionado por este método en su totalidad, esto incluye, tapas y cuerpo en toda su sección cilíndrica (100%). Boquillas y conexiones soldadas, silletas y estructura de soporte (100%).
- En uniones soldadas sin pintura o recubrimiento anticorrosivo se inspeccionará: alineamiento de la unión, grietas, socavados, poros, etc.; evidencias de fugas., tal como lagrimeo, humedecimiento o goteo.
- En cuerpo y tapas del recipiente a presión se inspeccionará: abolladuras, deformaciones, marcas mecánicas, etc.
- En silletas y estructura de soporte, se revisara el estado del recubrimiento anticorrosivo, así como evidencia de productos de corrosión.
- Los puntos de inspección anteriormente descritos se documentarán en el formato de reporte de inspección visual del Anexo I

EVALUACION

- Toda inspección será evaluada en términos de los estándares de aceptación del código de referencia, en general deberán ser reportadas cualquier discontinuidad o anomalía que sea considerada en detrimento de la integridad mecánica de los recipientes a presión.

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

- Se utilizarán los criterios de aceptación para discontinuidades detectadas por inspección visual de Código ASME Secc. VIII, Div. 1, API 510 o las especificadas por el cliente.



RELACIÓN DE ESPECIFICACIONES NO REFERENCIADAS

- Cuando un código, norma o especificación propia del proyecto no este referenciada en este procedimiento o cuando un requisito de dichos documento no esté incluido o exista discrepancia con lo indicado en este procedimiento, serán mandatarios los documentos contractuales.

Los datos obtenidos de la prueba realizada se registran en el Formato de reporte de inspección visual (F-04).

4.7.5. Procedimiento para replica metalográfica de campo

OBJETIVO

- Este procedimiento tiene la finalidad de establecer los lineamientos para realizar replicas metalográficas de campo a través de la técnica de impresión en acetato, en material base de recipientes a presión.

ALCANCE

- Realizar replica Metalográfica en cuerpo y tapas de Recipientes a presión, para la caracterización del material y de esta manera definir especificación tipo y grado.

REFERENCIAS

- ASME Secc. II parte A, B y D
- ASTM E3 modificado, preparación de las superficies para micrografía
- ASTM E407 procedimiento para grabado de superficies metálicas

REQUISITOS

- El personal que realiza las actividades de inspección debe estar capacitado como técnico Metalógrafo.

RESPONSABILIDADES

- Aseguramiento de Calidad.- la implantación correcta de este procedimiento e los equipos que lo requieran.
- Supervisión.- verificar que el personal ejecute y reporte los resultados conforme a lo que establece el presente procedimiento.
- Personal que ejecuta el trabajo.- efectuar las actividades de inspección conforme a lo establecido en este procedimiento.

EQUIPO Y MATERIALES

- Kit de replica metalográfica consistente en:
 - a) Esmerilador
 - b) Pulidora
 - c) Extensiones 110 volts
 - d) Reactivos. Se emplearán los siguientes reactivos:

Material a Inspeccionar	Nombre del reactivo	Composición química del reactivo
Acero al carbón	Nital III	97% alcohol etílico+ 3% de Acido nítrico
Acero inoxidable	Marble	Sulfato de cobre (cúprico) 4 gramos en cada 10 ml.+Ácido clorhídrico 10 ml.+Agua destilada 10 ml.
Acero inoxidable	Glyceregia	15 ml Ácido clorhídrico+10 ml ácido nítrico+10 ml. Ácido acético+3 ml. glicerol

e) Consumibles.

Piedra esmeril.
Lijas de carburo de silicio y de óxido de aluminio, No. Grit 120, 200, 400 y 600
Alcohol etílico
Pasta de diamante
Paño
Papel acetato

PROCEDIMIENTO

- Preparación de la Superficie
Las superficies a examinar previo a la inspección por replica metalográfica deberán estar libres de grasa, óxido, herrumbre, grasa, pintura u otro contaminante que interfiera con la prueba.

Área a examinar:
El área a examinar es de ½ in. de radio. De forma general, una área replicada de 12 a 18 mm (0.5 por 0.75 pulgadas), es satisfactoria.

Limpieza del Metal:
Se realizará desbaste grueso con piedra esmeril

Pulido Grueso
Se realiza mediante pulido en serie, con lijas números 100, 200, 400 y 600, en cada etapa, se gira el pulidor a 90° para eliminar las rayas de pulido transversales dejadas de la operación previa.
La superficie, entonces presentará un aspecto liso para proceder al pulido final.

Pulido Fino a Espejo
Utilizando pasta de diamante y paño, se realizará el pulido fino hasta obtener una superficie brillante a espejo.
- Ataque Químico
La superficie a espejo, se deberá atacar con los reactivos para microataque en materiales terrosos.



Tiempo de ataque

El tiempo de ataque se determinará en función del tipo de material, el tipo y grado de envejecimiento del reactivo, así como del monitoreo y comprobación mediante el microscopio o dispositivo metalográfico de campo. Los tiempos de ataque oscilan de 10 a 30 segundos

- Impresión en Acetato

Una réplica es ejecutada por uno de los dos métodos descritos a continuación. con ambos métodos se producen réplicas aceptables.

Una vez que la superficie esta perfectamente atacada, se realizará la impresión, al aplicar presión manualmente sobre el acetato previamente humedecido contra el metal. Para reblandecer el acetato se utiliza usualmente acetona 50% volumen-alcohol 50% volumen. El tiempo para impresión en acetato bajo presión, oscila de 30 a 60 segundos.

Otra alternativa de poder obtener una réplica en posición plana es humedeciendo la superficie metálica preparada con un solvente recomendable, como los mencionados anteriormente, y colocar la película plástica (acetato) a la superficie húmeda presionando esta por varios segundos para asegurar su adherencia.

La réplica deberá ser tomada lo más rápidamente posible después de la preparación de pulido a espejo de la zona bajo inspección, esto es para minimizar la oxidación de la pieza y posible contaminación de la película.

Después de que la película ha secado, se tiene que remover la réplica y debe ser montada en un objeto rígido que facilite el análisis de la réplica (portaobjetos), y que la proteja de los posibles daños durante la transportación y almacenaje. El montaje debe ser asegurado colocando cinta adhesiva por ambos lados del cristal.

- Observación al Microscopio

Se deberá utilizar un microscopio o dispositivo de reflexión para observación metalográfica, como mínimo a 100 aumentos (100X). El equipo deberá ser portátil con fuente de energía mediante pila seca.

La réplica se identifica con el número de serie o numero consecutivo del recipiente por un lado y se almacena en un lugar seco y libre de contaminación durante su transportación al laboratorio.

Las réplicas de las tapas se les agregara el prefijo "T" y a las del cuerpo la letra "C".

- Obtención de las Fotomicrografías

Superficie de la réplica.

Durante el proceso de revelado de la réplica, no serán permitidos dobleces ni deformaciones en la película

Examinación de réplicas.

Para proporcionar el contraste necesario para la exploración de la réplica en el microscopio, la replica puede ser colocada en una superficie pulida, como por ejemplo un espejo, o sobre una película de fondo negro.

La microestructura se deberá mostrar claramente en una zona de por lo menos $\frac{1}{4}$ in. de diámetro.

Todas las características microestructurales deberán ser correctamente representadas. Los límites de grano y otros rasgos deberán ser fácilmente identificados.

La réplica metalográfica se imprimirá como fotomicrografía en un laboratorio metalográfico convencional, utilizando un microscopio metalúrgico de reflexión. Las fotomicrografías podrán ser obtenidas en 50X y 100X.

- Limpieza Final

Al finalizar se limpiará con alcohol y paño de algodón el área de la réplica metalográfica, y hasta 1" adyacente, para eliminar residuos del reactivo químico de ataque.

- Marcado de la zona inspeccionada

Se marcarán con pintura para metal, las zonas de donde fueron obtenidas las réplicas metalográficas, con las letras "RM".

GRADO DE EXAMINACIÓN

- Cada una de las tapas del recipiente a presión se inspeccionarán con un punto de réplica metalográfica, asimismo se realizará una réplica en el cuerpo del recipiente.

REPORTE METALGRÁFICO

- Se realizará una descripción detallada de la microestructura revelada en cada caso (tapas y cuerpo), indicando el tipo de fases encontradas, tamaño de grano, así como otros microconstituyentes tal como sulfuros, inclusiones no metálicas; también se reportará si existen evidencias de descarburación, deformación de la estructura, bandeamiento, etc.
- En este reporte se indicará el reactivo de ataque utilizado y los aumentos a los que fue obtenida la fotomicrografía.
- Los resultados así obtenidos serán presentados en el formato de Caracterización Metalúrgica, del formato F-05.

CRITERIOS PARA CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL.

- En combinación con la microestructura encontrada en cada caso (tapas y cuerpo) y la dureza, se reportará la especificación, tipo y grado del material con propiedades equivalentes a las encontradas, basándose en especificaciones de ASME Secc. II parte A, B y D.

Los datos obtenidos de la prueba realizada se registran en el Formato de reporte de análisis metalográfico. (F-05).



F-05 FORMATO DE REPORTE DE ANÁLISIS METALOGRAFICO

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA	
REPORTE DE ANÁLISIS METALOGRAFICO		
GENERALIDADES		HOJA: 7 DE 9
CLIENTE:	REPORTE:	
PROYECTO:	FECHA INSPECCIÓN:	
CENTRO DE PROCESO:	PROCEDIMIENTO:	
LUGAR:	REGIÓN:	
DATOS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO		
EQUIPO:	ID - TAG:	No. DE EQUIPO:
INSTALACIÓN:		
INFORMACIÓN DEL MÉTODO DE PRUEBA		
APLICADO EN:		
CÓDIGOS/ESPECIFICACIONES:		
ANÁLISIS METALOGRAFICO		
MICROGRAFÍA	FOTO No.:	1
	SECCIÓN:	TAPA INFERIOR
	REACTIVO DE ATAQUE: NITAL 3%	TAMANO DE GRANO
	AUMENTOS: 100X	8-10 ASTM
	DESCRIPCIÓN:	
	SANIDAD: ACEPTABLE (x) NO ACEPTABLE ()	
MICROGRAFÍA	FOTO No.:	2
	SECCIÓN:	CUERPO
	REACTIVO DE ATAQUE: NITAL 3%	TAMANO DE GRANO
	AUMENTOS: 100X	8-10 ASTM
	DESCRIPCIÓN:	
	SANIDAD: ACEPTABLE (x) NO ACEPTABLE ()	
MICROGRAFÍA	FOTO No.:	3
	SECCIÓN:	TAPA SUPERIOR
	REACTIVO DE ATAQUE: NITAL 3%	TAMANO DE GRANO
	AUMENTOS: 100X	8-10 ASTM
	DESCRIPCIÓN:	
	SANIDAD: ACEPTABLE (x) NO ACEPTABLE ()	
OBSERVACIONES:		
INSPECTOR NIVEL II SNT-TC-1A REALIZÓ	INSPECTOR NIVEL II SNT-TC-1A REVISÓ	REPRESENTANTE DE PROYECTO AUTORIZÓ

4.7.6. Procedimiento para la detección de fallas con haz angular de ultrasonido

OBJETIVO.

- Establecer los parámetros necesarios para la inspección de ultrasonido de uniones soldadas en recipientes a presión

ALCANCE

- Este procedimiento establece el método y los criterios de aceptación, para la inspección por ultrasonido, por la técnica de pulso eco y por contacto directo, de uniones soldadas a tope con penetración completa en recipientes a presión.

RESPONSABILIDADES

- Aseguramiento de Calidad.- La Implantación correcta de este procedimiento en los equipos que lo requieran
- Supervisión.- Verificar que el personal ejecute y reporte los resultados de acuerdo a lo que establece el presente procedimiento.
- Personal que ejecuta el trabajo.- Efectuar las actividades conforme a lo establecido en este procedimiento.

REQUISITOS DE PERSONAL

- El personal que realice las inspecciones debe estar calificado y certificado de acuerdo al procedimiento de capacitación, calificación y certificación del personal.
- El personal que realice las inspecciones, interprete, evalúe y elabore el reporte de los resultados de las inspecciones, debe estar calificado y certificado como nivel II o III en el método de inspección por ultrasonido

NORMAS Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- ASME SECC. V ART. 5
- ASME SECC. VIII DIV. 1
- API 510

REQUISITOS GENERALES

- EQUIPO Y ACCESORIOS

INSTRUMENTO ULTRASÓNICO.- Se empleara un instrumento ultrasónico detector de fallas, del tipo pulso eco, con presentación A-scan.

LINEALIDAD VERTICAL DE LA PANTALLA. El instrumento ultrasónico debe tener una presentación vertical lineal calibrada, del $\pm 5\%$ de la altura total de la pantalla dentro del 20% al 80% de altura de la pantalla (desde la línea de tiempo base a un punto máximo de la pantalla calibrada).

LINEALIDAD DE CONTROL DE AMPLITUD. El instrumento ultrasónico debe utilizar un control de amplitud con una exactitud en su rango útil de $\pm 20\%$, de la relación de amplitud nominal, para permitir la medición de indicaciones más allá del rango lineal de la presentación vertical de la pantalla.

FRECUENCIA

El instrumento ultrasónico detector de fallas debe ser capaz de generar frecuencias sobre un rango de 1 MHz a 5MHz.

Se pueden utilizar instrumentos que operen a otras frecuencias si la sensibilidad es igual o mejor y es demostrado y documentado.

- **VERIFICACIÓN Y CALIBRACIÓN DEL EQUIPO**

El funcionamiento adecuado del equipo de inspección debe ser verificado y el equipo debe calibrarse utilizando el patrón de referencia al principio y al final de cada inspección, cuando el personal sea cambiado y en cualquier momento que se sospeche un mal funcionamiento.

Cuando se cambie cualquier parte del sistema de inspección, se debe efectuar una verificación de la calibración en, al menos, uno de los reflectores básicos, para asegurar que los puntos de referencia en la línea de tiempo base y los valores de corrección de distancia amplitud registrados, satisfacen los requisitos de la calibración.

Si durante cualquier verificación, se determina que el tiempo de prueba no está funcionando adecuadamente, todo el producto que ha sido inspeccionado hasta la última calibración válida del equipo debe ser reinspeccionado.

- **TRANSDUCTORES**

Los transductores pueden contener transductores sencillos o dobles. El diámetro o dimensiones del elemento transductor deben ser los adecuados, para asegurar el acoplamiento 100% de su área de contacto con la superficie de inspección.

Deben ser usados transductores de haz angular de 45° , sin embargo, se puede emplear zapatas de otros ángulos, 60 o 70 grados, cuando sean apropiados de acuerdo a la configuración geométrica que está siendo inspeccionada, limitaciones del espacio para el barrido, ángulos de bisel y espesores nominales.

La frecuencia nominal de los transductores debe ser de 2.25 mhz, a menos que, debido a la atenuación o la necesidad de tener mayor resolución, se tenga que utilizar alguna otra frecuencia más adecuada.

- **ACOPLANTE**

Se debe emplear un acoplante tal como: agua, aceite, grasa, glicerina, goma de celulosa o vaselina. Se debe emplear el mismo acoplante para la calibración y la inspección. La selección del acoplante será de acuerdo al acabado superficial, posición u orientación de la superficie, la temperatura de la superficie del material a inspeccionar o a posibles reacciones químicas del acoplante con el material a inspeccionar.

- BLOQUES DE CALIBRACIÓN

En la calibración del instrumento ultrasónico, para realizar la inspección de soldadura de penetración completa, se debe emplear el bloque que se muestra en la figura 1 del anexo A, bloque básico de calibración, que cumpla con las características de espesor de la soldadura que se va a inspeccionar.

PARA MATERIALES CON DIÁMETRO EXTERIORES DE HASTA 20". El bloque básico de calibración debe ser curvo. El diámetro de curvatura cubre un rango de diámetros de las piezas a inspeccionar de 0.9 a 1.5 veces el diámetro del bloque.

PARA MATERIALES CON DIÁMETROS EXTERIORES MAYORES DE 20". El bloque básico de calibración debe ser, esencialmente, de la misma curvatura que las piezas a inspeccionar, o alternatively, pueden utilizarse un bloque de calibración plano.

Para la inspección con haz angular, se utilizará un bloque IIW tipo I ó tipo II, para la verificación del punto índice de emisión de la zapata, ángulo refractado del haz ultrasónico en acero, y la calibración de la zapata, ángulo refractado del haz ultrasónico en acero, y la calibración en distancia.

La verificación anterior debe realizarse al principio de cada turno o cada 8 horas, lo que sea menor.

Los bloques básicos de calibración que se utilicen para la calibración del instrumento ultrasónico, en el trazado de la curva de corrección distancia amplitud (DAC), debe tener:

Las mismas propiedades acústicas (atenuación y velocidad) del material a ser inspeccionado:

El mismo tratamiento térmico, la misma forma del producto, especificación del material o número equivalente, y el acabado superficial representativo de la superficie de barrido.

- CALIBRACIÓN

El sistema de inspección debe ser calibrado en el lugar donde se va a efectuar la inspección y cumpliendo con lo siguiente:

El método de calibración para haz recto, debe proporcionar lo siguiente:

- a) calibración del rango de barrido
- b) curva de corrección distancia amplitud

El método de calibración para haz angular, debe proporcionar lo siguiente:

- a) calibración del rango de barrido
- b) curva de corrección distancia amplitud
- c) calibración de posición
- d) Mediciones de la amplitud del eco desde la ranura superficial en el bloque básico.

La curva DAC es requerida para la inspección de todas uniones soldadas. Para la inspección del espesor completo de pared, se debe utilizar las ranuras, como reflectores de calibración.

El nivel de referencia de la curva DAC, se obtiene dirigiendo el palpado de haz angular hacia un reflector de calibración que genere la máxima respuesta, se ajusta la indicación a una altura del 80% de pantalla, se manipula el palpador, sin hacer cambios en los controles del instrumento, hasta obtener las respuestas máximas de los reflectores de calibración en los incrementos de distancia necesarios para generar una curva DAC con 3 puntos.

Cuando se utiliza un DAC electrónico, se debe igualar la respuesta de referencia primaria a una altura constante de la pantalla de entre el 40 al 80% de la altura total de la pantalla, sobre el rango de distancia a ser empleado en la inspección.

Antes de iniciar la inspección, se debe contar con la siguiente información proporcionada por el cliente:

- a) localización del material
- b) número de identificación
- c) diámetro nominal
- d) espesor nominal
- e) Tipo de material o aleación y grado.

Como paso preliminar se realizará la inspección visual del material y se registrará lo encontrado en el formato de reporte de inspección, tal inspección incluirá pero no estará limitada a: corrosión exterior, golpes, grietas, socavados, reparaciones, etc.

Para asegurar la inspección completa del volumen de la soldadura y del material base adyacente a la soldadura, el palpador debe ser trasladado, por lo menos, 10% de su dimensión perpendicular a la dirección del barrido, sobre el paso anterior.

- **PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE**

METAL BASE, a cada lado de la soldadura, debe estar libre de salpicaduras de soldadura, irregularidades de la superficie, o de material extraño que pudiera impedir o interferir con el desplazamiento libre y continuo del palpador en la zona de barrido.

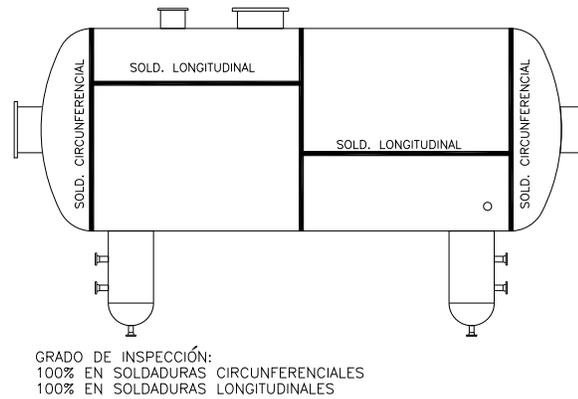
METAL DE SOLDADURA. Donde la superficie de la soldadura, interfiera con la inspección, la soldadura deberá ser preparada, como sea requerido, para permitir la inspección.

La rugosidad de la superficie de contacto de la pieza con el palpador no debe exceder de 125 micropulgadas, si no se especifica otra cosa.

GRADO DE EXAMINACIÓN:

- **RECIPIENTES DE PROCESO**
Se inspeccionara al 100% las costuras circunferenciales del cuerpo y de las tapas y longitudinales cuando aplique.

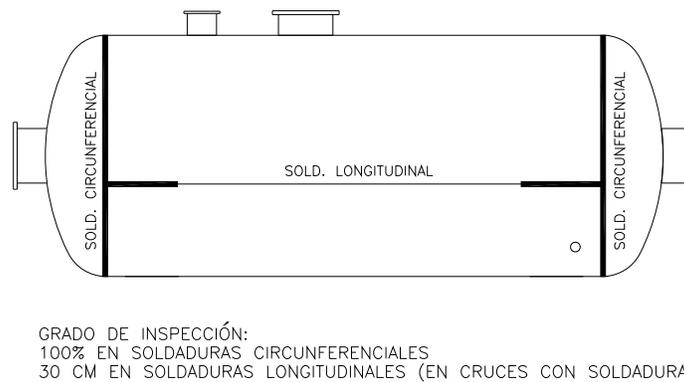
Fig. 4.7 Esquema para la localización de las zonas de Inspección por Ultrasonido Haz angular en Recipientes de Proceso.



- **RECIPIENTES DE SERVICIO**

Se inspeccionará al 100% las costuras circunferenciales del cuerpo y de las tapas y 30 cm de las costuras longitudinales en los cruces con circunferenciales

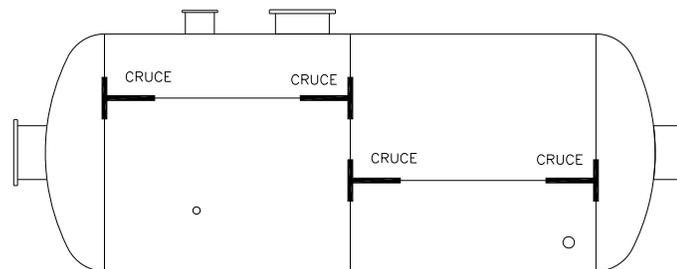
Fig. 4.8 Esquema para la localización de las zonas de Inspección por Ultrasonido Haz angular en Recipientes de Servicio



- **RECIPIENTES DE AIRE**

Se Inspeccionarán los cruces de soldaduras de unión cuerpo-tapas y unión cuerpo-cuerpo (para aquellos de mas de un carrete en la sección cilíndrica) con una extensión de 30 cm.

FIG. 4.9 Esquema para la localización de las zonas de Inspección por Ultrasonido Haz angular en Recipientes de Aire



GRADO DE INSPECCIÓN:
CRUCES DE SOLDADURA EN UNIÓN CUERPO TAPA CON 30 cm DE EXTENSIÓN
CRUCES DE SOLDADURA EN UNIÓN CUERPO-CUERPO CON 30 cm DE EXTENSIÓN

ETAPAS Y ÁREAS DE EXAMEN

- La inspección ultrasónica de uniones soldadas circunferenciales, se llevará a cabo primero realizando la delimitación y el marcaje de la zona de barrido, sobre la superficie del componente y a ambos lados de la soldadura, como se muestra en la figura 2 del anexo B. Se utilizará la distancia de brinco calculada, más una pulgada, como límite lejano de la zona de barrido, medida a partir del borde de la soldadura, y la distancia de brinco calculada, entre dos, como límite cercano de la zona de barrido, medida a partir del centro de la soldadura.
- Todas las soldaduras a tope y la zona afectada por el calor deberán ser inspeccionadas desde cada lado del eje de la soldadura, en dos direcciones cruzadas.

DESARROLLO DE LA INSPECCIÓN

Todas las condiciones de operación, como son: acabado superficial, frecuencia, calibración del instrumento ultrasónico, tipo de palpador y acoplante empleado, deben ser la misma durante la calibración y la inspección.

- **INSPECCIÓN CON HAZ RECTO**

Debe realizarse un barrido al 100 %, del metal base adyacente a la soldadura, hasta el límite lejano de la zona de barrido, para detectar reflectores que puedan afectar la interpretación de los resultados en la inspección por haz angular. La localización y áreas de tales reflectores, deben ser registradas.

Las soldaduras (cuando sea aplicable) y el metal base, deben ser barridos cubriendo toda el área que sea posible, con un palpador de haz recto, como complemento a la inspección con haz angular. El barrido debe realizarse a un ajuste de ganancia de, al menos, dos veces el nivel de referencia primario.

- **INSPECCIÓN CON HAZ ANGULAR**

Barrido con haz angular para reflectores orientados paralelamente a la soldadura. El haz angular debe ser dirigido a, aproximadamente, ángulos rectos con respecto al eje de la soldadura desde ambos lados, donde sea posible, como se muestra en la figura 3 del anexo C, barrido A, B y C, descritos a continuación:

- a) Barrido A: rotación del palpador a un ángulo de 10°
- b) Barrido B: barrido a lo ancho de la zona de barrido
- c) Barrido C: barrido a lo largo de la zona de barrido.

El barrido debe ser realizado a un ajuste de ganancia de, al menos, dos veces el nivel de referencia primario.

Barrido con haz angular para reflectores orientados transversalmente a la soldadura. El haz angular debe ser dirigido, esencialmente, paralelo al eje de la soldadura, desde dos direcciones, como se muestra en la figura 3 del anexo C, barridos D y E, descritos a continuación:

- a) Barrido D: aplicable, si la soldadura es preparada al ras del material
- b) Barrido E: aplicable, si la soldadura no es preparada al ras del material base, el barrido debe realizarse a ambos lados de la soldadura. El ángulo de barrido $e=15^\circ$.

El barrido debe ser realizado a un ajuste de ganancia de, al menos, dos veces el nivel de referencia primario.

Cuando se realice el barrido D, en la inspección circunferencial, distancia de brinco se debe corregir de acuerdo a lo siguiente:

- a) Calcular la distancia de brinco para una pieza plana, con el mismo espesor del componente y registrar el resultado.
- b) Dividir el espesor del componente entre diámetro nominal del mismo, y registrar el resultado.
- c) Localizar el valor obtenido en "c" sobre la escala horizontal de la figura y trazar una línea vertical hasta interceptar la curva del ángulo correspondiente a la zapata o palpador utilizado
- d) En el punto de intersección, trazar una línea horizontal que cruce la escala vertical, el valor obtenido es el factor de corrección, que debe ser registrado.
- e) Los valores obtenidos se multiplican y el resultado es la distancia de brinco corregida para la superficie curva.

- **SELECCIÓN DE LOS REFLECTORES DE CALIBRACIÓN**

Un barreno lateral puede ser usado para aceptación inicial de uniones soldadas en componentes tubulares, siempre que se pueda demostrar que el barreno produce igual ó mayor sensibilidad, que la calibración con una ranura.

- **CONFIRMACION DE LA CALIBRACIÓN**

Se debe realizar una confirmación de la calibración, para verificar la calibración del rango de barrido y la curva de corrección distancia amplitud.

- **CORRECCIÓN DEL RANGO DE BARRIDO**

Si un punto en la curva DAC se ha movido sobre la línea de barrido por más de 10% de la lectura de barrido, o el 5% del barrido total, lo que sea mayor, se debe corregir la calibración del rango de barrido y anotar la corrección en el registro de inspección. Si existen reflectores registrados, esos datos deben ser anulados y se debe registrar una nueva calibración. Todas las indicaciones registradas desde la última calibración o verificación válida, debe ser reinspeccionadas con la calibración corregida y sus valores deben ser cambiados.

- **CORRECCIÓN DE CURVA DAC**

Si un punto en la curva DAC ha disminuido 20% o 2dB de su amplitud, todos los datos desde la última calibración o verificación de la calibración deben ser anulados. Una nueva calibración debe ser realizada y registrada y el área cubierta por los datos anulados debe ser reinspeccionada si cualquier punto de la curva DAC se ha incrementado más del 20% o 2 dB de su amplitud todas las ampliificaciones registradas desde la última calibración o verificación de la calibración válida, debe ser reinspeccionadas con la calibración corregida y sus valores deben ser modificados.

- **MARCA DE LOCALIZACIÓN DE REFERENCIA**

Cada unión soldada debe ser identificada con una marca de localización de referencia. La marca de referencia debe ser localizada de la siguiente forma:

En uniones soldadas en componentes tubulares horizontales, la marca de referencia deberá ser localizada en la parte superior cercana a: la placa de identificación, entrada hombre, extremo norte, extremo sur, extremo este, parte frontal, entrada de fluido, etc., lo que sea aplicable.

En uniones soldadas en componentes tubulares verticales, la marca de referencia deberá ser localizada hacia la parte norte, cercana a la placa de identificación, entrada hombre y/o nivel de piso, lo que sea aplicable

La localización de cualquier discontinuidad registrable, sobre el componente y en el dibujo o croquis complementario del reporte de resultados, deberá tener como referencia la marca de localización. Se debe considerar como inicio la marca de referencia y, sucesivamente, el sentido del flujo de fluido, de norte a sur de este a oeste, de abajo hacia arriba y el sentido de las manecillas del reloj.

Las marcas de referencia deben ser identificadas, sobre el material base, por estampado mecánico de bajo esfuerzo o con pintura.

- **MARCADO DE LAS PIEZAS**

Las uniones soldadas aceptadas, de acuerdo con este procedimiento, deben ser identificadas por estampado mecánico de bajo esfuerzo o con pintura, y con la siguiente leyenda UT - OK.

Las uniones soldadas rechazadas, de acuerdo con este procedimiento, deben ser identificadas por estampado mecánico o con pintura, y con la siguiente leyenda UT- Rech.

INDICACIONES REGISTRABLES

- Todas las indicaciones registrables que produzcan una indicación mayor de 20% de la amplitud del nivel de referencia, deberán ser investigadas para determinar su forma, y localización para ser evaluadas en términos de los criterios de aceptación.

Para cada indicación de discontinuidad registrable, debe suministrarse la siguiente información:

- a) Máxima amplitud de la indicación.
- b) Profundidad de la discontinuidad.
- c) Localización de la discontinuidad en un croquis o dibujo del componente inspeccionado.
- d) Longitud de la discontinuidad.
- e) Tamaño equivalente de la discontinuidad.
- f) Tipo de discontinuidad.

EVALUACIÓN DE LA INDICACIÓN

- Se debe realizar la interpretación de las indicaciones registradas para determinar el tipo de imperfección que las produce, en base a su ubicación, extensión, geometría y comportamiento.

La evaluación será efectuada tomando como base el tipo de discontinuidad interpretada tamaño equivalente o longitud y la amplitud de la indicación con respecto al nivel de referencia.

CRITERIO DE ACEPTACIÓN

- **ESTÁNDARES DE ACEPTACIÓN**
Las indicaciones obtenidas por la inspección ultrasónica deben ser evaluadas de acuerdo con los estándares de aceptación siguientes:

INDICACIONES LINEALES

Todas las indicaciones que produzcan una respuesta mayor del 20% del nivel de referencia deben, hasta donde sea posible, ser investigadas para determinar la localización, forma, magnitud y tipo de reflectores y ser evaluados de acuerdo a los siguientes criterios:

Las indicaciones lineales interpretadas como grietas de cráter o grietas de estrella poco profundas, localizadas en la superficie de la soldadura, con una longitud menor de 5/32" (3.96mm) son aceptables. Todas las otras grietas son inaceptables, independientemente de su tamaño o localización en la soldadura.

Indicaciones lineales (que no sean grietas) que se interpreten que están abiertas a la superficie son inaceptables si exceden de 1" (25.4 mm) en longitud total en una longitud continua de 12" (304.8 mm) de soldadura o el 8% de la longitud de la soldadura.

Indicaciones lineales (que no sean grietas) que se interprete que están dentro de la soldadura (internas) son inaceptables si exceden de 2" (50.8 mm) en longitud total en una longitud continua de 12" (304.8 mm) de soldadura o el 8% de la longitud de la soldadura.



LIMPIEZA POSTERIOR

- Cuando se requiera o cuando se ocasionen problemas con algún proceso subsecuente, las superficies inspeccionadas deben limpiarse para eliminar los residuos de acoplante utilizado en la inspección, esto puede hacerse realizando un lavado con agua y detergente, con vapor desengrasante, con solvente, etc.

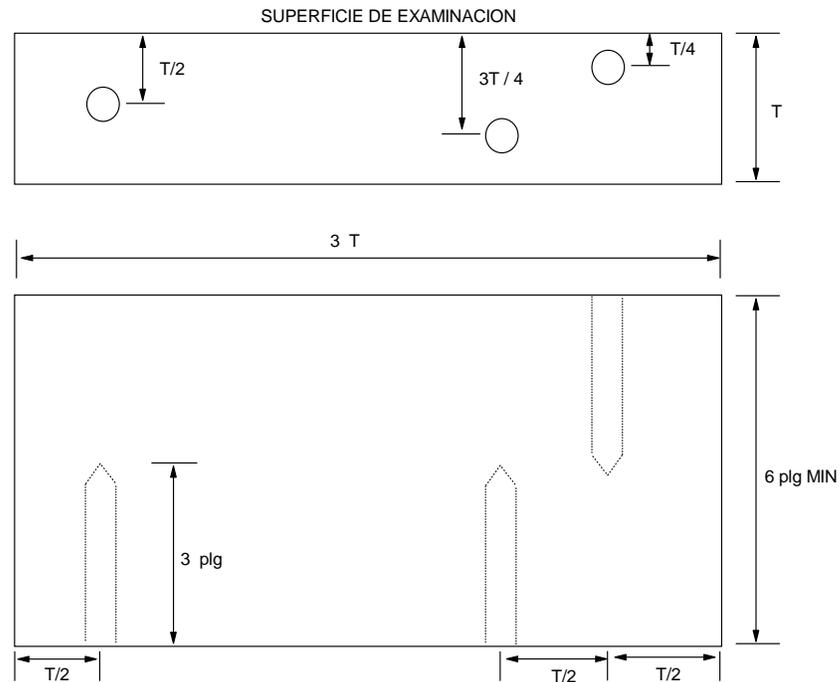
REPORTE DE RESULTADO

- Los resultados de cada inspección ultrasónica deben ser reportados por nivel II o III en formato del Anexo E, al cual se le anexará cualquier documentación, información croquis o dibujo necesario que permita el seguimiento del reporte al (los) componente (s) o uniones soldadas inspeccionadas.

Los datos obtenidos de la prueba realizada se registran en el Formato de reporte de inspección ultrasónica (haz angular) (F-06).



Fig. 4.10 Bloque básico de calibración



ESPESOR DEL MATERIAL

ESPESOR DEL BLOQUE
BASICO DE CALIBRA-
CION T

DIÁMETRO DE
BARRENO

1 plg O MENOR
MAYOR A 1 HASTA 2 plg
MAYOR A 2 HASTA 4 plg
MAYOR A 4 HASTA 6 plg
MAYOR A 6 HASTA 8 plg
MAYOR A 8 HASTA 10 plg

3/4 " o t
1 1/2" o t
3 " o t
5 " o t
7 " o t
9 " o t

3/32 "
1/8 "
3/16 "
1/4 "
5/16 "
3/8 "

Fig. 4.11 Block de calibración IIW tipo II

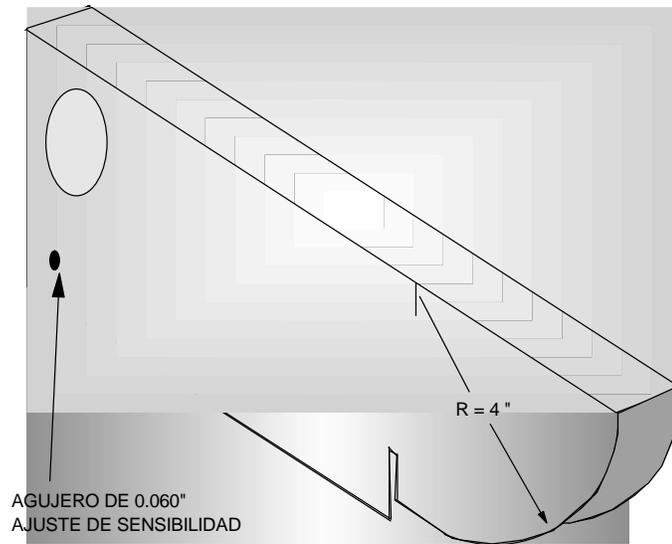


Fig. 4.12 Determinación de la zona de barrido

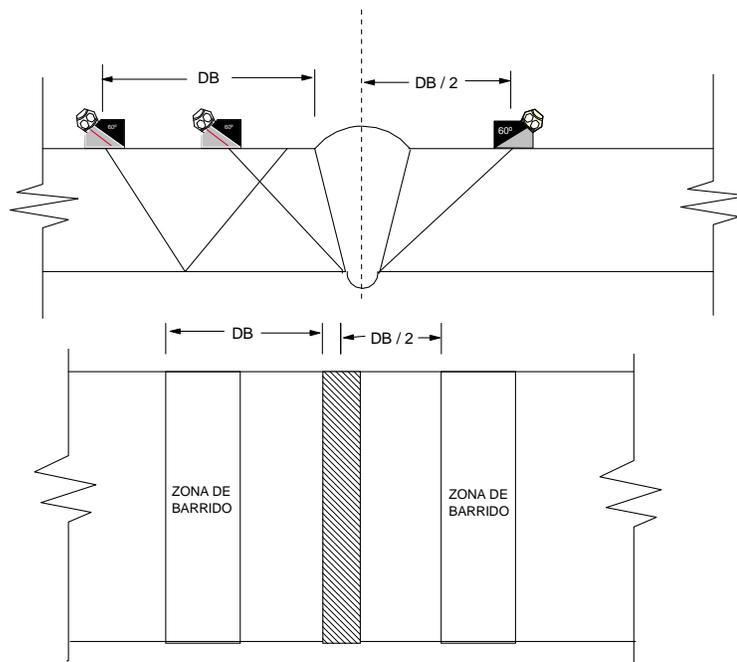


Fig. 4.13 Formas de barrido

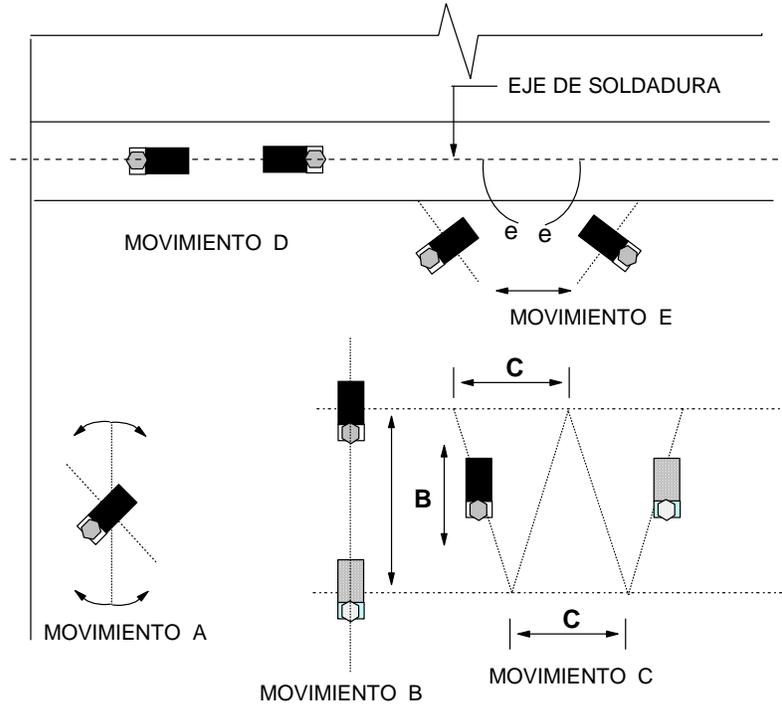


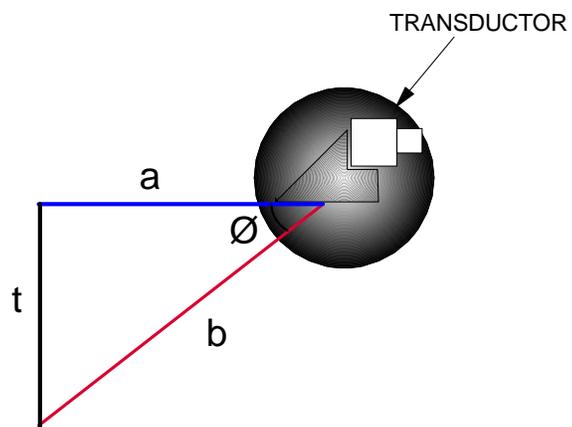
Fig. 4.14 Fórmula para determinar la distancia de brinco (DB)

$$DB = 2 t \text{ TANG } \emptyset$$

DB = DISTANCIA DE BRINCO

t = ESPESOR

\emptyset = ÁNGULO DEL TRANSDUCTOR



t = ESPESOR DEL MATERIAL
a = DISTANCIA SUPERFICIAL
b = DISTANCIA ANGULAR
 \emptyset = ÁNGULO DEL TRANSDUCTOR

4.7.8. Procedimiento para la detección de fallas con haz recto de ultrasonido

OBJETIVO

- Establecer los lineamientos y criterios de aceptación/rechazo para la inspección ultrasónica utilizando la técnica de pulso – eco y el método de contacto directo en recipientes a presión de acero al carbón y de baja aleación.

ALCANCE

- Este procedimiento es aplicable para la detección de discontinuidades internas de tipo laminar, daño por hidrogeno, erosión por corrosión y picaduras en la superficie de recipientes a presión de acero al carbón y baja aleación con espesores de ¼” y mayores.

REFERENCIAS

- ASME SECCION VIII DIVISION 1
- ASME SECCION V Art. 4 y 5
- API 510

RESPONSABILIDADES

- Aseguramiento de Calidad.- la implantación correcta de este procedimiento e los equipos que lo requieran.
- Supervisión.- verificar que el personal ejecute y reporte los resultados conforme a lo que establece el presente procedimiento.
- Personal que ejecuta el trabajo.- efectuar las actividades de inspección conforme a lo establecido en este procedimiento.

PREREQUISITOS GENERALES

- Será utilizado un equipo de ultrasonido que genere señales pulso-eco y capaz de dar lecturas dentro de un rango de 0.030 plg a 9.99 plg y genere una frecuencia de 1 a 5 MHz.
- El equipo de ultrasonido deberá de ser calibrado al inicio de cada inspección y cuando se observe un mal funcionamiento en el proceso de la inspección, entonces se deberán de repetir todas las mediciones desde la última calibración aceptable. La calibración será verificada al final de cada jornada de trabajo.
- El equipo de ultrasonido deberá de ser certificado y mantendrá su rastreabilidad por lo menos una vez al año.

REQUISITOS GENERALES

EQUIPOS Y ACCESORIOS

- **INSTRUMENTO ULTRASÓNICO.**- Se empleara un detector de fallas ultrasónico de pulso-eco, con tubo de rayos catódicos o del monitor de video (presentación A-scan).
- **FRECUENCIA.**- El detector de fallas ultrasónico debe ser capaz de generar frecuencias sobre un rango de al menos 1 MHz a 5 MHz. Se pueden utilizar instrumentos que operen a otras frecuencias si la sensibilidad es igual o mejor y es demostrado y documentado. Se recomienda una frecuencia nominal de trabajo de 2.25 MHz. El espesor, tamaño de grano o microestructura del material y la naturaleza del equipo o del método pueden requerir frecuencias de inspección mayores o menores. Sin embargo, frecuencias menores de 1 MHz pueden ser utilizadas solamente cuando el cliente este de acuerdo y quede establecido por escrito.
- **VERIFICACIÓN Y CALIBRACIÓN DEL EQUIPO.**- El equipo para realizar la inspección debe calibrarse y verificarse en el lugar donde será hecha la inspección, al principio y al final de cada inspección, cuando se cambia el personal y en cualquier momento que se sospeche un mal funcionamiento. Si durante cualquier verificación se determina que el equipo de prueba no esta funcionando adecuadamente, todas las inspecciones realizadas desde la última calibración valida del equipo deben volver a inspeccionar.
- **PALPADORES.**- Se utilizaran palpadores de haz recto, con elementos transductores con diámetros de 0.375" a 1 1/8" (25 a 30 mm), o 1" (25 mm) cuadrada. Sin embargo, cualquier transductor que tenga un área activa de 0.7" cuadradas (450 mm²) puede ser utilizado. Otros palpadores podrán ser usados para evaluar y delimitar las zonas con discontinuidades.
- **ACOPLANTE.**- Se puede emplear ya sea agua, aceite, goma de celulosa o vaselina como acoplante. Se debe emplear el mismo acoplante para la calibración y la inspección. La selección del acoplante será de acuerdo al acabado superficial, posición u orientación de la superficie, a la temperatura de la superficie del material a inspeccionar o a posibles reacciones químicas del acoplante con el material a inspeccionar.
- **CALIBRACIÓN.**- El sistema de inspección debe ser calibrado en el lugar donde se va a efectuar la inspección y utilizando como referencia una sección de la misma placa a inspeccionar que este libre de indicaciones de discontinuidades.

Las inspecciones deben realizarse por el método de contacto directo.

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

- La superficie a inspeccionar debe estar lo suficientemente limpia y con un acabado superficial adecuado para mantener la reflexión de pared posterior de referencia a un nivel de por lo menos 50% de la escala vertical de la pantalla durante toda la inspección.
- Se deberá eliminar cualquier material extraño que pudiera interferir con la inspección tal como grasa de inspecciones anteriores, suciedad, grumos de pintura, grumos de soldadura, aceite, cáscara de tratamiento térmico, etc.

- Cuando sea necesario se utilizarán medios mecánicos adecuados para la eliminación de contaminantes de la superficie. Medios mecánicos tales como esmerilado, limpieza con chorro de granalla, etc.

CALIBRACIÓN DEL INSTRUMENTO ULTRASÓNICO

- La calibración o ajuste del instrumento ultrasónico debe realizarse de acuerdo con lo siguiente:
- Calibrar la escala horizontal de la pantalla a un rango adecuado dependiendo del espesor a inspeccionar.
- Obtener la reflexión de pared posterior de 4 o 5 ecos múltiples sobre la pieza de prueba, hacer la prueba inicialmente en un tubo que no haya sido expuesto, es decir de preferencia nuevo, pero con idénticas propiedades al material que se quiere inspeccionar, la presencia de hidrógeno es indicada cuando se obtiene una pérdida de señal del 15%.

INSPECCIÓN

- Barrido.- Será realizado mediante el movimiento del transductor sobre la pieza o componente examinado en forma manual con la velocidad de inspección de 6 plg/seg como máximo y un traslape mínimo en cada paso del 10% del área o diámetro del transductor.
- Recipiente- El barrido se efectuará en el perímetro del cuadrículado utilizando una malla de 9"x9" hacia cada lado en todo el perímetro de la malla.

EVALUACIÓN

Las indicaciones presentadas en pantalla se evaluarán de la siguiente manera:

- LAMINACIÓN.- Serán evaluadas como aquellas indicaciones puntuales o que abarquen un área de 3 plg. De diámetro, que se localizan por lo regular en forma aislada y a una misma profundidad.
- PICADURAS.- Por corrosión interna o cavidad por erosión, se evaluarán como tales aquellas indicaciones que se presentan en pantalla como una indicación unida a la indicación de la reflexión de pared posterior (eco de fondo).
- DAÑOS POR HIDRÓGENO (HIC).- Representadas en pantalla como indicaciones de múltiples picos que originan una disminución en la amplitud de eco de fondo (reflexión de pared posterior) no debida a pérdida de acoplamiento.

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN/RECHAZO

- Será motivo de rechazo la presencia de cualquier indicación que tenga o exceda el 20% de nivel de amplitud de referencia, ya sea clasificada como laminación, erosión, corrosión o daño por hidrógeno.



LIMPIEZA POSTERIOR

- En todos los casos la superficie deberá ser limpiada para eliminar los residuos del acoplante utilizado en el examen, empleando para esto cualquiera de los siguientes métodos:

Lavado con agua y detergente
Solventes
Vapor desengrante

REPORTE DE RESULTADOS

- Los datos del componente o parte examinada así como los correspondientes al examen; equipo utilizado, material, temperatura, etc. y los resultados del mismo se asentarán en el anexo A (formato de inspección por ultrasonido con haz recto).

Los datos obtenidos de la prueba realizada se registran en el Formato de reporte de inspección ultrasónica (haz recto) (F-07).



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



CAPÍTULO V ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

5. ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Para el desarrollo de esta tesis se trabajó en la planta localizada en la Terminal Marítima Dos Bocas en Paraíso, Tabasco, la cual pertenece a Pemex Exploración y Producción, donde se seleccionaron 2 recipientes diferentes para explicar como se debe de llevar a cabo la recopilación e integración de la documentación técnica requerida para cumplir con la normatividad vigente en México y con ello demostrar la seguridad del equipo por el método de ensayos no destructivos.

Para obtener la Licencia de Funcionamiento, en este caso de 2 recipientes a Presión a continuación se describe como se debe de llevar a cabo la integración de los expedientes de dichos equipos.



LISTA DE EQUIPO
CENTRO DE PROCESO : TERMINAL MARÍTIMA DOS BOCAS

No.	INSTALACIÓN	NOMBRE DEL EQUIPO	TAG DEL RECIPIENTE
1	ESTABILIZADO	SEPARADOR No.1	FA-3101
2	COMPRESIÓN	SEPARADOR DE LÍQUIDOS	VL-MC-6

La documentación técnica requerida por la STPS (Secretaría de Trabajo y Previsión Social) para cada recipiente es la siguiente:



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



SEPARADOR No. 1

FA-3101

PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"

5.1 SEPARADOR No.1 FA-3101

ÍNDICE

- **SOLICITUD DE STPS.**

- **DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO.**

- **PLANO DE LOCALIZACIÓN DEL EQUIPO (PLG).**

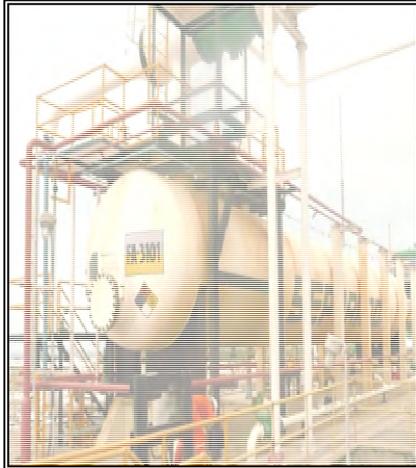
- **INGENIERÍA DE PROCESO**
 - *DIAGRAMA DE TUBERÍAS (DTI).*
 - *HOJA DE DATOS.*
 - *VÁLVULA DE SEGURIDAD (MEMORIA).*
 - *MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE DE ACUERDO A LA NOM-020-STPS-2002.*
 - *MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA EL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO.*

- **INGENIERÍA DE RECIPIENTES**
 - *PLANO DE ARREGLO GENERAL.*
 - *MEMORIA DE CÁLCULO.*

- **PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS**
 - *REPORTE DE INSPECCIÓN VISUAL.*
 - *REPORTE DE INSPECCIÓN DE LIQUIDOS PENETRANTES.*
 - *REPORTE DE INSPECCIÓN ULTRASÓNICA (MEDICIÓN DE ESPESORES).*
 - *REPORTE DE INSPECCIÓN ULTRASÓNICA (HAZ RECTO).*
 - *REPORTE DE INSPECCIÓN ULTRASÓNICA (HAZ ANGULAR).*
 - *REPORTE DE MEDICIÓN DE DUREZA.*
 - *REPORTE DE REPLICA METALGRÁFICA.*
 - *ALBÚM FOTOGRÁFICO.*

Formato N-020
SOLICITUD / AVISO

Tipo de trámite :	
Solicitud de autorización de funcionamiento	<input type="checkbox"/>
Aviso de funcionamiento (con participación de UV)	<input type="checkbox"/>
Solicitud de ampliación de la vigencia	<input type="checkbox"/>
Aviso de ampliación de la vigencia (con participación de UV)	<input checked="" type="checkbox"/>
No. de control S.T.P.S.	_____
No. de control S.T.P.S.	27-UF-04-0038-02
Datos del patrón :	
Nombre, razón o denominación social	PEMEX EXPLORACION Y PRODUCCION, REGION MARINA SUROESTE
Domicilio completo del centro de trabajo en donde se ubica el equipo :	_____
	TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS, RANCHERIA "EL LIMON" S/N, PARAISO TABASCO CP 86600
Identificación del equipo :	
Nombre o número de identificación:	SEPARADOR No. 1 TAG: FA-3101
Número de serie :	_____
Ubicación física del equipo en el centro de trabajo (área, planta):	ESTABILIZADO
Tipo y uso :	HORIZONTAL /EQUIPO DE PROCESO
Especificaciones técnicas del equipo :	
Fabricante, lugar y año de fabricación	Fabricante: N/E Año de fabricación: N/E
Código principal de diseño y fabricación	ASME SECC. VIII DIV. 1
Presión de diseño	3.50 Kg/cm ²
Presión de operación	0.42 kg/cm ²
Presión máxima de trabajo permitida	3.50 kg/cm ²
Temperatura de diseño	85.00 °C
Temperatura de operación	70.00 °C
Capacidad volumétrica (para recipientes)	108.212 m ³
Superficie de calefacción (para calderas)	--- --- ---
Número y tipos de dispositivos de seguridad (con presiones de calibración)	1 PSV-301 DE 6" X 8" DE DIAM.
	CALIBRADA A 2.46 Kg/cm ²
Condiciones del equipo :	
Nuevo <input type="checkbox"/>	En operación <input checked="" type="checkbox"/>
Años _____	De uso <input checked="" type="checkbox"/>
	Años N/E _____
Demostración de la seguridad del equipo :	
<u>Del recipiente:</u>	
Prueba de presión (apartado 9.1)	precisar _____ <input type="checkbox"/>
Exámenes no destructivos (apartado 9.2)	<input checked="" type="checkbox"/>
Expediente de integridad mecánica (apartado 9.3)	<input type="checkbox"/>
Método alternativo (se debe anexar la documentación a que se refiere el apartado 9.4)	<input type="checkbox"/>
<u>Del dispositivo de seguridad:</u>	
Pruebas de funcionamiento (apartado 9.5)	<input type="checkbox"/>
Demostración documental (apartado 9.6)	<input checked="" type="checkbox"/>
Representación legal:	
Nombre y firma	

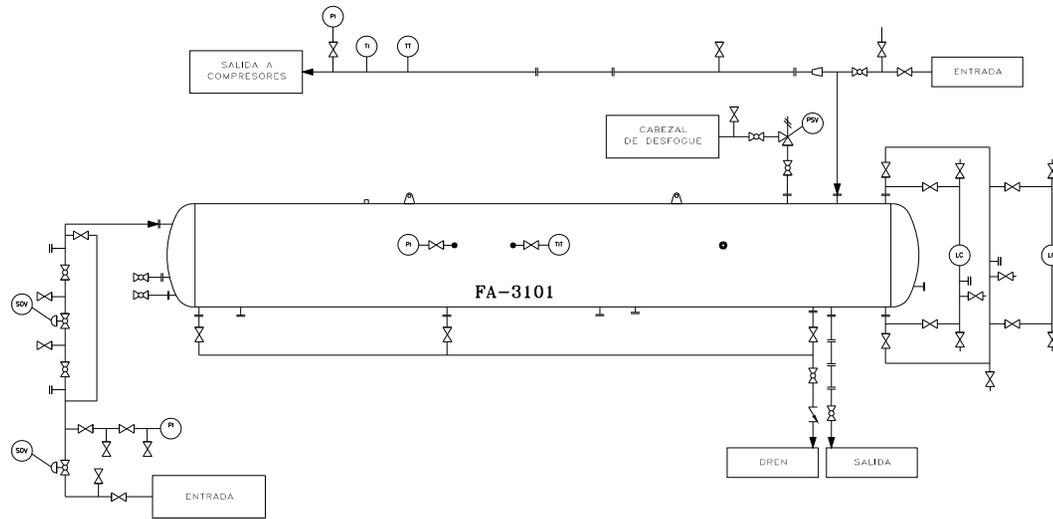


REGIÓN:	MARINA SUROESTE
CENTRO DE PROCESO:	TERMINAL MARÍTIMA DOS BOCAS
LUGAR:	RANCHERÍA EL LIMÓN PARAÍSO, TAB.
INSTALACIÓN:	ESTABILIZADO
SERVICIO:	SEPARADOR No.1
TAG:	FA-3101
TIPO DE RECIPIENTE:	HORIZONTAL
USO:	EQUIPO DE PROCESO
FLUIDO QUE MANEJA:	CRUDO/GAS
CAPACIDAD DEL RECIPIENTE:	108,212 m3
CÓDIGO DE DISEÑO:	ASME SECC. VIII DIV. 1
AÑO DE FABRICACIÓN:	N/E
TAPAS:	SEMIELIPTICAS
FABRICANTE:	N/E

PRESIÓN DE OPERACIÓN:	0.42	kg/cm²
TEMPERATURA DE OPERACIÓN:	70	° C
PRESIÓN INTERIOR DE DISEÑO:	3.5	kg/cm²
TEMPERATURA INTERIOR DE DISEÑO:	85	° C
LONG. LADO RECTO DEL RECIPIENTE:	18217	mm
DIAMETRO INTERIOR DEL RECIPIENTE:	2692	mm
RADIO INTERIOR DEL RECIPIENTE:	1346	mm
EFICIENCIA EN LA ENVOLVENTE:	100	%
EFICIENCIA EN LAS TAPAS:	100	%
MATERIAL DE ENVOLVENTE:	SA-516-70	
MATERIAL DE TAPAS:	SA-516-70	
ESF PERM. DEL MATERIAL ENVOL:	1230.3	kg/cm²
ESF PERM. DEL MATL. TAPA DERECHA:	1230.3	kg/cm²
ESF PERM. DEL MATL. TAPA IZQUIERDA:	1230.3	kg/cm²
ESPESOR MEDIDO EN LA ENVOLVENTE:	0.584	plg
ESPESOR MEDIDO EN LA TAPA DERECHA:	0.658	plg
ESPESOR MEDIDO EN LA TAPA IZQUIERDA:	0.668	plg

FA-3101
SEPARADOR No.1

L S-S = 18115 D.E. = 2592



NOTA: ESTE DIAGRAMA ES UTILIZADO EXCLUSIVAMENTE COMO REFERENCIA PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO

SIMBOLOGIA

- VALVULA DE COMPUERTA
- VALVULA DE BOLA
- VALVULA DE GLOBO
- VALVULA DE RETENCION
- VALVULA DE ALIVIO
- SEÑAL ELECTRICA
- SEÑAL NEUMATICA
- VALVULA DE CONTROL
- ABRE A FALLA DE AIRE
- CIERRA A FALLA DE AIRE
- REDUCCION CONCENTRICA

- CONTINUACION EN DTI.
- LIMITE DE BATERIA

NOMENCLATURA

- LAHH ALARMA POR MUY ALTO NIVEL
- LAL ALARMA POR BAJO NIVEL
- LC CONTROLADOR DE NIVEL
- PC CONTROLADOR DE PRESION
- LIC CONTROLADOR INDICADOR DE NIVEL
- FE ELEMENTO PRIMARIO DE FLUJO(PLACA DE ORIFICO)
- TI INDICADOR DE TEMPERATURA
- PI INDICADOR DE PRESION
- LG INDICADOR DE NIVEL
- LSH INTERRUPTOR POR ALTO NIVEL
- LSL INTERRUPTOR POR BAJO NIVEL
- LSHH INTERRUPTOR POR MUY ALTO NIVEL
- N.A.C. NORMALMENTE ABIERTA CON CANDADO
- N.C.C. NORMALMENTE CERRADA CON CANDADO
- LIT TRANSMISOR INDICADOR DE NIVEL
- PIT TRANSMISOR INDICADOR DE PRESION
- FIT TRANSMISOR INDICADOR DE FLUJO
- FOI TOTALIZADOR INDICADOR DE FLUJO
- TIT TRANSMISOR INDICADOR DE TEMPERATURA
- LY TRANSDUCTOR ELECTRO/NEUMATICO DE NIVEL
- PSV VALVULA DE SEGURIDAD
- LV VALVULA DE CONTROL DE NIVEL
- PV VALVULA DE CONTROL DE PRESION
- SCD SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO

REVISIONES		OBSERVACIONES		OBSERVACIONES DE REFERENCIA		DISEÑO	
0	PARA AUTORIZACION DE LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO					DISEÑO	D. Arjona Rangel Arjona
						REVISO	G. Arjona Plata Orea
						COORDO	M. en I. Pablo Eduardo Olvera
						TIC	GC ACCI. EN MM



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FEZ-ZARAGOZA

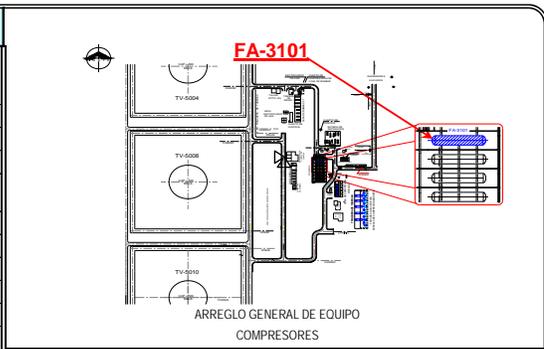
FA-3101 SEPARADOR No.1 DIAGRAMA DE TUBERIAS E INSTRUMENTACION		REV:
LUGAR: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS PARAISO TABASCO	FEZ-002	0

Elaboración e Integración de la Documentación Técnica para obtener el permiso de funcionamiento de recipientes a presión

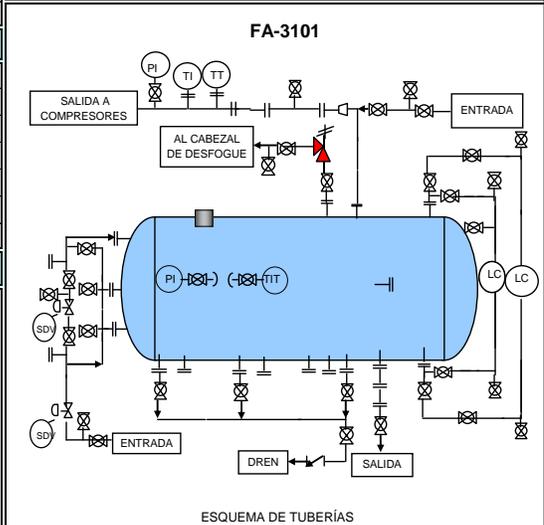
VÁLVULA DE SEGURIDAD (MEMORIA)

SERVICIO:	SEPARADOR No.1	TAG:	FA-3101	INSTALACION:	COMPRESORES
CENTRO DE PROCESO:	TERMINAL MARÍTIMA DOS BOCAS	LUGAR:	PARAÍSO, TABASCO	REGIÓN:	MARINA SUROESTE
PROYECTO :	"ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"			HOJA	1 DE 1

INFORMACIÓN DE CAMPO	
INCLUYE VÁLVULA DE SEGURIDAD:	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
CANTIDAD:	1 (UNA)
CLAVE:	PSV-301
MARCA:	CONSOLIDATED
TIPO:	2
	(1) PILOTO (2) CONVENCIONAL
CAUSA DE RELEVO:	---
FLUIDO:	GAS
EDO. FÍSICO:	GAS
FLUIDO A RELEVAR:	GAS
DIÁM. ENTRADA / LIBRAJE:	6" 150 Lb
DIÁM. SALIDA / LIBRAJE:	8" 150 Lb
PRESIÓN DE AJUSTE:	35 PSIG
ÁREA:	--- PULG ²



DATOS DEL RECIPIENTE	
POSICIÓN:	HORIZONTAL
DIÁMETRO INTERIOR:	2.692 m
LONGITUD:	18.115 m
PRES. DE OP.:	5.97 PSIG
TEMP. DE OP.:	158.00 °F
PRESIÓN DE DISEÑO:	49.78 PSIG
TEMPERATURA DE DISEÑO:	185.00 °F



DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD	
W Masa a relevar:	49.782 Lb/Hr
M PM. del fluido:	44.00 Lb/Lbmol
z Factor de compresibilidad:	0.99
μ Viscosidad del fluido:	0.01 cp
k Relación de (Cp/Cv):	1.24
Kd Coeficiente de descarga (API 520 pág. 42):	0.975 CTE.
Kc Factor de corrección por combinación:(API 520 pág. 42):	1.00 CTE.
Kb Factor de corrección por contrapresión (API 520 pág. 42):	1.00
Porcentaje de contrapresión:	10 %

RESULTADOS (DISEÑO DE ACUERDO AL API-RP-520 ÚLTIMA ED.)

C CONSTANTE DE LA BOQUILLA:	341		ÁREA DEL ORIFICIO CALCULADA:	11.002 PULG ²	7098.02 mm ²
Ps PRESIÓN DE AJUSTE:	35 PSIG	2.46 Kg/cm ²	ORIFICIO DE LA VALVULA INSTALADA:	Q	
P_r PRESIÓN DE RELEVO:	38.50 PSIG	2.71 Kg/cm ²	ÁREA DEL ORIFICIO INSTALADA:	11.050 PULG ²	7129.02 mm ²
Tr TEMPERATURA DE RELEVO:	220.00 °F	104.44 °C			

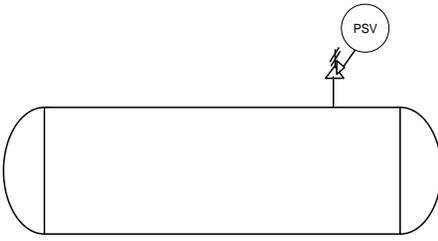
ELABORÓ	APROBÓ
I.Q. MA. DE LOS ANGELES PLATA ORTIZ.	M. EN I- PABLO EDUARDO VALERO T.



SERVICIO:	SEPARADOR No.1	TAG:	FA-3101	ELAB.:	I.Q. MA. DE LOS ANGELES PLATA ORTIZ.
CENTRO DE PROCESO:	TERMINAL MARÍTIMA DOS BOCAS	LUGAR:	PARAÍSO, TABASCO	REV.:	I.Q. AMPARO ROMO ABRAJAN.
PROYECTO:	"ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"			APR.:	M. EN I- PABLO EDUARDO VALERO T.
				HOJA	1 DE 1

DATOS DE ENTRADA PARA EL CÁLCULO DEL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD

DATOS DE IDENTIFICACIÓN	
No. DE CLAVE DE PSV	PSV-301
EQUIPO QUE PROTEGE	FA-3101
No. DE DTI	PEP-TMDB-DTI-FA-3101-1
CAUSA DE RELEVÓ	DESCARGA BLOQUEADA
TIPO DE VÁLVULA	CONVENCIONAL



DATOS DE PROCESO

FLUIDO	GAS DULCE	
ESTADO FÍSICO	GAS	
MASA A RELEVAR	49,782	22,581 Kg/Hr
PRESIÓN DE OPERACIÓN	5.97 PSIG	20.67 PSIA
PESO MOLECULAR (M)	44.00	Lb/Lbmol
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD (z)	0.99	
VISCOSIDAD DEL FLUIDO	0.01 cp	
RELACIÓN DE CALORES ESPECÍFICOS k (Cp/Cv)	1.24	

DATOS DEL RECIPIENTE

POSICIÓN DEL RECIPIENTE	HORIZONTAL	
DIÁMETRO DEL RECIPIENTE	2.692	8.832 ft
LONGITUD DEL RECIPIENTE	18.115	59.432 ft

FACTORES DE DISEÑO DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD

COEFICIENTE DE DESCARGA (Kd)	0.975	DE API RP 520, PÁG. 42 ÚLTIMA EDICIÓN
FACTOR DE CORRECCIÓN POR COMBINACIÓN (Kc)	1.00	DE API RP 520, PÁG. 42 ÚLTIMA EDICIÓN
FACTOR POR CONTRAPRESIÓN (Kb)	1.00	DE API RP 520, PÁG. 42 ÚLTIMA EDICIÓN

CON % DE CONTRAPRESIÓN= 50

SERVICIO:	SEPARADOR No.1	TAG:	FA-3101	ELAB.:	I.Q. MA. DE LOS ANGELES PLATA ORTIZ.
CENTRO DE PROCESO:	TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS	LUGAR:	PARAISO, TABASCO	REV.:	I.Q. AMPARO ROMO ABRAJAN.
PROYECTO:	"ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"			APR.:	M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T.
				HOJA	1 DE 1

RESULTADOS PARA EL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD

DATOS DE IDENTIFICACIÓN		ESQUEMA DE VÁLVULA DE SEGURIDAD		
Nº. DE CLAVE DE PBV	PSV-301	CUERPO:	ACERO AL CARBONO	
Nº. DE DTI	PEP-TMDB-DTI-FA-3101-1	BOQUILLA DE SALIDA	8"	
EQUIPO QUE PROTEGE	FA-3101	CLASE	150#	
FASE	GAS	BOQUILLA DE ENTRADA	8"	
CAUSA DE RELEVO	DESCARGA BLOQUEADA	CLASE	150#	
TIPO DE VÁLVULA	CONVENCIONAL			
FLUIDO A RELEVAR	GAS			
CONDICIONES DE RELEVO				
PRESIÓN DE AJUSTE (P _s)	35	PSIG	49.70	
PRESIÓN DE RELEVO (P _r)	38.50	PSIG	53.20	
CONTRAPRESIÓN CONSTANTE	3.50	PSIG	18.20	
SOBREPRESIÓN PERMISIBLE	21.00	%	21.00	
TEMPERATURA DE RELEVO (T _r)	220.00	°F	680.00	
CONSTANTE DE LA BOQUILLA (C)	341			
DIMENSIONES DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD		MATERIALES		
MASA A RELEVAR	40,782	Lb/Hr	CUERPO (2)	ACERO AL CARBONO
ÁREA DEL ORIFICIO CALCULADA	11.002	PULG ²	BRIDAJE ENTRADA	CLASE 150#
ORIFICIO SELECCIONADO	1/2		SALIDA	CLASE 150#
ÁREA DEL ORIFICIO SELECCIONADA	11.050	PULG ²		
TAMAÑO DE LA VÁLVULA INSTALADA		NOTAS		
VÁLVULA INSTALADA	6" Q 8"	(1) EL TAMAÑO DEBERÁ SELECCIONARSE DEL CÓDIGO API-STD-526 ÚLTIMA EDICIÓN.		
		(2) EL MATERIAL DEBERÁ SELECCIONARSE DEL CÓDIGO API-STD-526 ÚLTIMA EDICIÓN, DE ACUERDO AL TAMAÑO Y ÁREA SELECCIONADA.		

SERVICIO:	SEPARADOR No.1	TAG:	FA-3101	ELAB.:	I.Q. MA. DE LOS ANGELES PLATA ORTIZ.
CENTRO DE PROCESO:	TERMINAL MARÍTIMA DOS BOCAS	LUGAR:	PARAÍSO, TABASCO	REV.:	I.Q. AMPARO ROMO ABRAJAN
PROYECTO:	"ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"			APR.:	M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T.
				HOJA	1 DE 2

MEMORIA DE CÁLCULO DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD

No. DE CLAVE PSV: PSV-301
NO. DE DTI: PEP-TMDB-DTI-FA-3101-1
CAUSA DE RELEVO: DESCARGA BLOQUEADA

DATOS:

MASA A RELEVAR=	49,782	Lb/Hr	(BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA)
M=	44.00		C = 341
P _{DI}	49.78	PSIG 64.48 PSIA	K _d = 0.975 (DE API RP 520, PÁG. 42, ÚLTIMA ED.)
T _{DI}	185.00	°F 645.00 °R	K _c = 1.00 (DE API RP 520, PÁG. 42, ÚLTIMA ED.)
z =	0.99		K _b = 1.00 (DE API RP 520, PÁG. 42, ÚLTIMA ED.)
K (C	1.24		

1.- PRESIÓN DE AJUSTE (P_s) (DE API RP-520, ÚLTIMA ED.)

P_s 35 PSIG 49.70 PSIA

2.- CÁLCULO DE LA PRESIÓN DE RELEVO (P₁) (DE API RP-520, ÚLTIMA ED.)

P₁ : P_s * 1.10
P₁ : 35 * 1.10
P₁ : 38.50 PSIG 53.20 PSIA

3.- CÁLCULO DE LA TEMPERATURA DE RELEVO (T_R)

T_R : T_{DI} + 35 °F
T_R : 185.00 + 35 °F
T_R : 220.00 °F 680.00 °R

SERVICIO:	SEPARADOR No.1	TAG:	FA-3101	ELAB.:	I.Q. MA. DE LOS ANGELES PLATA ORTIZ.
CENTRO DE PROCESO:	TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS	LUGAR:	PARAÍSO, TABASCO	REV.:	I.Q. AMPARO ROMO ABRAJAN.
PROYECTO :	"ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"			APR.:	M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T.
				HOJA	2 DE 2

4.- CÁLCULO DEL PORCIENTO DE CONTRAPRESIÓN

(DE API RP-520, ÚLTIMA ED.)

$$\begin{aligned} \text{CONTRAPRESIÓN} &= P_s \quad 0.50 \\ \text{CONTRAPRESIÓN} &= 35 \quad * \quad 0.50 \\ \text{CONTRAPRESIÓN} &= 17.50 \quad \text{PSIG} \end{aligned}$$

$$\% \text{ CONTRAPRESIÓN} = \frac{\text{CONTRAPRESIÓN, PSIG}}{\text{PRESIÓN DE AJUSTE, PSIG}} * 100$$

$$\% \text{ CONTRAPRESIÓN} = \frac{17.50}{35} * 100$$

$$\% \text{ CONTRAPRESIÓN} = 50$$

6.- CÁLCULO DEL ÁREA REQUERIDA (a)

(DE API RP-520, ÚLTIMA ED.)

$$A = \frac{W}{K_d * C * P_1 * K_b * K_c} \left[\frac{T_R Z}{M} \right]^{0.5}$$

POR LO TANTO EL ÁREA REQUERIDA ES:

$$A = \frac{49,782}{0.975 * 341 * 53.20 * 1.00 * 1.00} * \left[\frac{680.00 * 0.99}{44.00} \right]^{0.5}$$

$$11.002 \quad \text{PULG}^2$$



SERVICIO:	SEPARADOR No.1	TAG:	FA-3101	ELAB.:	I.Q. MA. DE LOS ANGELES PLATA ORTIZ.
CENTRO DE PROCESO:	TERMINAL MARÍTIMA DOS BOCAS	LUGAR:	PARAISO, TABASCO	REV.:	I.Q. AMPARO ROMO ABRAJAN.
PROYECTO :	"ELABORACION E INTEGRACION DE LA DOCUMENTACION TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"			APR.:	M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T.
				HOJA	1 DE 1

SEPARADOR No.1

FA-3101

EL EVENTO MAS CRITICO POR CAUSA DE RELEVO DE PRESION ES EL DE DESCARGA BLOQUEADA; CON UNA MASA CRITICA A RELEVAR DE 49,782 Lb/Hr. DE ACUERDO AL API RP STD 526, LA VÁLVULA INSTALADA EN EL RECIPIENTE ES DE 6" Q 8" (CLASE 150/150); ESTA VÁLVULA SE AVALA DEBIDO A QUE EL ÁREA DEL ORIFICIO CALCULADA POR API RP-520 (11,002 in²), ES MENOR AL ÁREA QUE TIENE LA VÁLVULA INSTALADA (11,050in²), POR LO TANTO LA VÁLVULA EXISTENTE CUBRE LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD PARA ESTE SISTEMA.

RECOMENDACIONES:

SE RECOMIENDA CONTINUAR CON EL MANTENIMIENTO DE DICHA VÁLVULA PARA SU BUEN FUNCIONAMIENTO.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



**MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE
DE ACUERDO A LA
NORMA NOM-020-STPS-2002
PARA**

SEPARADOR No.1

FA-3101

INDICE

MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA LA OPERACIÓN DEL EQUIPO.

- Objetivo.
- Definiciones de la **NOM-020-STPS-2002**.
- Obligaciones.
- Generalidades.
- Equipo de protección.
- Operación del equipo.
- Medidas de seguridad durante la atención de emergencia en caso de incendio.
- Medidas de seguridad durante la atención de emergencia en caso de sobrepresión.
- Medidas de seguridad durante la atención de emergencia en caso de derrames.
- Medidas de seguridad para el uso de instrumentos de medición del equipo.
- Transitorios relevantes del equipo.

MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA EL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

- Objetivo.
- Mantenimiento del equipo.
- Tipo de fallas detectadas.
- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.

MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA LA REVISIÓN DEL EQUIPO

- Objetivo.
- Revisión del equipo.
- Requisitos de seguridad en el acceso al equipo.
- Frecuencia de las revisiones al equipo.

MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS PARTES MÓVILES.

- Datos generales de las partes móviles.

MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO FEDERAL DE SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO.

MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA LA OPERACIÓN DEL EQUIPO

OBJETIVO

Establecer de manera enunciativa, más no limitativa, los requisitos mínimos de seguridad e higiene para la operación del equipo, TAG: FA-3101 de acuerdo a los requerimientos que establece la norma oficial mexicana NOM-020-STPS-2002 y poder evitar la creación de riesgo o peligro a la vida, integridad física o salud de los trabajadores en los centros de trabajo y un cambio adverso y sustancial sobre el medio ambiente del centro de trabajo, que afecte o pueda afectar la seguridad o higiene del mismo o de las personas que ahí laboran.

Este documento no sustituye a ningún documento o manual actual del equipo sino que constituye un complemento.

DEFINICIONES DE LA NOM-020-STPS-2002

1. Alteración: es el cambio físico a un equipo o el incremento de temperatura o presión de trabajo máxima permisible, con implicaciones que afecten su capacidad para soportar presiones más altas de las establecidas en su diseño. El reemplazo de componentes por otros de las mismas características y el reforzamiento de boquillas no deben considerarse una alteración.
2. Autoridad del trabajo; autoridad laboral: las unidades administrativas componentes de la secretaria del trabajo y previsión social, que realicen funciones de inspección en materia de seguridad e higiene en el trabajo y las correspondientes de las entidades federativas y del distrito federal, que actúen en auxilio de aquellas.
3. Autorización de funcionamiento: es la autorización que otorga el inspector en el acta correspondiente, como resultado satisfactorio de la visita de inspección inicial o la que se derive de esta (incluyendo la demostración de la seguridad del equipo) o autorización que otorga la delegación por el reconocimiento del dictamen emitido por una unidad de verificación.
4. Dispositivo de seguridad es cualquier válvula de seguridad, válvula de alivio de presión, disco de ruptura o cualquier otro elemento diseñado para desahogar una presión, que exceda el valor de calibración o de desfogue establecido para la operación segura del equipo.
5. Presión máxima de trabajo permitida: es la más alta presión que, según su diseño o con los espesores actuales, puede resistir un equipo sin deformarse permanentemente, ni presentar fugas.

6. Registro: es una evidencia objetiva de la realización de actividades de operación, revisión y mantenimiento del equipo, en medios magnéticos, libros, bitácoras u otras.
7. Revisión: son las actividades realizadas por personal con conocimientos en la materia, para determinar que el equipo puede continuar funcionando en condiciones seguras.
8. Riesgo inminente: es la condición de funcionamiento de un equipo fuera de sus parámetros normales de operación, que pone en peligro su integridad física, la de los trabajadores y/o las instalaciones del centro de trabajo.

OBLIGACIONES

- Elaborar y establecer por escrito un manual de seguridad e higiene para la operación y mantenimiento de los equipos, sus accesorios y dispositivos, conforme al artículo 130 párrafo tercero del reglamento federal de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo.
- Contar con los procedimientos impresos en idioma español, que incluyan al menos las medidas de seguridad y los datos e información documental, ya sea por equipo o de aplicación común siguientes: operación, mantenimiento y revisión.
- Mostrar a la autoridad del trabajo, cuando esta se lo solicite, los documentos que la NOM-O20-STPS-2002 le obligue a elaborar o poseer, incluyendo la autorización de funcionamiento de aquellos equipos que la requieran.

GENERALIDADES

Esta información queda en poder del representante que designe el cliente. Que realiza actividades relacionadas con la conservación de la seguridad e higiene del área de trabajo y será distribuida una copia simple a todo el personal involucrado en las actividades de operación, mantenimiento y revisión de los recipientes sujetos a presión.

Todas las actividades que se hacen referencia en este procedimiento serán registradas en el registro, que para tal efecto marca el punto 7.2.4. De la **NOM-020-STPS-2002**.

El presente documento es aplicable de manera extensiva más no limitativa a las actividades relacionadas con la conservación de la seguridad e higiene para la operación, mantenimiento y revisión de los equipos. Es obligación de el cliente capacitar y adiestrar al menos una vez al año al personal encargado de la operación, mantenimiento y revisión segura de los equipos, con base a las consideraciones descritas en el presente documento.

EQUIPO DE PROTECCIÓN

Antes de iniciar cualquier actividad relacionada con la operación y mantenimiento del equipo, el personal encargado de ejecutarlas, utilizará su equipo de protección personal, el cual se detalla en el cuadro de la Figura 1.

ZONA DEL CUERPO PROTEGIDO	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL
CABEZA	CASCO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL
OJOS	GAFAS DE SEGURIDAD, CARETA FACIAL, ETC.
SISTEMA RESPIRATORIO	RESPIRADORES, PURIFICADORES
CUERPO	ROPA DE TRABAJO, MANDIL O DELANTAL, ETC.
MANOS	GUANTES DE PIEL O CARNAZA
PIES	BOTAS O ZAPATOS DE SEGURIDAD

(Figura 1.)

NOTA: Consultar la Norma Oficial Mexicana **NOM-020-STPS-2002**

OPERACIÓN DEL EQUIPO

MEDIDAS DE SEGURIDAD DURANTE EL ARRANQUE

El encargado del equipo tomara las siguientes medidas de seguridad durante el arranque de la unidad:

- Abrir la válvula de purga del equipo a fin de eliminar el fluido contenido en el recipiente.
- Abrir totalmente la válvula de paso de la línea de alimentación del fluido para el llenado del equipo, hasta alcanzar la presión de operación del recipiente.
- Verificar la válvula de salida del fluido del recipiente para que opere normalmente.
- Verificar el disparo manual de la válvula de seguridad, a fin de comprobar el funcionamiento de los componentes internos y externos del dispositivo.
- Inspeccionar visualmente el equipo, así como las conexiones mecánicas de este y los accesorios, a fin de detectar posibles fugas.
- Si durante el arranque del equipo, el operador detecta condiciones inseguras que pongan en riesgo la salud del personal, reportar esta anomalía a mantenimiento para reparar el daño hasta alcanzar el estado óptimo de operación del equipo.

MEDIDAS DE SEGURIDAD DURANTE LA OPERACIÓN DEL EQUIPO

DURANTE LA OPERACIÓN NORMAL DEL EQUIPO, EL ENCARGADO DE LA UNIDAD TOMARA LAS SIGUIENTES MEDIDAS DE SEGURIDAD:

- Inspeccionar visualmente al equipo, así como las conexiones mecánicas de este y los accesorios, a fin de detectar posibles fugas.
- Tomar la lectura de la presión de operación indicada en el manómetro localizado en el equipo. Esta actividad se realizara tres veces por turno y se registrarán en la bitácora del equipo.
- Es importante que la lectura de los manómetros sea igual al valor que indica el plano y la memoria de cálculo del equipo.
- Verificar el disparo manual de la válvula de seguridad, a fin de comprobar el funcionamiento de las partes internas del dispositivo de seguridad. Esta actividad se realizó una vez por turno, y las observaciones encontradas serán registradas en la bitácora del equipo.
- La válvula de seguridad se desfogará automáticamente durante el mantenimiento del equipo.
- Inspeccionar las condiciones de funcionamiento de los accesorios que permiten la operación del equipo
- Si durante la operación del equipo, este presenta fallas que originen una situación de riesgo aplicar las medidas correctivas necesarias a fin de dar solución al problema generado.

MEDIDAS DE SEGURIDAD DURANTE EL PARO DEL EQUIPO

El personal de encargado de la unidad tomará las siguientes medidas de seguridad al para el equipo:

- Cerrar la válvula de la línea de alimentación del recipiente, con el equipo de seguridad personal.
- Cuando se realice algún mantenimiento mayor, purgar durante un espacio de 20 minutos el equipo hasta presurizarlo, el personal que realice el mantenimiento mayor deberá contar con su equipo de seguridad.
- Dejar las válvulas de servicio y alimentaciones de recipientes cerradas y listas para el arranque posterior.
- Inspeccionar físicamente las conexiones mecánicas del equipo y sus accesorios a fin de detectar posibles fugas.
- Si durante el paro del equipo, este presenta fallas que originen una situación de riesgo; efectuar las medidas correctivas necesarias a fin de dar solución al problema generado.

MEDIDAS DE SEGURIDAD DURANTE LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS EN CASO DE INCENDIO

1. DETECCIÓN DEL FUEGO

El personal que detecta el fuego, tiene como responsabilidad aplicar las siguientes medidas para la atención de la emergencia:

- a) Conservar la serenidad y mantener la calma
- b) En caso de ni estar capacitado y autorizado para manejar el equipo, retirarse del área.
- c) Darla voz de alerta, sin causar pánico.
- d) No dar la espalda al fuego hasta que esté seguro de que esta fuera del alcance del fuego.
- e) Rápidamente, dar aviso a su jefe inmediato, a vigilancia o seguridad e higiene.

2. NOTIFICACIÓN DEL INCENDIO

El personal a quien avisaron del incendio, tiene como responsabilidad aplicar las siguientes medidas para la atención de la emergencia:

- a) Notificar al personal capacitado en el uso del equipo.
- b) De ser posible, si el fuego lo permite, desconectar la línea que conduce los fluidos contenidos en el equipo por medio de las válvulas de paso, esto nos evitará que el fuego incremente la presión y provoque el estallido de dicho equipo.

- c) Avisar a seguridad e higiene que active el plan interno de emergencia.

MEDIDAS DE SEGURIDAD DURANTE LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS EN CASO DE SOBREPRESIÓN

1. Detección de la sobrepresión

El personal que detecte una situación de sobrepresión realizará las siguientes actividades:

- A) Si no está capacitado y autorizado para manejar el equipo, retirarse del área y notificar de inmediato al supervisor o responsable del área.

2. Reparación de la sobrepresión

El personal capacitado en el manejo del equipo, aplicará las siguientes medidas para la reparación de la sobrepresión:

- A) Usar el equipo de protección personal (casco, guantes, zapatos industriales y gafas).
- B) El encargado del equipo cerrará líneas de alimentación, para evitar que el equipo siga con sobrepresión, colocando una señalización que indique la prohibición del uso del equipo.
- C) Disparar manualmente las válvulas de seguridad a fin de eliminar el exceso de presión del equipo.
- D) El encargado notificará al departamento de mantenimiento y seguridad de dicha anomalía para determinar las medidas correctivas necesarias a fin de poner en operación segura el equipo.
- E) Una vez reparada la anomalía retirar la señalización que prohíbe el uso del equipo, anotar el hecho en la bitácora.

Medidas de seguridad durante la atención de emergencias En caso de derrames

1. Acción

- A) El personal en turno al ser informado de una emergencia con el recipiente deberá acudir al área y llevar a cabo las acciones necesarias para evitar que se ponga en riesgo al personal o las instalaciones pudiendo ser estas medidas la activación de la alarma, la evacuación del personal y la solicitud de ayuda externa.
- B) Se levantará un reporte de incidente conjuntamente con el departamento de seguridad industrial.

MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA EL USO DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN DEL EQUIPO

De conformidad con el punto 7.1.5. Inciso b de la NOM-020-STPS-2002, los instrumentos de medición, aparatos auxiliares y dispositivos de seguridad deben estar sujetos a programas de revisión y mantenimiento y, en su caso, de calibración.

1. Indicador de presión

Todos los instrumentos de medición deben poseer las siguientes características físicas para su uso óptimo:

- A) El rango de operación de instrumento deberá ser entre 1.5 y 4 veces la presión normal de operación.
- B) Que se encuentren instalados en lugares accesibles para la toma de la lectura.
- C) Las condiciones físicas del instrumento deberán ser tales que permitan garantizar que la lectura medida en el mismo es la correcta. Verificar que las partes de las que se compone el indicador de presión no se encuentren dañadas, principalmente la carátula, el indicador de presión y la conexión.
- D) Cuando sea posible utilizar la conexión mecánica conocida como “lazo de cochino”, a fin de evitar el movimiento excesivo del elemento que indica la presión.

Todos los instrumentos de medición que no posean al menos una de las características descritas en los incisos a, b y c de este procedimiento, deberán ser sustituidos por indicadores de presión nuevos.

La toma de lectura de la presión normal de operación así como la revisión de las condiciones físicas del instrumento de medición, será realizada al menos una vez por turno y esta actividad será registrada en la bitácora.

2. Dispositivo de seguridad

Todos los dispositivos de seguridad deben de poseer las siguientes características físicas para uso óptimo:

- a) La presión de calibración del dispositivo de seguridad deberá ser la considerada en la memoria de cálculo.
- b) Verificar que el desfogue de la válvula no se realice a lugares donde transite el personal, tales como pasillos, escaleras, plataformas, etc.
- c) Las condiciones físicas del dispositivo de seguridad deberán ser tales que permitan garantizar el alivio correcto del exceso de presión. Disparar manualmente la válvula de seguridad, al menos una vez cada quince días.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA EL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

SEPARADOR No.1

FA-3101

OBJETIVO

Establecer los requisitos mínimos de seguridad e higiene para el mantenimiento de los equipos del área de **ESTABILIZADO**, de acuerdo a los requisitos que establece la Norma Oficial Mexicana **NOM-020-STPS-2002**.

MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

1. MANTENIMIENTO DE RUTINA

El objetivo del mantenimiento de rutina, es detectar por inspección visual:

- Fugas en las conexiones mecánicas y sellos.
- Agrietamientos y daños superficiales en el material de fabricación del equipo.
- Errores de funcionamiento en los accesorios del equipo tales como: manómetro, válvula de alimentación y salida, controles de presión.

Dependiendo del tipo de falla encontrada, será la prioridad con la cual será Atendida la misma.

El mantenimiento de rutina es una actividad que debe realizarse diariamente.

2. FUGAS EN CONEXIONES MECÁNICAS Y SELLOS

- Conexión mecánica: todas las unidades roscadas o soldadas del equipo y sus accesorios, que presenten burbujeo, cuando se aplique jabonadura y agua.
- Sellos: todos los dispositivos que impiden fugas en conexiones y roscadas tales como cintas teflón, pinturas, etc.; que presentan cuando se aplique jabonadura y agua.

3. AGRIETAMIENTO Y DAÑOS SUPERFICIALES DEL EQUIPO

- Se revisa que el equipo no presente pérdidas de material en sus partes constitutivas (cuerpo y tapas), por agrietamiento, oxidación, erosión, abrasión, incrustación, etc.

4. ERRORES DE FUNCIONAMIENTO DE LOS ACCESORIOS DEL EQUIPO

Se revisarán de los accesorios las siguientes características:

- Rangos de operación del instrumento de acuerdo a la calibración del mismo.
- Condiciones físicas del accesorio (limpieza, legibilidad, funcionamiento de las partes constitutivas del accesorio, cierre hermético).

TIPO DE FALLAS DETECTADAS

1. FALLA LIGERA

Aquellas que no representan un daño severo al equipo y permita la operación normal del mismo, tales como:

- Fugas en las conexiones mecánicas del equipo y sus accesorios, sin que existan caídas de presión en el proceso.
- Descalibración de los instrumentos de medición y control, que arroje errores del 5% de su rango de calibración normal.

Estas fallas serán atendidas en días no hábiles, de manera que no afecten el proceso productivo de la planta.

2. FALLA GRAVE

Aquellas que representan un peligro potencial para el centro de trabajo y la salud de los trabajadores, y las cuales son:

- Fugas en las conexiones mecánicas del equipo y sus accesorios, que generen caídas de presión significativas.
- Descalibración de los instrumentos de medición y control, que arroje errores del 10% de su rango de calibración normal, causando sobrepresiones y depresiones en el equipo. Averías en los dispositivos eléctricos y mecánicos de los accesorios que originen un incremento o decremento en la presión de operación normal del proceso.

3. FALLAS PELIGROSAS

Aquellas que presentan un peligro inminente al centro de trabajo y a la salud de los trabajadores, tales como:

- Fugas incontroladas en las conexiones mecánicas del equipo y sus accesorios, así como las partes constitutivas del equipo.
- Falla total de los instrumentos de presión y control, que originen el descontrol del proceso.

Las fallas peligrosas serán atendidas de inmediato, aplicando las recomendaciones del mantenimiento correctivo.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Tiene por objeto la reparación o sustitución de partes dañadas en el equipo y sus accesorios, de los cuales se tiene especial cuidado en:

- Instrumentos de medición y control del proceso. Estos son probados y calibrados en bancos de prueba con instrumentos patrón. Aquellos que presentan daños relevantes, son cambiados por instrumentos nuevos.
- Partes constitutivas del equipo. Estas son reparadas por dos métodos: soldadura de fusión y relevo de esfuerzos, cuando la seguridad del equipo no depende únicamente de la resistencia de la soldadura, permitiendo su uso en el relleno de grietas y recalque de cordones de soldadura, de hasta 20 cm de longitud. Materiales de refuerzo y parches, cuando la pérdida del material no constituye más del 20% del material que se repara.

Conexiones mecánicas y dispositivos de sello para fugas, cuando se requiere un cambio y desecho de la parte reparada por materiales nuevos, como sucede en los empaques y algunos instrumentos de medición y control.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo tienen por objeto la revisión, limpieza y sustitución de las partes constitutivas del equipo y sus accesorios, tales como:

- Revisión de conexiones mecánicas.
- Revisión y sustitución de dispositivos de sello mecánico para las fugas, a fin de comprobar su hermeticidad en las conexiones de entrada y salida de la tubería analizada.
- Calibración de los instrumentos de medición.
- Revisión de los dispositivos eléctricos y mecánicos de los accesorios.
- Limpieza y sustitución de dispositivos eléctricos y mecánicos tales como:
 - ✓ Válvula de seguridad
 - ✓ Válvula de entrada y salida de gas
 - ✓ Indicadores de presión
 - ✓ Control de presión

MANUAL PARA LA REVISIÓN DE LOS EQUIPOS

OBJETIVO

Establecer los requerimientos mínimos de seguridad e higiene para la revisión de los equipos del área de **ESTABILIZADO**, de acuerdo a los requerimientos que establece la Norma Oficial Mexicana **NOM-020-STPS-2002**.

REVISIÓN DEL EQUIPO

REQUISITOS DE SEGURIDAD EN EL ACCESO AL EQUIPO

1. PERSONAL

Es responsabilidad del trabajador seguir todas las recomendaciones de seguridad emitidas por la empresa, así como las que establece la ley federal del trabajo, instituto mexicano del seguro social, así como todos los lineamientos en materia laboral aplicables.

Es responsabilidad del cliente proveer todos los equipos necesarios de seguridad para el correcto desempeño de las actividades del trabajador.

En el área donde se encuentra instalado el equipo y en general cualquier área de trabajo, queda prohibido:

- a) Correr.
- b) Tomar alimentos.
- c) Hacer necesidades fisiológicas fuera del baño.
- d) Juegos de manos y/o cartas.
- e) Leer periódicos, revistas, etc.
- f) Fumar en áreas no establecidas y en el momento de ejecutar las tareas.
- g) Tirar basura en lugares no destinados para ella.
- h) Desobedecer ordenes de seguridad y/o violar las reglas.
- i) No utilizar el equipo de protección personal.

2. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

No se permite el uso de herramientas de mano que sean de dudosa procedencia o insegura para la ejecución de cualquier actividad relacionada con la operación y mantenimiento del equipo.

En general no se utiliza cualquier herramienta que presente daños en sus componentes y que impida el uso adecuado de la misma.

Mangueras y conexiones utilizadas para conducir fluidos de trabajo a presión, deben ser seleccionadas de acuerdo al tipo de servicio y la presión de trabajo a la cual estará sujeto.

3. REGLAS PARA TRABAJOS ELÉCTRICOS

Los empleados no deberán trabajar cerca de las partes bajo corriente de circuitos eléctricos, a menos que estén protegidos por uno de los siguientes medios.

Partes desenergizantes y puestas a tierra.

En las zonas de trabajo donde se desconozca la ubicación exacta de la línea de fuerza eléctrica, aquellos trabajadores que utilicen herramienta que pueda hacer contacto con las líneas, debe estar protegido con guantes u otras prendas aislantes que proporcionen la protección eléctrica equivalente.

Las barreras y otros dispositivos de resguardo se emplearan para garantizar que el espacio empleado por el equipo eléctrico no va a ser utilizado como corredores cuando las partes energizadas del equipo estén expuestas.

El equipo debe contar con conexión de puesta a tierra.

Los equipos a utilizar para efectuar los trabajos deben de ser a prueba de explosión.

FRECUENCIA DE LAS REVISIONES AL EQUIPO

ACTIVIDADES	PERIODICIDAD
REVISIÓN DE CONEXIONES MECÁNICAS	DIARIA
REVISIÓN DE LOS DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS DE LOS ACCESORIOS.	SEMANAL
REVISIÓN Y SUSTITUCIÓN DE DISPOSITIVOS DE SELLO MECÁNICO PARA LAS FUGAS	SEMESTRAL
REVISIÓN DE LAS CONDICIONES FÍSICAS DEL EQUIPO	ANUAL
REVISIÓN DEL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD (CONDICIONES OPERACIONALES)	QUINCENAL
REVISIÓN DE LA PRESIÓN DE CALIBRACIÓN DEL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD	SEMESTRAL
REVISIÓN DEL INDICADOR DE PRESIÓN (CONDICIONES OPERACIONALES).	DIARIA
REVISIÓN DE LA CALIBRACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.	ANUAL



MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS PARTES MÓVILES

DATOS GENERALES PARA LAS PARTES MÓVILES

NO APLICA PARA ESTOS EQUIPOS

El equipo no cuenta con partes móviles para su funcionamiento, por lo que no se requiere del programa de seguridad e higiene para la operación de mantenimiento de las partes móviles.

MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO FEDERAL DE SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO

OBJETIVO:

Evitar la creación de riesgo o peligro a la vida, integridad física o salud de los trabajadores en los centros de trabajo y un cambio adverso y sustancial sobre el medio ambiente del centro de trabajo, que afecte o pueda afectar o higiene del mismo o de las personas que ahí laboran.

RECOMENDACIÓN:

- Se deberán elaborar los programas para la prevención de accidentes en la realización de sus actividades que puedan causar graves desequilibrios ecológicos, en términos del artículo 147 de la Ley General Del Equilibrio Ecológico y La Protección Al Ambiente.
- Se deberán practicar los exámenes médicos de ingreso, periódicos y especiales a los trabajadores expuestos a los agentes físicos, químicos, biológicos y psicosociales, que por sus características, niveles de concentración y tiempo de exposición puedan altear su salud, adoptando en su caso, las medidas pertinentes para mantener su integridad física y mental.
- Se informa a los trabajadores respecto de los riesgos relacionados con la actividad laboral específica que desarrollen, y en particular acerca de los riesgos que implique el uso o exposición a los contaminantes del mismo ambiente laboral, así como capacitarlos respecto a las medidas y programas que deberán observar para su prevención y control, de conformidad con las disposiciones del reglamento federal de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo.
- El personal tiene la obligación de cumplir con las disposiciones del reglamento federal de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo, de las normas que expidan las autoridades competentes y con el reglamento interior de trabajo cliente en la materia seguridad e higiene.
- Determinar y conservar dentro de los niveles permisibles las condiciones ambientales del centro de trabajo, empleando los procedimientos para cada agente contaminante.

- Se deberán de colocar en lugares visibles de las áreas de trabajo que se requieran, de acuerdo a la naturaleza de emergencia y actividades peligrosas, que salvaguarden la vida y salud de los trabajadores, así como para proteger las áreas de trabajo.
- Es obligación de los trabajadores observar las medidas preventivas de seguridad e higiene que establece el reglamento de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo, las normas expedidas por las autoridades competentes y del reglamento interior del trabajo de normas expedidas por las autoridades competentes y del reglamento interior del trabajo del cliente para la prevención de riesgos de trabajo.
- Participar en los cursos de capacitación y adiestramiento que en materia de prevención de riesgos y atención de emergencias, sean impartidas por el cliente o por las personas que este designe. Conducirse en el centro de trabajo con la probidad y los cuidados necesarios para evitar al máximo cualquier riesgo de trabajo.
- Los trabajadores deberán de someterse a los exámenes médicos que determine el cliente a fin de prevenir riesgos de trabajo.
- Utilizar el equipo de protección personal proporcionado por el cliente y cumplir con las demás medidas de control establecidos por este para prevenir riesgos de trabajo.
- Los elementos arquitectónicos de los edificios y locales, requeridos para los servicios, acondicionamiento ambiental, comunicación, instalaciones a desnivel, circulación, salidas de uso normal y de emergencia y zonas de reunión en emergencias, deberán estar diseñadas y construidos conforme a las normas aplicables.
- Todas las áreas de proceso y operación deberán estar delimitadas.
- Para el mantenimiento de los equipos, deberán observarse condiciones de seguridad e higiene para los trabajos en altura, para lo cual se deberá tomar en cuenta su estabilidad, la resistencia de materiales, el tipo de actividad a desarrollarse, protecciones y dispositivos de seguridad.
- Las áreas de tránsito de personas deberán contar con las condiciones de seguridad, a fin de permitir la libre circulación en el área de trabajo, si labora personal discapacitado, deberán hacer las adecuaciones necesarias para facilitar la salida del mismo en caso de emergencia.
- Las áreas de tránsito con circulación peatonal y vehicular deberán ser independientes, delimitadas, señalizadas y cumplir con las características que establezcan las normas correspondientes.



- Las áreas de trabajo deberán contar con drenajes pluviales e industriales independientes.
- Las áreas de trabajo deberán contar con medidas de prevención y protección, así como con sistemas y equipos para el combate de incendios.
- Se deberá elaborar un estudio para determinar el grado de riesgo de incendio o explosión, de acuerdo a los productos, compuestos o mezclas, subproductos, y desechos o residuos, así como las medidas preventivas y de combate pertinentes, elaborar el programa y los procedimientos de seguridad para el uso, manejo transporte y almacenamiento de los materiales con riesgo de incendio, contar con sistemas para la detección y extinción de incendios.
- Contar con señalización visual y audible, para dar a conocer acciones y condiciones de prevención y casos de emergencia, organizar brigadas contra incendio en función al tipo y grado de riesgo del área de trabajo para prevenirlos y combatirlos, practicar cuando menos una vez al año simulacros de incendio en el centro de trabajo.
- Dar aviso por escrito a la secretaria del trabajo y previsión social antes de la fecha de inicio de funcionamiento a los equipos, adjuntando dictamen expedido por la unidad de verificación debidamente acreditada, que certifique que los mismos cuentan con las condiciones de seguridad y los dispositivos establecidos en la norma **NOM-020-STPS-2002**, solicitar a la secretaria por escrito, autorización para el funcionamiento de los equipos, a fin de que previa inspección practicada por la misma, si se satisfacen los requisitos previstos en el reglamento federal de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo, se otorgue la autorización correspondiente, en ambos casos la secretaria asignará un número de control a cada equipo.
- Cuando se pretenda modificar la instalación o las condiciones de operación de los recipientes sujetos a presión, se deberá dar aviso previo por escrito a la secretaria del trabajo y previsión social o solicitar la autorización de esta, en los términos de o dispuesto por el artículo 29 del Reglamento Federal de Seguridad Higiene y Medio Ambiente de Trabajo. Cuando debe operar definitivamente los equipos se deberá notificarlo por escrito a la secretaria del trabajo y previsión social.
- Si como resultado de las inspecciones que con posteridad se practiquen a los equipos, se detectara que los mismos ya no reúnen las condiciones de seguridad que establezca la norma **NOM-020-STPS-2002**, la secretaria del trabajo y previsión social ordenará se subsanen las deficiencias identificadas.
- Los equipos deberán contar con las condiciones de seguridad e higiene de acuerdo a la norma **NOM-020-STPS-2002**.



- Los recipientes sujetos a presión deberán revisarse y someterse a mantenimiento preventivo y, en su caso, al correctivo, de acuerdo a las especificaciones de cada equipo, se deberá contar con el programa de seguridad e higiene, mismo que dará a conocer al personal operativo de dicho equipo.
- Se deberá conservar durante la vida útil de los recipientes sujetos a presión, los antecedentes de alteraciones, reparaciones, modificaciones y condiciones de operación y mantenimiento de los mismos y exhibirlos a la secretaria del trabajo y previsión social. cuando este así los solicite.
- Se deberá contar con el personal, materiales y procedimientos necesarios para la atención de emergencias en los equipos.
- Se deberá contar con el personal capacitado para el manejo de los equipos cuya operación pueda ocasionar daños a terceras personas o al centro de trabajo.
- Los equipos para soldar y cortar, en el área de operación de los recipientes sujetos a presión deberán operarse en condiciones de seguridad e higiene.
- Se deberá contar con el programa para la realización de trabajos de soldadura y corte en condiciones de seguridad e higiene. Donde existan polvos, gases o vapores inflamables, este programa deberá contener además los procedimientos y controles específicos, a fin de evitar atmósferas peligrosas.
- Si se destinaran áreas específicamente a trabajos de soldadura y corte o en las que se realicen estos en forma esporádica, cerca y/o dentro de los recipientes deberán contar con:

Sistemas de ventilación natural y extracción artificial pantallas para la protección del entorno, de la radiación y chispa, sistema de aislamiento de la corriente eléctrica, instalaciones eléctricas en condiciones de seguridad aun cuando sean provisionales, para evitar factores de riesgo.

- Se deberá dotar a los operarios que realicen trabajos de soldadura y corte, del equipo de protección personal de acuerdo al tipo de riesgo.
- Los trabajos de soldadura o corte de recipientes que contengan o hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, o los que se realicen en espacio confinados, deberán efectuarse bajo condiciones de seguridad e higiene, de acuerdo al análisis de riesgo de la actividad específica.
- El manejo, transporte y almacenamiento de los recipientes contenedores de acetileno y oxígeno en las áreas de trabajo, deberá realizarse en las condiciones de seguridad e higiene, asimismo, los contenedores, tuberías y mangueras conductoras de esos gases, deberán estar identificados.



- Los motores, generadores, rectificadores y transformadores en las máquinas eléctricas de arco para soldar o cortar y todas las partes conductoras de corriente, deberán estar aislados y protegidos para evitar accidentes y enfermedades de trabajo, las máquinas de corte y soldadura eléctrica de arco deberán estar conectadas a tierra.
- Las instalaciones eléctricas permanentes o provisionales en las áreas de trabajo deberán diseñarse e instalarse con los dispositivos y protecciones de seguridad, así como señalizarse de acuerdo al voltaje y corriente de la carga instalada, atendiendo a la naturaleza de las actividades laborales y procesos industriales.
- El servicio de operación y mantenimiento a las instalaciones eléctricas de las áreas de trabajo, solamente se realizara por personal capacitado y autorizado por el cliente.
- Los circuitos de los tableros de distribución de energía eléctrica deberán estar señalizados e identificados.
- Los recipientes que manejen materiales inflamables, o bien, que estén ubicados en terrenos con descargas eléctricas atmosféricas frecuentes, deberán estar dotados con un sistema de pararrayos, el cual será independiente de los sistemas de tierras para motores o estática y sistema eléctrico en general así como la tierra física del equipo.
- En las áreas de trabajo donde la electricidad estática represente un riesgo para el personal, instalaciones y procesos productivos, deberá controlar esta de acuerdo a las normas correspondientes.
- Las herramientas de trabajo que se utilicen en el área de trabajo deberán de seleccionarse de acuerdo a las características técnicas y para la actividad y tipo de trabajo a desarrollar por el trabajador, verificarlas periódicamente en su funcionamiento, a fin de proporcionarles el mantenimiento adecuado y, en su caso, sustituir aquellas que hayan perdido sus características técnicas, y proporcionar al trabajador, de acuerdo a la naturaleza del trabajo, cinturones porta herramienta, bolsas o cajas para el transporte y almacenamiento de las herramientas.
- Se deberá proporcionar a los trabajadores instrucciones por escrito para la utilización y control de las herramientas, las que contendrán como mínimo, indicaciones para su uso, conservación, mantenimiento, lugar de almacenamiento y transporte seguro.
- El manejo, transporte y almacenamiento de materiales en general, materiales o sustancias químicas peligrosas, deberán realizarse en condiciones técnicas de seguridad para prevenir y evitar daños a la vida y salud de los trabajadores, así como a las áreas de trabajo.

- Los requerimientos de seguridad e higiene para el manejo, transporte, proceso y almacenamiento de materiales en general, materiales o sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo, deberán estar incluidos en el programa de seguridad e higiene y será responsabilidad del cliente hacerlos del conocimiento de los trabajadores por escrito.
- Se deberá elaborar una relación del personal autorizado para llevar a cabo las actividades de manejo, transporte y almacenamiento de materiales y sustancias químicas peligrosas, así como para operaciones en espacios confinados.
- Las instalaciones y áreas de trabajo en las que se manejen, transporten y almacenen materiales y sustancias químicas peligrosas, deberán contar con las características necesarias para operar en condiciones de seguridad e higiene. Será responsabilidad del cliente realizar un estudio para analizar el riesgo potencial de dichos materiales y sustancias químicas, a fin de establecer las medias de control pertinentes.
- Para el manejo, transporte y almacenamiento de materiales y sustancias químicas peligrosas, el cliente deberá establecer las medidas preventivas y los sistemas para la atención de emergencias.
- Para el manejo, transporte y almacenamiento de materiales y sustancias químicas peligrosas, se deberá contar con un sistema de comunicación de riesgos que permita al trabajador realizar sus actividades en condiciones de seguridad e higiene.
- Cuando el manejo, transporte y almacenamiento de materiales en general, materiales o sustancias químicas peligrosas, se realice en forma manual, el cliente estará obligado a realizar un estudio de estas actividades, a fin de determinar el equipo de transporte y protección personal adecuados que debe proporcionar a los trabajadores.
- Cuando el manejo, transporte y almacenamiento de materiales en general, materiales o sustancias químicas peligrosas, se realice en forma automática o semiautomática, los sistemas y equipos deberán contar con los requisitos establecidos en las normas respectivas, y en especial con:

Dispositivos de paro y seguridad, aviso de la capacidad máxima de carga, señalización audible y visible, y las condiciones de seguridad e higiene para no sobrepasar la capacidad de funcionamiento de los mismos. En el caso del mantenimiento de los sistemas y equipos de referencia, se deberá llevar un registro, el cual exhibirá a la secretaria del trabajo y previsión social cuando así se lo requiera.



- Los materiales y sustancias químicas peligrosas se deberán identificar en función al tipo de grado y riesgo, estando obligado a comunicar al trabajador las medidas preventivas y correctivas que deberá observar en su manejo, transporte y almacenamiento.
- Se deberá elaborar y difundir entre los trabajadores las hojas de datos de seguridad de los materiales y sustancias químicas peligrosas que se manejen en las áreas de trabajo.
- Los sistemas y equipos que utilicen para el transporte de materiales en general, materiales o sustancias químicas peligrosas, deberán verificarse en sus elementos de transmisión, carga, protecciones y dispositivos de seguridad, de acuerdo a sus características técnicas y ser aprobados en su funcionamiento antes de ponerse en servicio.
- Los recipientes y contenedores utilizados para el transporte de materiales en general, materiales o sustancias químicas peligrosas en las áreas de trabajo, deberán ser los requeridos o adecuados para el tipo de material que contengan y contar con dispositivos de seguridad para evitar riesgos.
- En los centros de trabajo se deberán contar con el programa de seguridad e higiene para el transporte de materiales y sustancias químicas peligrosas en equipos y sistemas, así como la señalización y limitación de las zonas para el tránsito de personas.
- Los trabajadores no deberán transportarse en los sistemas y equipos destinados al traslado de materiales en general materiales o sustancias químicas peligrosas, con excepción de aquellos equipos que cuenten con las condiciones adecuadas de seguridad, higiene y ergonomía, así como cuando lo requiera la actividad laboral específica.
- Se deberá proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo a los sistemas y equipos para el manejo, transporte y almacenamiento de materiales en general, materiales o sustancias químicas peligrosas en las áreas de trabajo, conforme al programa de seguridad e higiene que al efecto establezca el cliente.
- Las maniobras de estiba y desestiba, entrega y recepción de materiales en general, materiales o sustancias químicas peligrosas en las áreas de trabajo, deberán planearse y realizarse bajo condiciones de seguridad e higiene.
- Cuando se transporten materiales en general, materiales o sustancias químicas peligrosas a granel, deberán controlarse de tal modo que se evite su diseminación, para lo cual se podrá utilizar la técnica de control apropiada, de acuerdo a las características físico-químicas de dichos materiales y sustancias.

- Los sistemas y equipos que se utilicen para el manejo, transporte y almacenamiento de materiales y sustancias químicas peligrosas, deberán ser sometidos a control para su descontaminación y limpieza, cuando estos vayan a ser utilizados para otros materiales.
- El almacenamiento de materiales en general, materiales o sustancias químicas peligrosas, deberá realizarse en lugares especialmente destinados a ese fin. Dichos lugares deberán tener las características técnicas que señalan las normas aplicables.
- En las áreas en las que se encuentran sustancias inflamables, combustibles, se deberán colocar señales y avisos en lugares visibles, que indiquen la prohibición de fumar, introducir fósforos, dispositivos de llamas abiertas, objetos incandescentes y cualquier otra sustancia susceptible de causar incendio o explosión, de acuerdo con las normas respectivas.
- En los tanques y recipientes para el almacenamiento de materiales y sustancias químicas peligrosas, inflamables, combustibles en donde se pueden generar, o acumular electricidad estática se deberán instalar dispositivos de tierra.
- En los centros de trabajo en donde por los procesos y operaciones se generen ruido y vibraciones, que por sus características, niveles y tiempo de exposición, sean capaces de alterar la salud de los trabajadores, se deberá elaborar el programa de seguridad e higiene.
- Se deberá instrumentar en las áreas de trabajo los controles necesarios en las fuentes de emisión, para no exceder los niveles, máximos permisibles del nivel sonoro continuo equivalente y de vibraciones.
- Se deberán practicar los exámenes médicos específicos a los trabajadores expuestos a ruido o vibraciones y adoptar las medidas pertinentes para proteger su salud.
- En las áreas de trabajo donde se utilicen sustancias químicas sólidas, líquidas o gaseosas, que debido a los procesos, operaciones, características físico-químicas y grado de riesgo, sean capaces de contaminar el ambiente de trabajo y alterar la salud de los trabajadores, se establecerán las medidas de seguridad e higiene.
- Se deberán realizar los exámenes médicos específicos a los trabajadores expuestos a las sustancias indicadas en el párrafo anterior.
- Se deberá establecer el programa de seguridad e higiene que permita mejorar las condiciones de medio ambiente laboral y reducir la exposición

de los trabajadores a las sustancias químicas contaminantes sólidas, líquidas o gaseosas.

- Se deberá establecer el programa de seguridad e higiene en las áreas de trabajo en donde por los procesos y operaciones que se generen condiciones térmicas capaces de alterar la salud de los trabajadores.
- Se deberán de practicar los exámenes médicos específicos a los trabajadores expuestos a condiciones térmicas capaces de alterar su salud.
- Las áreas, planos y lugares de trabajo, deberán contar con las condiciones y niveles de iluminación adecuadas al tipo de actividad que se realice.
- En los lugares del centro de trabajo en los que la interrupción de la iluminación artificial represente un peligro para los trabajadores, se instalarán sistemas de iluminación eléctrica de emergencia.
- Las áreas de trabajo deberán contar con ventilación natural o artificial adecuada en los lugares en donde por los procesos y operaciones que se realicen, existan condiciones o contaminación ambiental capaces de alterar la salud de los trabajadores, se deberá de efectuar el reconocimiento, evaluación y control de estos, tomando en cuenta la ventilación natural o artificial, la calidad y volumen del aire.
- En los centros de trabajo en donde por las características de los procesos operaciones que se realicen se establezcan sistemas de ventilación artificial, se implantará un programa de verificación de mantenimiento preventivo y correctivo de los mismos.
- Se deberá de dotar a los trabajadores del equipo de protección personal adecuado, (casco de fibra de vidrio, lentes industriales, tapones para los oídos, camisa y pantalón u overol de algodón, guantes, botas industriales con casquillo, cubre bocas, mascarilla, aire autónomo), cuando la naturaleza de los trabajos así lo requiera.
- En las instalaciones, maquinaria, equipo o herramienta del centro de trabajo, se tomara en cuenta los aspectos ergonómicos, a fin de prevenir accidentes y enfermedades de trabajo.
- Se establecerá para el uso de los trabajadores, sistemas higiénicos de agua potable, lavabos, regaderas, vestidores y casilleros, así como excusados y mingitorios dotados de agua corriente, separados los de hombre y mujeres y marcados con avisos o señales que los identifiquen. El número de aquellos se determinará tomando en consideración la cantidad de trabajadores por cada turno de trabajo.

- La basura y los desperdicios que se generen en las áreas de trabajo, deberán identificarse, clasificarse, manejarse y, en su caso, controlarse, de manera que no afecten la salud de los trabajadores y a las áreas de trabajo.
- Los instrumentos y sustancias químicas que se utilicen para el aseo de los centros de trabajo, deberán ser los adecuados para el tipo de limpieza que se requiera. Se deberá de capacitar y adiestrar al personal que efectúe dichas labores, así como hacer de su conocimiento los posibles riesgos a su salud.
- De acuerdo a lo establecido en el artículo 504 fracción V de la ley, el cliente, estará obligado a dar aviso por escrito a la secretaria de los accidentes de trabajo.
- Se deberá de capacitar y adiestrar a los trabajadores sobre el uso, conservación, mantenimiento, almacenamiento y reposición del equipo de protección personal.
- Se deberá de hacer del conocimiento de los trabajadores el programa de seguridad e higiene de las áreas de trabajo, así como de capacitarlos y adiestrarlos en la ejecución del mismo.
- Los servicios de medicina del trabajo, podrán ser proporcionados en forma externa o brindados dentro de las instalaciones de la propia empresa, su establecimiento y funcionamiento se llevara acabo de acuerdo a la norma correspondiente.
- Los médicos de los servicios de medicina del trabajo estarán obligados a comunicar al cliente los resultados de los exámenes médicos en cuanto a la aptitud laboral de los trabajadores, respetando la confidencialidad que obliga la ética médica.
- Los médicos que presten servicios de medicina del trabajo, coadyuvaran a la orientación y en su caso, a la capacitación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos del trabajo. Asimismo, se deberán de capacitar a los responsables de los servicios internos previniéndolos de medicina del trabajo.
- Se deberán de proporcionar en todo tiempo los medicamentos y materiales de curación indispensables, para que se brinden oportuna y eficazmente los primeros auxilios.

MEMORIA DE CÁLCULO DEL RECIPIENTE

CLIENTE: PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN REGIÓN MARINA SUROESTE	UBICACIÓN: ESTABILIZADO
PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"	
CENTRO DE TRABAJO: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS	REGIÓN: MARINA SUROESTE
LUGAR: PARAISO, TABASCO	

DATOS GENERALES DEL RECIPIENTE

IDENTIFICACIÓN	FA-3101
TIPO DE RECIPIENTE	HORIZONTAL
FLUÍDO QUE MANEJA	CRUDO/ GAS
CAPACIDAD DEL RECIPIENTE	108.212 m ³
CÓDIGO DE DISEÑO	ASME SECCIÓN VIII DIV. 1
AÑO DE FABRICACIÓN	N/E
FABRICANTE	N/E
H = LONGITUD RECTA DEL RECIPIENTE	18115 mm
D _i = DIÁMETRO INTERIOR DEL RECIPIENTE	2692 mm
R _i = RADIO INTERIOR DEL RECIPIENTE	1346 mm
P _o = PRESIÓN DE OPERACIÓN	0.42 kg/cm ²
T _o = TEMPERATURA DE OPERACIÓN	70 °C

DATOS DE DISEÑO

P _d = PRESIÓN INTERIOR DE DISEÑO	3.5 kg/cm ²
T _d = TEMPERATURA INTERIOR DE DISEÑO	101.7 °C
C _o = CORROSION PERMISIBLE EN CUERPO	0 mm
C _t = CORROSION PERMISIBLE EN TAPAS	0 mm
E _o = EFICIENCIA DE LA JUNTA SOLDADA EN LA ENVOLVENTE	100 %
E _t = EFICIENCIA DE LA JUNTA SOLDADA EN LAS TAPAS	100 %
TIPO DE MATERIAL EN LA ENVOLVENTE	SA-516-70
TIPO DE MATERIAL EN LAS TAPAS	SA-516-70
S = ESFUERZO PERMISIBLE DEL MATERIAL EMPLEADO	1203.3 kg/cm ²

1.- CÁLCULO DEL VOLUMEN INTERIOR

1.1 ENVOLVENTE

$$V_o = \frac{\pi D^2 H}{4}$$

DONDE:

V _o = VOLUMEN INTERIOR DE LA ENVOLVENTE	(m ³)
D = DIÁMETRO INTERIOR DE LA ENVOLVENTE	(m)
H = LONGITUD ENTRE SOLDADURAS DEL RECIPIENTE	(m)

$$V_o = \frac{\pi (2.692)^2 (18.115)}{4} = 103.105 \text{ m}^3$$

1.2 TAPAS SEMIELÍPTICAS

$$V_t = \frac{\pi D^3}{12}$$

DONDE:

V _t = VOLUMEN INTERIOR DE LAS TAPAS	(m ³)
D = DIÁMETRO INTERIOR DE LAS TAPAS	(m)

MEMORIA DE CÁLCULO DEL RECIPIENTE

CLIENTE: PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN REGIÓN MARINA SUROESTE **UBICACIÓN:** ESTABILIZADO
PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"
CENTRO DE TRABAJO: TERMINAL MARITIMA DOS ROCAS. **REGIÓN:** MARINA SUROESTE
LUGAR: PARAISO, TABASCO

$$V_i = \frac{\pi}{12} \frac{(2.692)^3}{12} = 5.107 \text{ m}^3$$

1.3 VOLUMEN TOTAL

$$V_e = 103.105 \text{ m}^3$$

$$V_i = \frac{5.107 \text{ m}^3}{12}$$

$$V_T = 108.212 \text{ m}^3$$

2.- CÁLCULO DE LA SUPERFICIE SUJETA A PRESIÓN

2.1 ENVOLVENTE

$$S_e = \pi D H$$

DONDE:

S_e = SUPERFICIE INTERIOR DE LA ENVOLVENTE (m²)
D = DIÁMETRO INTERIOR DE LA ENVOLVENTE (m)
H = LONGITUD RECTA DEL RECIPIENTE (m)

$$S_e = \pi (2.692) (18.115) = 153.202 \text{ m}^2$$

2.2 TAPAS SEMIELÍPTICAS

$$S_t = (\pi/4) * D_c^2$$

$$D_c = 1.22 * D + 2 * CR + t$$

$$D_c = 1.22 * 2.692 + 2 * 0.051 + 0.017$$

$$D_c = 3.403 \text{ m}$$

$$S_t = (\pi/4) * 3.40324^2$$

$$S_t = 18.193 \text{ m}^2$$

2.3 SUPERFICIE TOTAL SUJETA A PRESIÓN

$$S_e = 153.202 \text{ m}^2$$

$$S_t = 18.193 \text{ m}^2$$

$$S_T = 171.395 \text{ m}^2$$

3.- CÁLCULO DE ESPESORES POR PRESIÓN INTERIOR (ESFUERZO POR TENSIÓN CIRCUNFERENCIAL)

3.1 ENVOLVENTE

ASME UG-27 C

$$t = \frac{P R}{S E - 0.6 P} + C$$

DONDE:

t = ESPESOR MÍNIMO REQUERIDO (mm)
P = PRESIÓN INTERIOR DE DISEÑO (kg/cm²)
R_i = RADIO INTERIOR DE LA ENVOLVENTE (mm)
S = ESFUERZO PERMISIBLE DEL MATERIAL (kg/cm²)
E = EFICIENCIA DE LA JUNTA SOLDADA EN LA ENVOLVENTE (adimensional)
C = TOLERANCIA POR CORROSION (mm)

MEMORIA DE CÁLCULO DEL RECIPIENTE

CLIENTE: PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN REGIÓN MARINA SUROESTE
UBICACIÓN: ESTABILIZADO
PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"
CENTRO DE TRABAJO: TERMINAL MARÍTIMA DOS BOCAS
REGIÓN: MARINA SUROESTE
LUGAR: PARAISO, TABASCO

$$t = \frac{(3.5) (1346)}{(1203.3) (1) - 0.6 (3.5)} = 3.922 \text{ mm} \quad +0= \quad 3.922 \text{ mm}$$

ESPESOR MÍNIMO MEDIDO EN LAS ENVOLVENTES $t_m = 12.446 \text{ mm} \quad 0.49 \text{ (plg)}$

3.2 TAPAS SEMIELÍPTICAS
ASME UG-32 d

$$t = \frac{PD}{2SE - 0.2P} + C$$

DONDE:
 t = ESPESOR MÍNIMO REQUERIDO (mm)
 P = PRESIÓN INTERIOR DE DISEÑO (kg/cm²)
 D = DIÁMETRO INTERIOR DE LAS TAPAS (mm)
 S = ESFUERZO PERMISIBLE DEL MATERIAL (kg/cm²)
 E = EFICIENCIA DE LA JUNTA SOLDADA EN LAS TAPAS (adimensional)
 C = TOLERANCIA POR CORROSIÓN (mm)

$$t = \frac{(3.5) (2692)}{2 (1203.3) (1) - 0.2 (3.5)} = 3.916 \text{ mm} \quad +0= \quad 3.916 \text{ mm}$$

ESPESOR MEDIDO EN LA TAPA DERECHA $t_m = 16.9672 \text{ mm} \quad (0.668 \text{ plg})$
 ESPESOR MEDIDO EN LA TAPA IZQUIERDA $t_m = 16.7132 \text{ mm} \quad (0.658 \text{ plg})$

4.- CÁLCULO DE LA PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO

4.1 ENVOLVENTE
ASME UG-27 C

$$PMT = \frac{SEt_c}{R + 0.6t_c}$$

TÉRMINOS DEFINIDOS EN EL PUNTO 3.1, EXCEPTO:

PMT = PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO (kg/cm²)
 t_c = ESPESOR CORROÍDO (mm)

$$t_c = t_m - C$$

$$t_c = 12.446 - 0 = 12.446 \text{ mm}$$

$$PMT = \frac{(1203.3) (1) (12.446)}{(1346) + 0.6 (12.446)} = 11.065 \text{ kg/cm}^2$$

MEMORIA DE CÁLCULO DEL RECIPIENTE

CLIENTE: PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN REGIÓN MARINA SUROESTE

UBICACIÓN: ESTABILIZADO

PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"

CENTRO DE TRABAJO: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS.

REGIÓN: MARINA SUROESTE

LUGAR: PARAISO, TABASCO

4.2 TAPAS SEMIELÍPTICAS

IZQUIERDA

ASME UG-32 d

$$PMT = \frac{2SEtc}{D + 0.2tc}$$

TÉRMINOS DEFINIDOS EN LOS PUNTOS 3.2 y 4.1

$$tc = tm - C$$

$$tc = 16.9672 - 0 = 16.967 \text{ mm}$$

$$PMT = \frac{2 (1203.3) (1) (16.967)}{(2692) + 0.2 (16.967)} = 15.149 \text{ kg/cm}^2$$

DERECHA

ASME UG-32 d

$$PMT = \frac{2SEtc}{D + 0.2tc}$$

TÉRMINOS DEFINIDOS EN LOS PUNTOS 3.2 y 4.1

$$tc = tm - C$$

$$tc = 16.7132 - 0 = 16.713 \text{ mm}$$

$$PMT = \frac{2 (1203.3) (1) (16.713)}{2692 + 0.2 (16.713)} = 14.923 \text{ kg/cm}^2$$

EL MÍNIMO VALOR CALCULADO PARA LA PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO ES: PMT = 11.065 kg/cm²

NOTA: SE EMPLEARÁ EL DATO DE PRESIÓN MÁXIMA PERMITIDA DE TRABAJO DEL RECIPIENTE, LA CUAL SERÁ LA MENOR DE LAS PRESIONES CALCULADAS, INCLUYENDO LA DE DISEÑO DE 3.5 kg/cm² PARA EL VALOR DE LA PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO, ENTONCES:

$$PMT = 3.500 \text{ kg/cm}^2$$

MEMORIA DE CÁLCULO DEL RECIPIENTE

CLIENTE: PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN REGIÓN MARINA SUROESTE

UBICACIÓN: ESTABILIZADO

PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"

CENTRO DE TRABAJO: TERMINAL MARÍTIMA DOS BOGAS

REGIÓN: MARINA SUROESTE

LUGAR: PARAISO, TABASCO

5.- CÁLCULO DE LA PRESIÓN DE PRUEBA HIDROSTÁTICA

$$P_H = 1.3 \text{ PMTP}$$

DONDE:

PH = PRESIÓN DE PRUEBA HIDROSTÁTICA (kg/cm²)

PMTP = PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO PERMITIDA (kg/cm²)

$$P_H = 1.3 (3.5) = 4.55 \text{ kg/cm}^2$$

6.- CÁLCULO DE LA PRESIÓN DE PRUEBA NEUMÁTICA

$$P_H = 1.1 \text{ PMTP}$$

DONDE:

PH = PRESIÓN DE PRUEBA HIDROSTÁTICA (kg/cm²)

PMTP = PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO PERMITIDA (kg/cm²)

$$P_H = 1.1 (3.5) = 3.85 \text{ kg/cm}^2$$

REPORTE DE INSPECCIÓN VISUAL		
GENERALIDADES		
PROYECTO:	"ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"	
CENTRO DE PROCESO:	TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS	
LUGAR:	PARAISO TABASCO	REGIÓN: MARINA SUROESTE
DATOS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO		
EQUIPO:	SEPARADOR No.1	ID - TAG: FA-3101
INSTALACIÓN:	ESTABILIZADO	No. DE EQUIPO: 1
INFORMACIÓN DEL MÉTODO DE PRUEBA		
APLICADO EN:	TODO EL RECIPIENTE	
CÓDIGOS/ESPECIFICACIONES:	ART. 9 COD. ASME SECC V. ASME SECC-VIII-DV-1. API 510. API 579	TIPO DE INSPECCIÓN: 100% <input checked="" type="checkbox"/> SPOT: <input type="checkbox"/> MUESTREO: <input type="checkbox"/>
ILUMINACIÓN:		
LÁMPARA:	LUZ NATURAL: <input checked="" type="checkbox"/> FOCO 60 WATTS: <input type="checkbox"/>	REFLECTOR: <input type="checkbox"/>
REGISTRO DE INDICACIONES		
CONDICIÓN		OBSERVACIONES:
CORROSIÓN EXTERNA	_____	NO PRESENTA
PROTECCIÓN ANTICORROSIVA	_____	SI PRESENTA
CIMENTACIÓN	_____	NO PRESENTA
SOPORTERÍA	_____	EN BUEN ESTADO
SOLDADURAS	_____	EN BUEN ESTADO
CONEXIONES BRIDADAS	_____	EN BUEN ESTADO
DEFORMACIÓN	_____	NO PRESENTA
AISLAMIENTO TÉRMICO	_____	NO PRESENTA
VÁLVULA DE SEGURIDAD O DE RELEVO	_____	SI PRESENTA
INSTRUMENTOS	_____	SI PRESENTA
CONEXIÓN A TIERRA	_____	SI PRESENTA
ACCESOS	_____	NO PRESENTA
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO	_____	SI PRESENTA
PLACA DE DATOS	_____	NO PRESENTA
EVALUACIÓN Y RECOMENDACIONES		
<p>* SEGUIR MANTENIENDO EL RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO EN BUEN ESTADO DEL RECIPIENTE ASI COMO LAS TUERCAS, BRIDAS Y ESPÁRRAGOS A FIN DE QUE NO SE GENEREN ZONAS DE CORROSIÓN.</p> <p>* SE DETECTO UNA INDICACIÓN TIPO CORROSIÓN ESCAMA EN LA TAPA IZQUIERDA, CON LAS SIGUIENTES DIMENSIONES DE LARGO 3 CM Y DE ANCHO 3 CM A 45°.</p>		
I.Q. AMPARO ROMO ABRAJAN.	I.Q. MA. DE LOS ANGELES PLATA ORTIZ.	M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T.
REALIZÓ	REVISÓ	AUTORIZÓ

REPORTE DE INSPECCIÓN VISUAL			
GENERALIDADES			
PROYECTO:	"ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"		
CENTRO DE PROCESO:	TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS		
LUGAR:	PARAISO TABASCO	REGIÓN:	MARINA SUROESTE
DATOS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO			
EQUIPO:	SEPARADOR No.1	ID - TAG:	FA-3101
INSTALACIÓN:	ESTABILIZADO	No. DE EQUIPO:	1
INFORMACIÓN DEL MÉTODO DE PRUEBA			
APLICADO EN:	TODO EL RECIPIENTE		
CÓDIGOS/ESPECIFICACIONES:	ART. 9 COD. ASME SECC V. ASME SECC-VIII-DV-1, API 510, API 579	TIPO DE INSPECCIÓN:	100% <input checked="" type="checkbox"/> SPOT: _____ MUESTREO: _____
ILUMINACIÓN:			
LÁMPARA:	LUZ NATURAL: <input checked="" type="checkbox"/>	FOCO 60 WATTS:	REFLECTOR: _____
REGISTRO DE INDICACIONES			
<p><i>Fig. 1 Indicación tipo corrosión tipo escama detectada en la Tapa Izquierda .</i></p>			

REPORTE DE INSPECCIÓN DE LÍQUIDOS PENETRANTES										
GENERALIDADES										
PROYECTO: ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE CENTRO DE PROCESO: TERMINAL MARITIMA DOS BÓCAS										
LUGAR: PARAISO TABASCO					REGIÓN: MARINA SUROESTE					
DATOS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO										
EQUIPO: SEPARADOR No.1			ID - TAG: FA-3101			No. DE EQUIPO: 1				
INSTALACIÓN: ESTABILIZADO										
DATOS DEL ELEMENTO INSPECCIONADO										
ELEMENTO INSPECCIONADO: CRUCES DE SOLDADURA EN CUERPO, TAPAS Y BOQUILLAS										
TIPO DE MATERIAL: ACERO AL CARBONO			SOLDADURA: (√)			METAL BASE: ()		OTRO: ()		
ACABADO SUPERFICIAL: BURDO: (√)			ESMERILADO: ()			MAQUINADO: ()				
TÉCNICA Y EQUIPO UTILIZADO										
FORMA DE APLICACIÓN: POR ASPERSIÓN BROCHA			EVALUACIÓN: ASME SECC. VIII							
MARCA COMERCIAL DEL LIQUIDO: MAGNAFLUX			TIPO: II							
ESPECIFICACIÓN DE LÍQUIDOS: ASTM-165			TIPO DE ILUMINACIÓN: LUZ NATURAL							
REMOVEDOR:			MÉTODO DE ELIMINACIÓN DE OXIDO:			MECÁNICA				
			MÉTODO DE ELIMINACIÓN DE PINTURA:			MECÁNICA (CARDA)				
			AGENTE QUÍMICO:			REMOVEDOR				
			MÉTODO DE LIMPIEZA:			MANUAL/PAÑO DE ALGODÓN				
PENETRANTE:			TIPO DE ACEITE (I, II, III):			II				
			TIEMPO DE PENETRACIÓN:			5 A 30 MIN.				
			TEMPERATURA DE PARED:			AMBIENTE				
SECADO:			MÉTODO:			AMBIENTAL				
REVELADOR:			TIPO (SECO, AGUA, SOLVENTE)			SECO EN AEROSOL				
ILUMINACIÓN:			TIPO / POTENCIA:			NATURAL				
POST-LIMPIEZA:			MÉTODO:			NATURAL				
EVALUACIÓN										
IDENTIFICACIÓN	ELEMENTO	DISCONTINUIDAD	TAMAÑO DEL DEFECTO			UBICACIÓN DEL DEFECTO		ACEPTADO	RECHAZADO	OBSERVACIONES
			LARGO	ANCHO	PROFUNDIDAD	Longitudinal	Circunferencial			
SC-1	Tapa Izq- Env. 1	-	-	-	-	-	x	-	-	N.P.I.R
SC-2	Envolvente D	-	-	-	-	-	x	-	-	N.P.I.R
SC-3	Envolvente E	-	-	-	-	-	x	-	-	N.P.I.R
SC-4	Envolvente F	-	-	-	-	-	x	-	-	N.P.I.R
SC-5	Envolvente G	-	-	-	-	-	x	-	-	N.P.I.R
SC-6	Envolvente H	-	-	-	-	-	x	-	-	N.P.I.R
SC-7	Tapa Der- Env. H	-	-	-	-	-	x	-	-	N.P.I.R
N1	Envolvente H	-	-	-	-	-	x	-	-	N.P.I.R
N2	Envolvente G	-	-	-	-	-	x	-	-	N.P.I.R
N3	Envolvente E	-	-	-	-	-	x	-	-	N.P.I.R
N4	Envolvente H	-	-	-	-	-	x	-	-	N.P.I.R
N5	Envolvente H	-	-	-	-	-	x	-	-	N.P.I.R
N6	Tapa Izq.	-	-	-	-	-	x	-	-	N.P.I.R
N7	Tapa Izq.	-	-	-	-	-	x	-	-	N.P.I.R
N8	Tapa Izq.	-	-	-	-	-	x	-	-	N.P.I.R
N9	Envolvente E	-	-	-	-	-	x	-	-	N.P.I.R
N10	Envolvente E	-	-	-	-	-	x	-	-	N.P.I.R
N11	Envolvente G	-	-	-	-	-	x	-	-	N.P.I.R
<small>S-C= SOLDADURA CIRCUNFERENCIAL S-L= SOLDADURA LONGITUDINAL B=BOQUILLA ID =IDENTIFICACIÓN N.P.I.R= NO PRESENTA INDICACIONES RELEVANTES</small>										
I.Q. AMPARO ROMO ABRAJAN.			ING. DULCE ADRIANA ARGUMENTO FITZ				M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T.			
REALIZÓ			REVISÓ				AUTORIZÓ			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

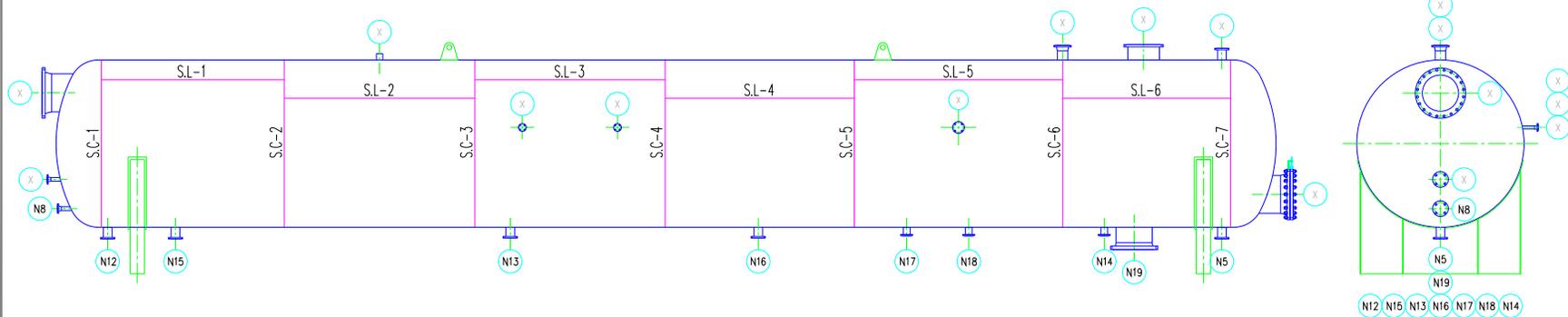


CROQUIS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO

INSPECCIÓN CON
LIQUIDOS PENETRANTES

INSPECCIÓN EN CUERPO

INSPECCIÓN EN TAPA IZQ. Y DER.



NOMENCLATURA

S.C.= SOLDADURA CIRCUNFERENCIAL
S.L.= SOLDADURA LONGITUDINAL

PROYECTO: "Elaboración e Integración de la Documentación Técnica para obtener el permiso de funcionamiento de recipientes a presión"

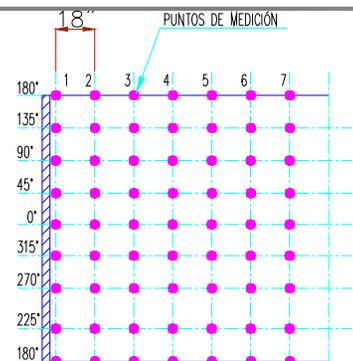
REGION: PARAISO, TABASCO UBICACION: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS

NOMBRE DEL RECIPIENTE: AREA DE ESTABILIZADO

REPORTE INSPECCIÓN ULTRASÓNICA (MEDICIÓN DE ESPESORES)													
GENERALIDADES													
PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"													
CENTRO DE PROCESO: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS													
LUGAR: PARAISO TABASCO										REGIÓN: MARINA SUROESTE			
DATOS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO													
EQUIPO: SEPARADOR No.1				ID - TAG: FA-3101				No. DE EQUIPO: 1					
INSTALACIÓN: ESTABILIZADO													
DATOS DEL EQUIPO UTILIZADO													
EQUIPO: KRAUTKRAMER			MODELO: DM4E			SERIE: 007V32							
TRANSDUCTOR: DUAL			MARCA: KRAUTKRAMER			MODELO: FH 2 E							
SERIE: FIS901			DIÁMETRO: 0.312 plg			FRECUENCIA: 5 MHz							
BLOQUE DE CAL.: TIPO ESCALERA			ACABADO SUPERFICIAL: SEMI LISO			RANGO: 2"							
ACOPLANTE: GEL													
LECTURAS (PLG.)													
ID. ELEMENTO	ELEMENTO	NIVEL	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	Esp. Minimo	Esp. Maximo	Esp. Promedio
C	ENVOLVENTE 1	1	0.657	0.657	0.643	0.636	0.642	0.634	0.666	0.654	0.624	0.666	0.648
		2	0.635	0.657	0.644	0.648	0.643	0.653	0.665	0.639			
		3	0.647	0.659	0.655	0.656	0.637	0.658	0.663	0.648			
		4	0.630	0.624	0.655	0.656	0.657	0.659	0.664	0.653			
		5	0.629	0.632	0.654	0.651	0.657	0.658	0.661	0.657			
		6	0.644	0.631	0.647	0.641	0.635	0.654	0.65	0.656			
D	ENVOLVENTE 2	7	0.647	0.632	0.644	0.635	0.647	0.624	0.639	0.652	0.614	0.659	0.641
		8	0.646	0.631	0.637	0.646	0.630	0.634	0.647	0.620			
		9	0.636	0.628	0.645	0.652	0.629	0.648	0.655	0.655			
		10	0.627	0.626	0.652	0.655	0.644	0.653	0.654	0.642			
		11	0.614	0.629	0.658	0.653	0.647	0.657	0.659	0.646			
		12	0.625	0.631	0.655	0.652	0.646	0.656	0.658	0.65			
E	ENVOLVENTE 3	13	0.625	0.632	0.654	0.642	0.636	0.654	0.655	0.654	0.614	0.659	0.644
		14	0.630	0.648	0.646	0.647	0.627	0.639	0.642	0.657			
		15	0.625	0.653	0.638	0.651	0.614	0.648	0.646	0.657			
		16	0.646	0.657	0.643	0.651	0.625	0.653	0.65	0.659			
		17	0.638	0.656	0.648	0.649	0.625	0.657	0.654	0.624			
		18	0.643	0.654	0.646	0.639	0.630	0.656	0.657	0.632			
F	ENVOLVENTE 4	19	0.648	0.639	0.646	0.645	0.625	0.655	0.657	0.631	0.592	0.657	0.633
		20	0.646	0.648	0.647	0.645	0.652	0.651	0.659	0.628			
		21	0.646	0.653	0.645	0.646	0.614	0.628	0.624	0.626			
		22	0.647	0.657	0.643	0.648	0.618	0.630	0.632	0.629			
		23	0.632	0.656	0.643	0.641	0.607	0.633	0.631	0.631			
		24	0.631	0.652	0.643	0.652	0.612	0.633	0.632	0.632			
G	ENVOLVENTE 5	25	0.628	0.620	0.645	0.620	0.612	0.633	0.631	0.632	0.595	0.657	0.630
		26	0.626	0.630	0.643	0.630	0.605	0.629	0.628	0.632			
		27	0.629	0.632	0.638	0.632	0.592	0.628	0.626	0.632			
		28	0.631	0.631	0.627	0.631	0.602	0.630	0.629	0.636			
		29	0.632	0.628	0.628	0.628	0.614	0.632	0.631	0.638			
		30	0.627	0.627	0.630	0.627	0.609	0.636	0.632	0.636			
		31	0.621	0.621	0.632	0.621	0.611	0.638	0.632	0.634			
		32	0.626	0.643	0.633	0.626	0.617	0.636	0.632	0.657			
		33	0.629	0.645	0.627	0.629	0.603	0.634	0.637	0.656			
		34	0.626	0.643	0.626	0.626	0.595	0.633	0.625	0.654			
		35	0.625	0.638	0.620	0.625	0.599	0.614	0.615	0.639			
		36	0.645	0.630	0.620	0.621	0.597	0.621	0.616	0.648			
OBSERVACIONES:													
BO= BOCUILLA ID: IDENTIFICACIÓN													
I.Q. AMPARO ROMO ABRAJAN.				I.Q. MA. DE LOS ANGELES PLATA ORTIZ.				M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T.					
REALIZÓ				REVISÓ				AUTORIZÓ					

REPORTE INSPECCIÓN ULTRASÓNICA (MEDICIÓN DE ESPESORES)													
GENERALIDADES													
PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"													
CENTRO DE PROCESO: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS													
LUGAR: PARAISO TABASCO										REGIÓN: MARINA SUROESTE			
DATOS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO													
EQUIPO: SEPARADOR No.1				ID - TAG: FA-3101				No. DE EQUIPO: 1					
INSTALACIÓN: ESTABILIZADO													
DATOS DEL EQUIPO UTILIZADO													
EQUIPO: KRAUTKRAMER				MODELO: DM4E				SERIE: 007V32					
TRANSDUCTOR: DUAL				MARCA: KRAUTKRAMER				MODELO: FH 2 E					
SERIE: F15901				DIÁMETRO: 0.312 plg				FRECUENCIA: 5 MHZ					
BLOCK DE CAL.: TIPO ESCALERA				ACABADO SUPERFICIAL: SEMI LISO				RANGO: 2"					
ACOPLANTE: GEL													
LECTURAS (PLG.)													
ID. ELEMENTO	ELEMENTO	NIVEL	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	Esp.Mínimo	Esp.Máximo	Esp.Promedio
H	ENVOLVENTE 6	37	0.657	0.657	0.643	0.636	0.642	0.634	0.666	0.660	0.624	0.666	0.650
		38	0.635	0.657	0.644	0.648	0.643	0.653	0.665	0.662			
		39	0.647	0.659	0.655	0.656	0.637	0.658	0.663	0.663			
		40	0.630	0.624	0.655	0.656	0.657	0.659	0.664	0.660			
		41	0.629	0.632	0.654	0.651	0.657	0.658	0.661	0.661			
A	TAPA IZQUIERDA	1	0.703	0.701	0.668	0.673	0.682	0.681	0.681	0.707	0.668	0.668	0.668
		2	0.710	0.71	0.681	0.683	0.671	0.677	0.679	0.703			
		3	0.690	0.690	0.687	0.671	0.678	0.672	0.673	0.685			
		4	0.674	0.690	0.692	0.687	0.684	0.683	0.684	0.691			
		5	0.680	0.688	0.716	0.708	0.681	0.683	0.7	0.680			
		6	0.686	0.695	0.707	0.706	0.715	0.683	0.701	0.695			
		7	0.690	0.69	0.682	0.679	0.707	0.707	0.696	0.690			
		8	BQ	BQ	BQ	0.673	0.672	0.675	0.673	0.672			
B	TAPA DERECHA	1	0.715	0.714	0.668	0.670	0.685	0.677	0.681	0.710	0.658	0.719	0.699
		2	0.719	0.716	0.679	0.683	0.660	0.677	0.679	0.717			
		3	0.713	0.712	0.685	0.668	0.672	0.672	0.673	0.711			
		4	0.711	0.712	0.692	0.685	0.680	0.683	0.684	0.710			
		5	0.715	0.705	0.712	0.708	0.685	0.683	0.700	0.71			
		6	0.710	0.709	0.700	0.706	0.700	0.683	0.701	0.705			
		7	0.718	0.712	0.682	0.660	0.707	0.707	0.696	0.701			
		8	BQ	BQ	BQ	0.658	0.672	0.675	0.673	0.715			
N6		1	0.909	-	0.921	-	0.918	-	0.945	-	0.909	0.945	0.923
N7		1	0.303	-	0.3	-	0.319	-	0.311	-	0.300	0.319	0.308
N8		1	0.191	-	0.190	-	0.189	-	0.188	-	0.188	0.191	0.190
N9		1	1.267	-	1.267	-	1.266	-	1.256	-	1.256	1.267	1.264
N10		1	0.614	-	0.616	-	0.602	-	0.627	-	0.602	0.627	0.615
N11		1	0.614	-	0.601	-	0.602	-	0.607	-	0.601	0.614	0.606
N12		1	1.234	-	1.213	-	1.207	-	1.211	-	1.207	1.234	1.216
N13		1	1.210	-	1.213	-	1.207	-	1.211	-	1.207	1.213	1.210
N14		1	1.245	-	1.300	-	1.247	-	1.287	-	1.245	1.300	1.270
OBSERVACIONES:													
BQ= BOQUILLA ID: IDENTIFICACIÓN													
I.Q. AMPARO ROMO ABRAJAN.				I.Q. MA. DE LOS ANGELES PLATA ORTIZ.				M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T.					
REALIZÓ				REVISÓ				AUTORIZÓ					

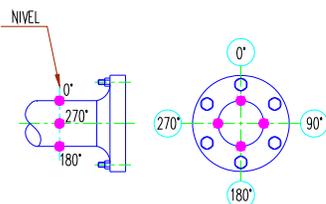
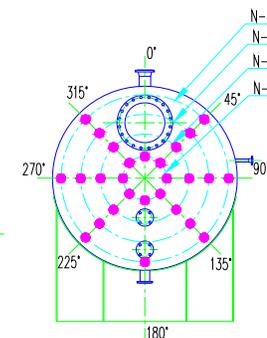
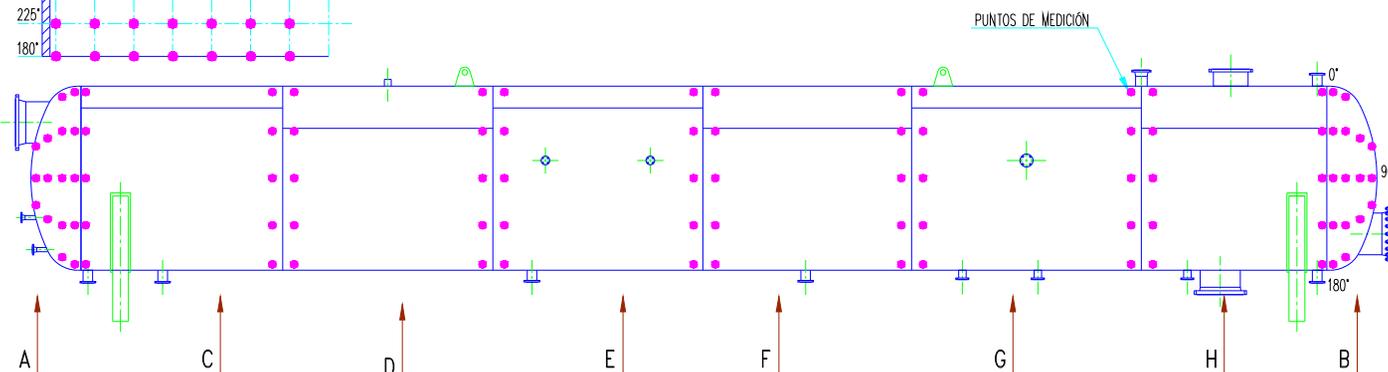
CROQUIS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO



MEDICIÓN DE ESPESORES

MEDICIÓN EN CUERPO

MEDICIÓN EN TAPA IZQ. Y DER.



MEDICIÓN EN BOQUILLAS

PROYECTO: "Elaboración e Integración de la Documentación Técnica para obtener el permiso de funcionamiento de recipientes a presión"

NOMBRE DEL RECIPIENTE: SEPARADOR No.1

REGION: PARAISO, TABASCO

UBICACION: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS

No. EQUIPO: 1

ID-TAG: FA-3101

INSTALACIÓN: AREA DE ESTABILIZADO

REPORTE: 2



REPORTE DE INSPECCION ULTRASONICA (HAZ RECTO)											
GENERALIDADES											
PROYECTO: *ELABORACION E INTEGRACION DE LA DOCUMENTACION TECNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE ESTABILIZADO REPORTE:											
CENTRO DE PROCESO: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS LUGAR: PARAISO TABASCO					REGION: MARINA SUROESTE						
DATOS DEL RECIPIENTE A PRESION INSPECCIONADO											
EQUIPO: SEPARADOR No.1 ESTABILIZADO			ID - TAG: FA-3101			No. DE EQUIPO: 1			REPORTE:		
DATOS DEL EQUIPO UTILIZADO											
EQUIPO: PANAMETRICS		MODELO: EPOCH3		SERIE: AEP-2300		MODELO: 586241		FRECUENCIA: 5 Mhz			
TRANSDUCTOR: HAZ RECTO		DIAMETRO: 1.00		TIPO ESCALERA		ACOPLANTE: GEL					
EVALUACIÓN											
ID. ELEMENTO	ELEMENTO	No. DE INDICACION	TIPO DE INDICACION	TAMANO DE LA INDICACION			UBICACION DE LA INDICACION			OBSERVACIONES	
				LARGO CM	ANCHO CM	PROFUNDIDAD RELATIVA A LA SUPERFICIE PULG.	DISTANCIA A LA SOLDADURA MAS CERCANA CM	LONGITUDINAL X CM	CIRCUNFERENCIAL Y CM		GRADOS
A	TAPA IZQUIERDA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.P.I.R
B	TAPA DERECHA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.P.I.R
C	ENVOLVENTE 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.P.I.R
D	ENVOLVENTE 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.P.I.R
E	ENVOLVENTE 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.P.I.R
F	ENVOLVENTE 4	1	PM. INT	21	20	0.490	90	95	422.85	180º	% de P.M = 22.5
G	ENVOLVENTE 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.P.I.R
H	ENVOLVENTE 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.P.I.R
X (+,-) = Ubicación de la indicación partiendo de la soldadura longitudinal o circunferencial mas cercana Y (+,-) = Ubicación de la indicación partiendo de la entrada de flujo (0º)											
OBSERVACIONES:											
PM. INT= PERDIDA DE METAL INTERNA					N. P. I. R= NO PRESENTA INDICACIONES RELEVANTES						
_____ I.Q. AMPARO ROMO ABRALAN.					_____ I.Q. MA. DE LOS ANGELES PLATA ORTIZ.						
REALIZÓ					REVISÓ						
AUTORIZÓ					M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T.						



REPORTE DE INSPECCIÓN ULTRASONICA (HAZ RECTO) GENERALIDADES	
PROYECTO: *ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE	
CENTRO DE PROCESO: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS	REGIÓN: MARINA SUROESTE
LUGAR: PARAISO TABASCO	No. DE EQUIPO: 1
EQUIPO: SEPARADOR No.1 INSTALACIÓN: ESTABILIZADO	ID - TAG: FA-3101
DATOS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO	
DATOS DEL EQUIPO UTILIZADO	
EQUIPO: PANAMETRICS	MODELO: EPOCH 3
TRANSDUCTOR: HAZ RECTO	MARCA: PANAMETRICS
SERIE: 2455593	DIÁMETRO: 1.0ig
ANGULO: 0°	BLOCK DE CAL: TIPO ESCALERA
SERIE: AEP-2300	MODELO: 596241
FRECUENCIA: 5 MHz	ACOPLANTE: GEL
EVALUACIÓN	

Fig. 1 Pérdida de Metal Interna, localizada en la Placa No. 4 a 180º aproximadamente del 22.5 %.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

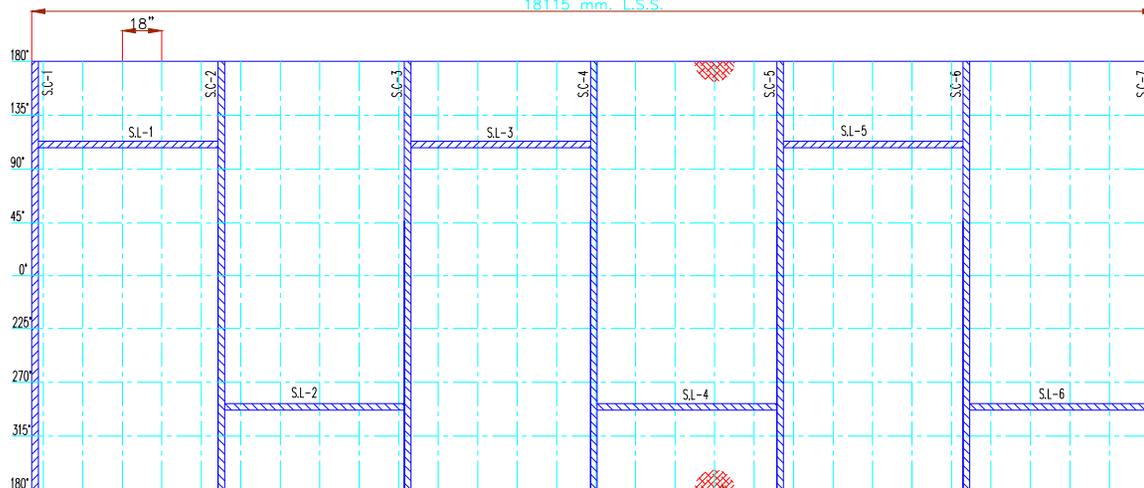


CROQUIS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO

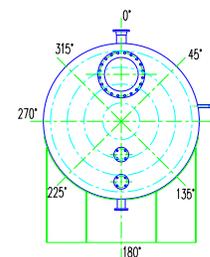
INSPECCIÓN POR UT
HAZ RECTO

INSPECCIÓN EN CUERPO

18115 mm. L.S.S.



INSPECCIÓN EN
TAPA DER. E IZO.



ZONA DE BARRIDO (HAZ RECTO)

PERDIDA DE METAL INTERNA DE 22.5%

NOMENCLATURA

S.C.= SOLDADURA CIRCUNFERENCIAL
S.L.= SOLDADURA LONGITUDINAL

PROYECTO: "Elaboración e Integración de la Documentación Técnica para obtener el permiso de funcionamiento de recipientes a presión"

REGION:	PARAISO, TABASCO	UBICACION:	TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS
NOMBRE DEL RECIPIENTE:	SEPARADOR No.1	ID-TAG:	FA-3101
No. EQUIPO:	1	INSTALACION:	AREA DE ESTABILIZADO
REPORTE:	3		



REPORTE DE INSPECCIÓN ULTRASONICA (HAZ ANGULAR)

GENERALIDADES

PROYECTO: ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE

CENTRO DE PROCESO: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS
LUGAR: PARAISO TABASCO

REGIÓN: MARINA SUROESTE

DATOS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO

EQUIPO: SEPARADOR No.1

No. DE EQUIPO: 1

INSTALACIÓN: ESTABILIZADO

ID- TAG: FA-3101

DATOS DEL EQUIPO UTILIZADO

EQUIPO: PANAMETRICS
TRANSDUCTOR: HAZ RECTO
SERIE: 245558
ANGULO: 70°
MODELO: EPOCH 3
MARCA: PANAMETRICS
DIÁMETRO: 0.312 in.
BLOCK DE CAL: ASME
SERIE: AEP-2300
MODELO: A104R
FRECUENCIA: 5.Mhz
ACOPLANTE: GEL

EVALUACIÓN

ID. ELEMENTO	ANGULO DE LA ZAPATA	ESPOSOR	No. DE PIERNA	CARA DE UNION	UBICACIÓN DE LA DISCONTINUIDAD			INTERPRETACIÓN				EVALUACIÓN		OBSERVACIONES			
					NIVEL DE REFERENCIA	% AMPLITUD	NIVEL DE INDICACION	LONGITUD	DISTANCIA ANGULAR	PROF. DESDE LA CARA	DESDE X CM	DISTANCIA DESDE Y CM	INDICACION LINEAL		INDICACION REDONDA	FALTA DE FUSION	GRIETA
SC-1	70°	0.624	-	A	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	N.P.I.R.
SC-2	70°	0.614	-	A	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	N.P.I.R.
SC-3	70°	0.614	-	A	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	N.P.I.R.
SC-4	70°	0.592	-	A	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	N.P.I.R.
SC-5	70°	0.592	-	A	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	N.P.I.R.
SC-6	70°	0.595	-	A	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	N.P.I.R.
SC-7	70°	0.624	-	A	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	N.P.I.R.
SL-1	70°	0.624	-	A	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	N.P.I.R.
SL-2	70°	0.614	-	A	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	N.P.I.R.
SL-3	70°	0.614	-	A	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	N.P.I.R.
SL-4	70°	0.592	-	A	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	N.P.I.R.
SL-5	70°	0.595	-	A	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	N.P.I.R.
SL-6	70°	0.624	-	A	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	N.P.I.R.

OBSERVACIONES: X (+,-) = Ubicación de la soldadura longitudinal o circunferencial mas cercana Y (+,-) = Ubicación de la indicación partiendo de la entrada de flujo (0°)

ID= IDENTIFICACIÓN

N.P.I.R.= NO PRESENTA INDICACIONES RELEVANTES

I.O. AMPARO ROMO ABRAJAN.

I.O. MA. DE LOS ANGELES PLATA ORTIZ.

M. ENI. PABLO EDUARDO VALERO T.

REALIZÓ

REVISÓ

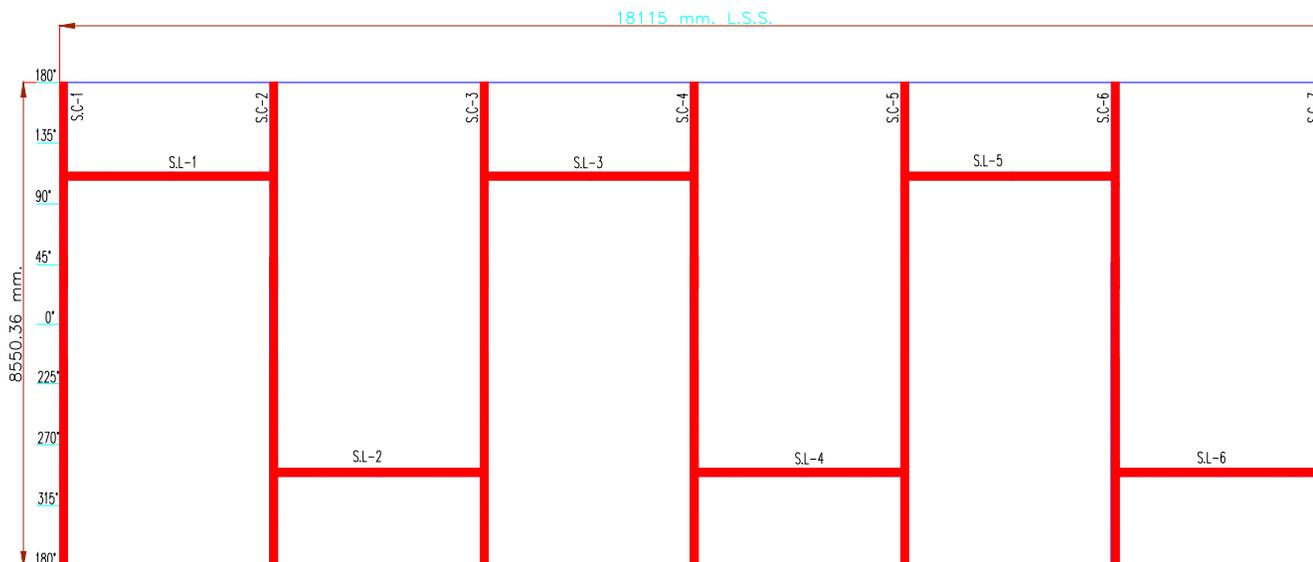
AUTORIZÓ



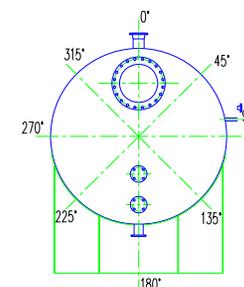
CROQUIS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO

INSPECCIÓN EN CUERPO

INSPECCIÓN POR UT
 HAZ ANGULAR



INSPECCIÓN EN
 TAPA DER. E IZQ.



(HAZ ANGULAR)

NOMENCLATURA

S.C.= SOLDADURA CIRCUNFERENCIAL
 S.L.= SOLDADURA LONGITUDINAL

PROYECTO:	" Elaboración e Integración de la Documentación Técnica para obtener el permiso de funcionamiento de recipientes a presión"		
NOMBRE DEL RECIPIENTE:	SEPARADOR No.1	REGION:	PARAISO, TABASCO
No. EQUIPO:	1	ID-TAG:	FA-3101
		REPORTE:	4
		UBICACION:	TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS
		INSTALACION:	AREA DE ESTABILIZADO

REPORTE DE DUREZA														
GENERALIDADES														
PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"														
CENTRO DE PROCESO: <u>TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS</u>														
LUGAR: <u>PARAISO TABASCO</u>	REGIÓN: <u>MARINA SUROESTE</u>													
DATOS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO														
EQUIPO: <u>SEPARADOR No.1</u>	ID - TAG: <u>FA-3101</u>	No. DE EQUIPO: <u>1</u>												
INSTALACIÓN: <u>ESTABILIZADO</u>														
DATOS DEL EQUIPO UTILIZADO														
EQUIPO: <u>MEDIDOR DE DUREZA</u>	MODELO: <u>EQUO TIP 2</u>	MARCA: <u>PROCEQ</u>												
		SERIE: <u>S/N</u>												
LECTURAS Y EVALUACIÓN														
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #003366; color: white;">IDENTIFICACIÓN</th> <th style="background-color: #003366; color: white;">HB</th> <th style="background-color: #003366; color: white;">ESPECIFICACIÓN VIABLE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">TAPA ELIPSOIDAL IZQUIERDA</td> <td style="text-align: center;">164</td> <td style="text-align: center;">SA-516-70</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">CUERPO</td> <td style="text-align: center;">150</td> <td style="text-align: center;">SA-516-70</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">TAPA ELIPSOIDAL DERECHA</td> <td style="text-align: center;">150</td> <td style="text-align: center;">SA-516-70</td> </tr> </tbody> </table>			IDENTIFICACIÓN	HB	ESPECIFICACIÓN VIABLE	TAPA ELIPSOIDAL IZQUIERDA	164	SA-516-70	CUERPO	150	SA-516-70	TAPA ELIPSOIDAL DERECHA	150	SA-516-70
IDENTIFICACIÓN	HB	ESPECIFICACIÓN VIABLE												
TAPA ELIPSOIDAL IZQUIERDA	164	SA-516-70												
CUERPO	150	SA-516-70												
TAPA ELIPSOIDAL DERECHA	150	SA-516-70												
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%; border: none;"> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> I.Q. AMPARO ROMO ABRAJAN. </td> <td style="width: 33%; border: none;"> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> I.Q. MA. DE LOS ANGELES PLATA ORTIZ. </td> <td style="width: 33%; border: none;"> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T. </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border: none;">REALIZÓ</td> <td style="text-align: center; border: none;">REVISÓ</td> <td style="text-align: center; border: none;">AUTORIZÓ</td> </tr> </table>			<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> I.Q. AMPARO ROMO ABRAJAN.	<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> I.Q. MA. DE LOS ANGELES PLATA ORTIZ.	<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T.	REALIZÓ	REVISÓ	AUTORIZÓ						
<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> I.Q. AMPARO ROMO ABRAJAN.	<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> I.Q. MA. DE LOS ANGELES PLATA ORTIZ.	<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T.												
REALIZÓ	REVISÓ	AUTORIZÓ												



REPORTE DE ANÁLISIS METALGRÁFICO															
GENERALIDADES															
PROYECTO:	SECCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE F														
CENTRO DE PROCESO:	TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS														
LUGAR:	PARAISO TABASCO														
REGIÓN:	MARINA SUROESTE														
DATOS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO															
EQUIPO: SEPARADOR No.1	ID - TAG: FA-3101														
INSTALACIÓN: ESTABILIZADO	No. DE EQUIPO: 1														
INFORMACIÓN DEL MÉTODO DE PRUEBA															
APLICADO EN:	CUERPO, TAPA SUPERIOR Y TAPA INFERIOR.														
CÓDIGOS/ESPECIFICACIONES:	ASTM E-110; ASTM E-112														
ANÁLISIS METALGRÁFICO															
MICROGRAFÍA	<table border="1"> <tr> <td>FOTO No.:</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>SECCIÓN:</td> <td>TAPA IZQUIERDA</td> </tr> <tr> <td>REACTIVO DE ATAQUE: NITAL 3%</td> <td>TAMAÑO DE GRANO</td> </tr> <tr> <td>AUMENTOS: 100X</td> <td>8-10 ASTM</td> </tr> <tr> <td colspan="2">DESCRIPCIÓN:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">EL ELEMENTO PRESENTA UNA MICROESTRUCTURA POLIFORMICA CONSTITUIDA POR UNA DISTRIBUCIÓN DE FASE FERRITA (ZONA CLARA) Y DE FASE PERLITA (ZONA OSCURA)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">SANIDAD: ACEPTABLE (x) NO ACEPTABLE ()</td> </tr> </table>	FOTO No.:	1	SECCIÓN:	TAPA IZQUIERDA	REACTIVO DE ATAQUE: NITAL 3%	TAMAÑO DE GRANO	AUMENTOS: 100X	8-10 ASTM	DESCRIPCIÓN:		EL ELEMENTO PRESENTA UNA MICROESTRUCTURA POLIFORMICA CONSTITUIDA POR UNA DISTRIBUCIÓN DE FASE FERRITA (ZONA CLARA) Y DE FASE PERLITA (ZONA OSCURA)		SANIDAD: ACEPTABLE (x) NO ACEPTABLE ()	
FOTO No.:	1														
SECCIÓN:	TAPA IZQUIERDA														
REACTIVO DE ATAQUE: NITAL 3%	TAMAÑO DE GRANO														
AUMENTOS: 100X	8-10 ASTM														
DESCRIPCIÓN:															
EL ELEMENTO PRESENTA UNA MICROESTRUCTURA POLIFORMICA CONSTITUIDA POR UNA DISTRIBUCIÓN DE FASE FERRITA (ZONA CLARA) Y DE FASE PERLITA (ZONA OSCURA)															
SANIDAD: ACEPTABLE (x) NO ACEPTABLE ()															
MICROGRAFÍA	<table border="1"> <tr> <td>FOTO No.:</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>SECCIÓN:</td> <td>CUERPO</td> </tr> <tr> <td>REACTIVO DE ATAQUE: NITAL 3%</td> <td>TAMAÑO DE GRANO</td> </tr> <tr> <td>AUMENTOS: 100X</td> <td>8-10 ASTM</td> </tr> <tr> <td colspan="2">DESCRIPCIÓN:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">EL ELEMENTO PRESENTA UNA MICROESTRUCTURA EQUIAXIAL CONSTITUIDA POR UNA DISTRIBUCIÓN DE FASE FERRITA (ZONA CLARA) Y DE FASE PERLITA (ZONA OSCURA)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">SANIDAD: ACEPTABLE (x) NO ACEPTABLE ()</td> </tr> </table>	FOTO No.:	2	SECCIÓN:	CUERPO	REACTIVO DE ATAQUE: NITAL 3%	TAMAÑO DE GRANO	AUMENTOS: 100X	8-10 ASTM	DESCRIPCIÓN:		EL ELEMENTO PRESENTA UNA MICROESTRUCTURA EQUIAXIAL CONSTITUIDA POR UNA DISTRIBUCIÓN DE FASE FERRITA (ZONA CLARA) Y DE FASE PERLITA (ZONA OSCURA)		SANIDAD: ACEPTABLE (x) NO ACEPTABLE ()	
FOTO No.:	2														
SECCIÓN:	CUERPO														
REACTIVO DE ATAQUE: NITAL 3%	TAMAÑO DE GRANO														
AUMENTOS: 100X	8-10 ASTM														
DESCRIPCIÓN:															
EL ELEMENTO PRESENTA UNA MICROESTRUCTURA EQUIAXIAL CONSTITUIDA POR UNA DISTRIBUCIÓN DE FASE FERRITA (ZONA CLARA) Y DE FASE PERLITA (ZONA OSCURA)															
SANIDAD: ACEPTABLE (x) NO ACEPTABLE ()															
MICROGRAFÍA	<table border="1"> <tr> <td>FOTO No.:</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>SECCIÓN:</td> <td>TAPA DERECHA</td> </tr> <tr> <td>REACTIVO DE ATAQUE: NITAL 3%</td> <td>TAMAÑO DE GRANO</td> </tr> <tr> <td>AUMENTOS: 100X</td> <td>8-10 ASTM</td> </tr> <tr> <td colspan="2">DESCRIPCIÓN:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">EL ELEMENTO PRESENTA UNA MICROESTRUCTURA POLIFORMICA CONSTITUIDA POR UNA DISTRIBUCIÓN DE FASE FERRITA (ZONA CLARA) Y DE FASE PERLITA (ZONA OSCURA)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">SANIDAD: ACEPTABLE (x) NO ACEPTABLE ()</td> </tr> </table>	FOTO No.:	3	SECCIÓN:	TAPA DERECHA	REACTIVO DE ATAQUE: NITAL 3%	TAMAÑO DE GRANO	AUMENTOS: 100X	8-10 ASTM	DESCRIPCIÓN:		EL ELEMENTO PRESENTA UNA MICROESTRUCTURA POLIFORMICA CONSTITUIDA POR UNA DISTRIBUCIÓN DE FASE FERRITA (ZONA CLARA) Y DE FASE PERLITA (ZONA OSCURA)		SANIDAD: ACEPTABLE (x) NO ACEPTABLE ()	
FOTO No.:	3														
SECCIÓN:	TAPA DERECHA														
REACTIVO DE ATAQUE: NITAL 3%	TAMAÑO DE GRANO														
AUMENTOS: 100X	8-10 ASTM														
DESCRIPCIÓN:															
EL ELEMENTO PRESENTA UNA MICROESTRUCTURA POLIFORMICA CONSTITUIDA POR UNA DISTRIBUCIÓN DE FASE FERRITA (ZONA CLARA) Y DE FASE PERLITA (ZONA OSCURA)															
SANIDAD: ACEPTABLE (x) NO ACEPTABLE ()															
OBSERVACIONES:	NO HAY PRESENCIA DE GRIETAS, AUSENCIA DE GRANO, O ALGÚN MECANISMO DE CORROSIÓN SELECTIVA CON ALTERACIÓN MICROESTRUCTURAL.														
I.Q. AMPARO ROMO ABRAJAN.	I.Q. MA. DE LOS ANGELES PLATA ORTIZ.														
M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T.															
REALIZÓ	REVISÓ														
	AUTORIZÓ														

REPORTE FOTOGRÁFICO

GENERALIDADES

PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL
 PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"
 CENTRO DE PROCESO: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS REGIÓN: MARINA SUROESTE
 LUGAR: PARAISO TABASCO

DATOS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO

EQUIPO: SEPARADOR No.1 ID - TAG: FA-3101 No. DE EQUIPO: 1
 INSTALACIÓN: ESTABILIZADO



ASPECTO GENERAL DEL EQUIPO



INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES



MEDICIÓN DE ESPESORES

REPORTE FOTOGRÁFICO

GENERALIDADES

PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL
 PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"
 CENTRO DE PROCESO: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS REGIÓN: MARINA SUROESTE
 LUGAR: PARAISO TABASCO

DATOS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO

EQUIPO: SEPARADOR No.1 ID - TAG: FA-3101 No. DE EQUIPO: 1
 INSTALACIÓN: ESTABILIZADO



MEDICIÓN DE DUREZA



INSPECCIÓN ULTRASÓNICA



REPLICA METALOGRAFICA

SERVICIO: SEPARADOR No.1

TAG: FA-3101



VISTA GENERAL DEL EQUIPO
NO PRESENTA ABOLLADURAS, DEFORMACIONES, SOCAVADOS
NI MARCAS MECÁNICAS.
EL EQUIPO SE ENCUENTRA EN BUEN ESTADO PARA OPERAR DE ACUERDO AL CÓDIGO ASME
SECCION VIII DIV. I Y API-510

SERVICIO: SEPARADOR No.1

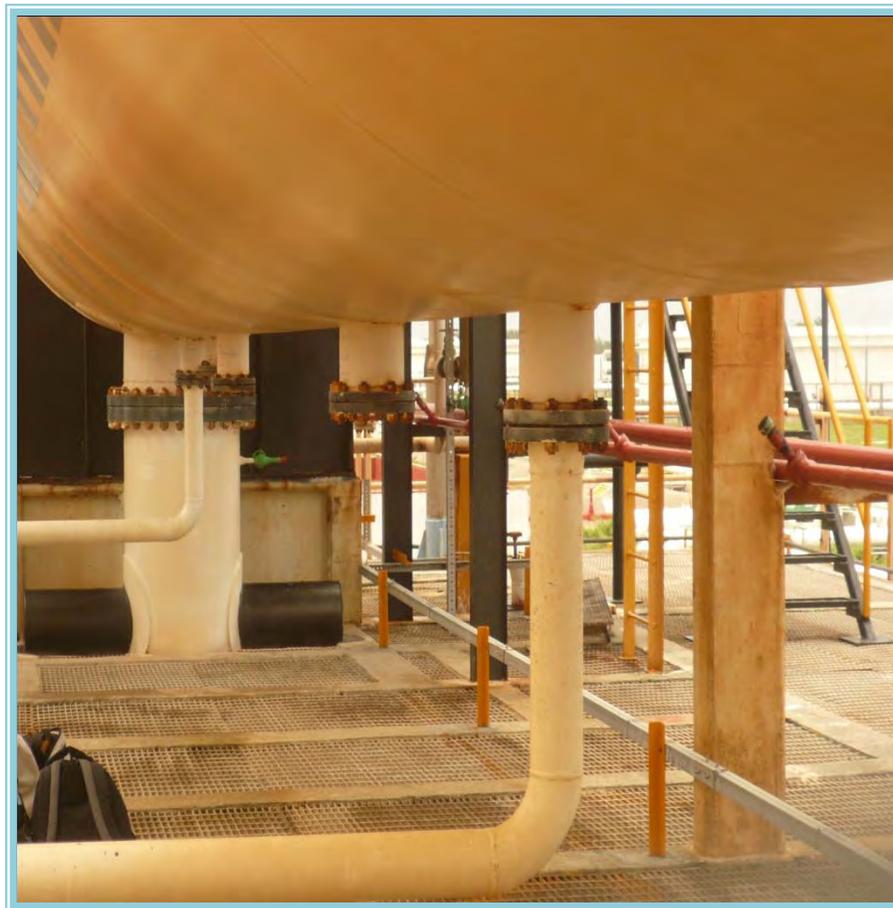
TAG: FA-3101



VISTA DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD (PSV) DEL RECIPIENTE

SERVICIO: SEPARADOR No.1

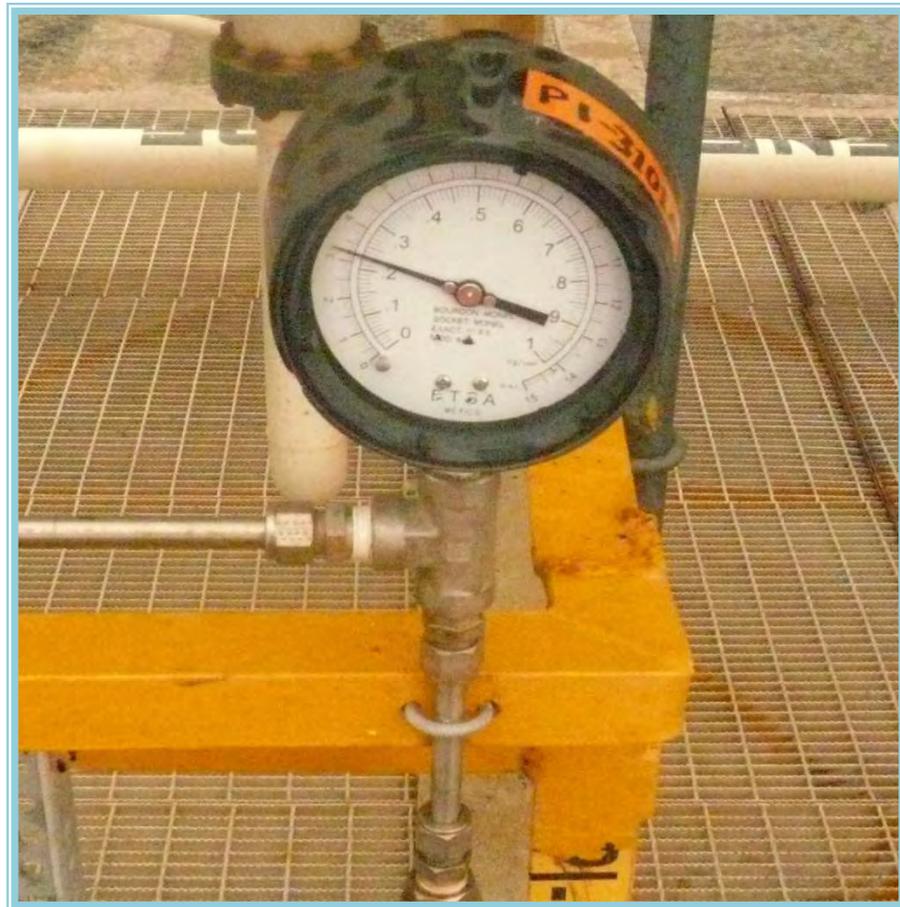
TAG: FA-3101



VISTA GENERAL DE LAS BOQUILLAS.

SERVICIO: SEPARADOR No.1

TAG: FA-3101



VISTA DE LA INSTRUMENTACIÓN DEL EQUIPO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



SEPARADOR DE LÍQUIDOS VL-MC-6

PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"

5.2 SEPARADOR DE LÍQUIDOS VL-MC-6

ÍNDICE

- **SOLICITUD DE STPS.**
- **DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO.**
- **PLANO DE LOCALIZACIÓN DEL EQUIPO (PLG).**
- **INGENIERÍA DE PROCESO.**
 - *DIAGRAMA DE TUBERÍAS (DTI).*
 - *HOJA DE DATOS.*
 - *VÁLVULA DE SEGURIDAD (MEMORIA).*
 - *MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE DE ACUERDO A LA NOM-020-STPS-2002.*
 - *MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA EL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO.*
- **INGENIERÍA DE RECIPIENTES**
 - *PLANO DE ARREGLO GENERAL.*
 - *MEMORIA DE CÁLCULO.*
- **PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS**
 - *REPORTE DE INSPECCIÓN VISUAL.*
 - *REPORTE DE INSPECCIÓN DE LÍQUIDOS PENETRANTES.*
 - *REPORTE DE INSPECCIÓN ULTRASÓNICA (MEDICIÓN DE ESPESORES).*
 - *REPORTE DE INSPECCIÓN ULTRASÓNICA (HAZ RECTO).*
 - *REPORTE DE INSPECCIÓN ULTRASÓNICA (HAZ ANGULAR).*
 - *REPORTE DE MEDICIÓN DE DUREZA.*
 - *REPORTE DE REPLICA METALOGRAFÍA.*
 - *ALBÚM FOTOGRÁFICO.*

HOJA DE INFORMACIÓN GENERAL DEL RECIPIENTE



REGIÓN: MARINA SUROESTE
 CENTRO DE PROCESO: TERMINAL MARÍTIMA DOS BOCAS
 LUGAR: RANCHERÍA EL LIMÓN PARAÍSO, TAB.
 INSTALACIÓN: COMPRESORES

SERVICIO: SEPARADOR DE LÍQUIDOS
 TAG: VL-MC-6

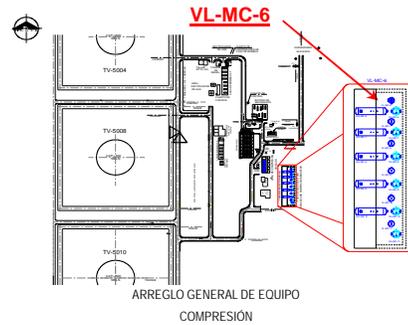
TIPO DE RECIPIENTE: VERTICAL
 USO: EQUIPO DE PROCESO
 FLUIDO QUE MANEJA: GAS
 CAPACIDAD DEL RECIPIENTE: 1.361 m³
 CÓDIGO DE DISEÑO: ASME SECC. VIII DIV. 1
 AÑO DE FABRICACIÓN: 1988
 TAPAS: SEMIELÍPTICAS
 FABRICANTE: ---

PRESIÓN DE OPERACIÓN:	4.57	kg/cm ²
TEMPERATURA DE OPERACIÓN:	65	° C
PRESIÓN INTERIOR DE DISEÑO:	11.0	kg/cm ²
TEMPERATURA INTERIOR DE DISEÑO:	76.6	° C
LONG. LADO RECTO DEL RECIPIENTE:	2730	mm
DIAMETRO INTERIOR DEL RECIPIENTE:	762	mm
RADIO INTERIOR DEL RECIPIENTE:	381	mm
EFICIENCIA EN LA ENVOLVENTE:	100	%
EFICIENCIA EN LAS TAPAS:	100	%
MATERIAL DE ENVOLVENTE:	SA-516-70	
MATERIAL DE TAPAS:	SA-516-70	
ESF PERM. DEL MATERIAL ENVOL:	1230.4	kg/cm ²
ESF PERM. DEL MATL. TAPA SUPERIOR:	1230.4	kg/cm ²
ESF PERM. DEL MATL. TAPA INFERIOR:	1230.4	kg/cm ²
ESPESOR MEDIDO EN LA ENVOLVENTE:	0.348	plg
ESPESOR MEDIDO EN LA TAPA SUP.:	0.471	plg
ESPESOR MEDIDO EN LA TAPA INFERIOR:	0.520	plg

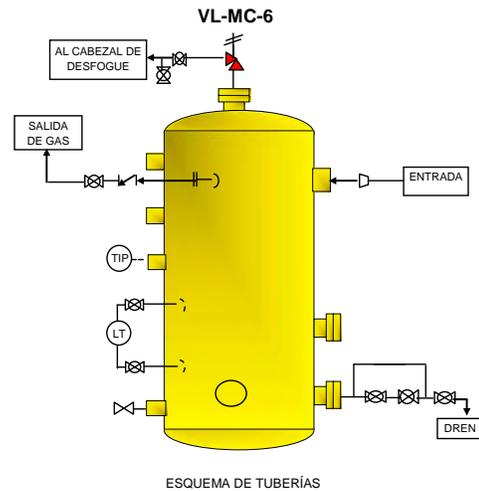
VALVULA DE SEGURIDAD (MEMORIA)

SERVICIO:	SEPARADOR DE LIQUIDOS	TAG:	VL-MC-6	INSTALACION:	COMPRESIÓN
CENTRO DE PROCESO:	TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS	LUGAR:	PARAISO, TABASCO	REGIÓN:	MARINA SUROESTE
PROYECTO :	"ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"			HOJA	1 DE 1

INFORMACIÓN DE CAMPO	
INCLUYE VÁLVULA DE SEGURIDAD:	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
CANTIDAD:	1 (UNA)
CLAVE:	PSV-001
MARCA:	WALWORTH
TIPO:	2
	(1) PILOTO (2) BALANCEADA
CAUSA DE RELEVO:	---
FLUIDO:	GAS AMARGO
EDO. FÍSICO:	GAS
FLUIDO A RELEVAR:	GAS AMARGO
DIÁM. ENTRADA / LIBRAJE:	2" 150 Lb
DIÁM. SALIDA / LIBRAJE:	3" 150 Lb
PRESIÓN DE AJUSTE:	65 PSIG
ÁREA:	---



DATOS DEL RECIPIENTE	
POSICIÓN:	VERTICAL
DIÁMETRO INTERIOR:	0.7620 m
LONGITUD:	2.620 m
PRES. DE OP.	65.00 PSIG
TEMP. DE OP.	140.00 °F
PRESIÓN DE DISEÑO:	156.45 PSIG
TEMPERATURA DE DISEÑO:	169.88 °F



DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD	
W Masa a relevar:	7.085 Lb/Hr
M PM. del fluido:	25.00 Lb/Lbmol
z Factor de compresibilidad:	0.98
μ Viscosidad del fluido:	0.01 cp
k Relación de (Cp/Cv):	1.24
Kd Coeficiente de descarga (API 520 pág. 42):	0.975 CTE.
Kc Factor de corrección por combinación:	1.00 CTE.
Kb Factor de corrección por contrapresión:	0.99
Porcentaje de contrapresión:	10 %

RESULTADOS (DISEÑO DE ACUERDO AL API-RP-520 ÚLTIMA ED.)

C CONSTANTE DE LA BOQUILLA:	341	ÁREA DEL ORIFICIO CALCULADA:	1.274 PULG ²	821.94 mm ²
Ps PRESIÓN DE AJUSTE:	65 PSIG	4.6 Kg/cm ²	J	
P₁ PRESIÓN DE RELEVO:	71.50 PSIG	5.03 Kg/cm ²	1.287 PULG ²	830.32 mm ²
T_R TEMPERATURA DE RELEVO:	204.88 °F	96.04 °C		

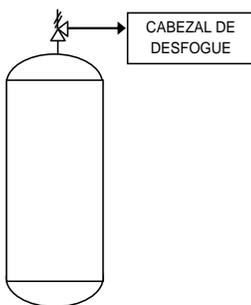
ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
I.Q. AMPARO ROMO ABRAJAN	IQ.MA. ANGELES PLATA ORTIZ	M.EN I. PABLO E. VALERO TEJEDA



SERVICIO:	SEPARADOR DE LIQUIDOS	TAG:	VL-MC-6	ELAB.:	ING. AMPARO ROMO ABRAJAN.
CENTRO DE PROCESO:	TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS	LUGAR:	PARAISO, TABASCO	REV.:	ING. MA. DE LOS ANGELES PLATA ORTIZ.
PROYECTO:	"ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"			APR.:	M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T
				HOJA	1 DE 1

DATOS DE ENTRADA PARA EL CÁLCULO DEL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD

DATOS DE IDENTIFICACIÓN	
No. DE CLAVE DE PSV	PSV-001
EQUIPO QUE PROTEGE	VL-MC-6
No. DE DTI	PEP-TMDB-DTI-VL-MC-6-27
CAUSA DE RELEVO	DESCARGA BLOQUEADA
TIPO DE VÁLVULA	BALANCEADA



DATOS DE PROCESO

FLUIDO	GAS AMARGO	
ESTADO FÍSICO	GAS	
MASA A RELEVAR	7,085	3,214 Kg/Hr
PRESIÓN DE OPERACIÓN	65.00 PSIG	79.70 PSIA
PESO MOLECULAR (M)	25.00	Lb/Lbmol
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD (z)	0.98	
VISCOSIDAD DEL FLUIDO	0.01	cp
RELACIÓN DE CALORES ESPECÍFICOS k (Cp/Cv)	1.24	

DATOS DEL RECIPIENTE

POSICIÓN DEL RECIPIENTE	VERTICAL	
DIÁMETRO DEL RECIPIENTE	0.762	2.500 ft
LONGITUD DEL RECIPIENTE	2.620	8.596 ft

FACTORES DE DISEÑO DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD

COEFICIENTE DE DESCARGA (Kd)	0.975	DE API RP 520, PÁG. 42 ÚLTIMA EDICIÓN
FACTOR DE CORRECCIÓN POR COMBINACIÓN (Kc)	1.00	DE API RP 520, PÁG. 42 ÚLTIMA EDICIÓN
FACTOR POR CONTRAPRESIÓN (Kb)	0.99	DE API RP 520, PÁG. 42 ÚLTIMA EDICIÓN

CON % DE CONTRAPRESIÓN= 50



SERVICIO:	SEPARADOR DE LIQUIDOS	TAG:	VL-MC-6	ELAB.:	ING. AMPARO ROMO ABRAJAN.
CENTRO DE PROCESO:	TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS	LUGAR:	PARAISO, TABASCO	REV.:	ING. MA. DE LOS ANGELES PLATA ORTIZ.
PROYECTO:	*ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN*			APR.:	M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T
				HOJA	1 DE 1

DATOS DE IDENTIFICACIÓN		ESQUEMA DE VÁLVULA DE SEGURIDAD	
No. DE CLAVE DE PSV	PSV-001		
No. DE DTI	PEP-TMDB-DTI-VL-MC-6-27		
EQUIPO QUE PROTEGE	VL-MC-6		
FASE	GAS		
CAUSA DE RELEVO	DESCARGA BLOQUEADA		
TIPO DE VÁLVULA	BALANCEADA		
FLUIDO A RELEVAR	GAS AMARGO		
CONDICIONES DE RELEVO			
PRESIÓN DE AJUSTE (P _s)	65 PSIG	79.70 PSIA	
PRESIÓN DE RELEVO (P _r)	71.50 PSIG	86.20 PSIA	
CONTRAPRESIÓN CONSTANTE	6.50 PSIG	21.20 PSIA	
SOBREPRESIÓN PERMISIBLE	21.00 %	21.00 %	
TEMPERATURA DE RELEVO (T _R)	204.88 °F	664.88 °R	
CONSTANTE DE LA BOQUILLA (C)	341		
DIMENSIONES DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD		MATERIALES	
MASA A RELEVAR	7,085 Lb/Hr	CUERPO (2)	ACERO AL CARBÓNO
ÁREA DEL ORIFICIO CALCULADA	1.274 PULG ²	BRIDAJE ENTRADA	CLASE 150#
ORIFICIO SELECCIONADO	J	SALIDA	CLASE 150#
ÁREA DEL ORIFICIO SELECCIONADA	1.287 PULG ²		
TAMAÑO DE LA VÁLVULA INSTALADA		NOTAS	
VÁLVULA INSTALADA	2" J 3"	(1) EL TAMAÑO DEBERÁ SELECCIONARSE DEL CÓDIGO API-STD-526 ÚLTIMA EDICIÓN. (2) EL MATERIAL DEBERÁ SELECCIONARSE DEL CÓDIGO API-STD-526 ÚLTIMA EDICIÓN, DE ACUERDO AL TAMAÑO Y ÁREA SELECCIONADA.	

SERVICIO:	SEPARADOR DE LIQUIDOS	TAG:	VL-MC-6	ELAB.:	ING. AMPARO ROMO ABRAJAN.
CENTRO DE PROCESO:	TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS	LUGAR:	PARAISO, TABASCO	REV.:	ING. MA. DE LOS ANGELES PLATA ORTIZ.
PROYECTO :	"ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"			APR.:	M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T
				HOJA	1 DE 2

MEMORIA DE CÁLCULO DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD

No. DE CLAVE PSV: PSV-001
No. DE DTI PEP-TMDB-DTI-VL-MC-6-27
CAUSA DE RELEVO: DESCARGA BLOQUEADA

DATOS:

MASA A RELEVAR=	7,085	Lb/Hr	(BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA)
M=	25.00		C = 341
P _{DISEÑO} =	156.45 PSIG	171.15 PSIA	K _d : 0.975 (DE API RP 520, PÁG. 42, ÚLTIMA ED.)
T _{DISEÑO} =	169.88 °F	629.88 °R	K _c : 1.00 (DE API RP 520, PÁG. 42, ÚLTIMA ED.)
z =	0.98		K _b : 0.99 (DE API RP 520, PÁG. 42, ÚLTIMA ED.)
K (C _p /C _v)=	1.24		

1.- PRESIÓN DE AJUSTE (P_s) (DE API RP-520, ÚLTIMA ED.)

P_s = 65 PSIG 79.70 PSIA

2.- CÁLCULO DE LA PRESIÓN DE RELEVO (P₁) (DE API RP-520, ÚLTIMA ED.)

P₁ = P_s * 1.10
P₁ = 65 * 1.10
P₁ = 71.50 PSIG 86.20 PSIA

3.- CÁLCULO DE LA TEMPERATURA DE RELEVO (T_R)

T_R = T_{DISEÑO} + 35 °F
T_R = 169.88 + 35 °F
T_R = 204.88 °F 664.88 °R



SERVICIO:	SEPARADOR DE LIQUIDOS	TAG:	VL-MC-6	ELAB.:	Ene-00
CENTRO DE PROCESO:	TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS	LUGAR:	PARAISO, TABASCO	REV.:	0
PROYECTO :	"ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"			APR.:	0
				HOJA	2 DE 2

4.- CÁLCULO DEL PORCIENTO DE CONTRAPRESIÓN

(DE API RP-520, ÚLTIMA ED.)

$$\begin{aligned} \text{CONTRAPRESIÓN} &= P_s * 0.50 \\ \text{CONTRAPRESIÓN} &= 65 * 0.50 \\ \text{CONTRAPRESIÓN} &= 32.50 \text{ PSIG} \end{aligned}$$

$$\% \text{ CONTRAPRESIÓN} = \frac{\text{CONTRAPRESIÓN, PSIG}}{\text{PRESIÓN DE AJUSTE, PSIG}} * 100$$

$$\% \text{ CONTRAPRESIÓN} = \frac{32.50}{65} * 100$$

$$\% \text{ CONTRAPRESIÓN} = 50$$

6.- CÁLCULO DEL ÁREA REQUERIDA (a)

(DE API RP-520, ÚLTIMA ED.)

$$A = \frac{W}{K_d * C * P_1 * K_b * K_c} \left[\frac{T_R Z}{M} \right]^{0.5}$$

POR LO TANTO EL ÁREA REQUERIDA ES:

$$A = \frac{7,085}{0.975 * 341 * 86.20 * 0.99 * 1.00} * \left[\frac{664.88 * 0.98}{25.00} \right]^{0.5}$$

$$A = 1.274 \text{ PULG}^2$$



SERVICIO:	SEPARADOR DE LIQUIDOS	TAG:	VL-MC-6	ELAB.:	ING. AMPARO ROMO ABRAJAN.
CENTRO DE PROCESO:	TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS	LUGAR:	PARAISO, TABASCO	REV.:	ING. MA. DE LOS ANGELES PLATA ORTIZ.
PROYECTO :	"ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"			APR.:	M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T
				HOJA	1 DE 1

SEPARADOR DE LIQUIDOS

VL-MC-6

EL EVENTO MÁS CRÍTICO POR CAUSA DE RELEVO DE PRESIÓN ES EL DE DESCARGA BLOQUEADA; CON UNA MASA CRÍTICA A RELEVAR DE 7,085 Lb/Hr. DE ACUERDO AL API RP STD 526, LA VÁLVULA INSTALADA EN EL RECIPIENTE ES DE 2" J 3" (CLASE 150/150); ESTA VÁLVULA SE AVALA DEBIDO A QUE EL ÁREA DEL ORIFICIO CALCULADA POR API RP-520 (1,274 in²), ES MENOR AL AREA QUE TIENE LA VÁLVULA INSTALADA (1,287 in²), POR LO TANTO LA VÁLVULA EXISTENTE CUBRE LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD PARA ESTE SISTEMA.

RECOMENDACIONES:

SE RECOMIENDA CONTINUAR CON EL MANTENIMIENTO DE DICHA VÁLVULA PARA SU BUEN FUNCIONAMIENTO.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



**MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE
DE ACUERDO A LA
NORMA NOM-020-STPS-2002
PARA**

SEPARADOR DE LÍQUIDOS

VL-MC-6

INDICE

MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA LA OPERACIÓN DEL EQUIPO.

- Objetivo.
- Definiciones de la **NOM-020-STPS-2002**.
- Obligaciones.
- Generalidades.
- Equipo de protección.
- Operación del equipo.
- Medidas de seguridad durante la atención de emergencia en caso de incendio.
- Medidas de seguridad durante la atención de emergencia en caso de sobrepresión.
- Medidas de seguridad durante la atención de emergencia en caso de derrames.
- Medidas de seguridad para el uso de instrumentos de medición del equipo.
- Transitorios relevantes del equipo.

MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA EL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

- Objetivo.
- Mantenimiento del equipo.
- Tipo de fallas detectadas.
- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.

MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA LA REVISIÓN DEL EQUIPO

- Objetivo.
- Revisión del equipo.
- Requisitos de seguridad en el acceso al equipo.
- Frecuencia de las revisiones al equipo.

MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS PARTES MÓVILES.

- Datos generales de las partes móviles.

MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO FEDERAL DE SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO.

MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA LA OPERACIÓN DEL EQUIPO

OBJETIVO

Establecer de manera enunciativa, más no limitativa, los requisitos mínimos de seguridad e higiene para la operación del equipo, TAG: VL-MC-6 de acuerdo a los requerimientos que establece la norma oficial mexicana NOM-020-STPS-2002 y poder evitar la creación de riesgo o peligro a la vida, integridad física o salud de los trabajadores en los centros de trabajo y un cambio adverso y sustancial sobre el medio ambiente del centro de trabajo, que afecte o pueda afectar la seguridad o higiene del mismo o de las personas que ahí laboran.

Este documento no sustituye a ningún documento o manual actual del equipo sino que constituye un complemento.

DEFINICIONES DE LA NOM-020-STPS-2002

1. Alteración: es el cambio físico a un equipo o el incremento de temperatura o presión de trabajo máxima permisible, con implicaciones que afecten su capacidad para soportar presiones más altas de las establecidas en su diseño. El reemplazo de componentes por otros de las mismas características y el reforzamiento de boquillas no deben considerarse una alteración.
2. Autoridad del trabajo; autoridad laboral: las unidades administrativas componentes de la secretaria del trabajo y previsión social, que realicen funciones de inspección en materia de seguridad e higiene en el trabajo y las correspondientes de las entidades federativas y del distrito federal, que actúen en auxilio de aquellas.
3. Autorización de funcionamiento: es la autorización que otorga el inspector en el acta correspondiente, como resultado satisfactorio de la visita de inspección inicial o la que se derive de esta (incluyendo la demostración de la seguridad del equipo) o autorización que otorga la delegación por el reconocimiento del dictamen emitido por una unidad de verificación.
4. Dispositivo de seguridad es cualquier válvula de seguridad, válvula de alivio de presión, disco de ruptura o cualquier otro elemento diseñado para desahogar una presión, que exceda el valor de calibración o de desfogue establecido para la operación segura del equipo.
5. Presión máxima de trabajo permitida: es la más alta presión que, según su diseño o con los espesores actuales, puede resistir un equipo sin deformarse permanentemente, ni presentar fugas.

6. Registro: es una evidencia objetiva de la realización de actividades de operación, revisión y mantenimiento del equipo, en medios magnéticos, libros, bitácoras u otras.
7. Revisión: son las actividades realizadas por personal con conocimientos en la materia, para determinar que el equipo puede continuar funcionando en condiciones seguras.
8. Riesgo inminente: es la condición de funcionamiento de un equipo fuera de sus parámetros normales de operación, que pone en peligro su integridad física, la de los trabajadores y/o las instalaciones del centro de trabajo.

OBLIGACIONES

- Elaborar y establecer por escrito un manual de seguridad e higiene para la operación y mantenimiento de los equipos, sus accesorios y dispositivos, conforme al artículo 130 párrafo tercero del reglamento federal de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo.
- Contar con los procedimientos impresos en idioma español, que incluyan al menos las medidas de seguridad y los datos e información documental, ya sea por equipo o de aplicación común siguientes: operación, mantenimiento y revisión.
- Mostrar a la autoridad del trabajo, cuando esta se lo solicite, los documentos que la NOM-O20-STPS-2002 le obligue a elaborar o poseer, incluyendo la autorización de funcionamiento de aquellos equipos que la requieran.

GENERALIDADES

Esta información queda en poder del representante que designe el cliente. Que realiza actividades relacionadas con la conservación de la seguridad e higiene del área de trabajo y será distribuida una copia simple a todo el personal involucrado en las actividades de operación, mantenimiento y revisión de los recipientes sujetos a presión.

Todas las actividades que se hacen referencia en este procedimiento serán registradas en el registro, que para tal efecto marca el punto 7.2.4. De la **NOM-020-STPS-2002**.

El presente documento es aplicable de manera extensiva más no limitativa a las actividades relacionadas con la conservación de la seguridad e higiene para la operación, mantenimiento y revisión de los equipos. Es obligación de el cliente capacitar y adiestrar al menos una vez al año al personal encargado de la operación, mantenimiento y revisión segura de los equipos, con base a las consideraciones descritas en el presente documento.

EQUIPO DE PROTECCIÓN

Antes de iniciar cualquier actividad relacionada con la operación y mantenimiento del equipo, el personal encargado de ejecutarlas, utilizará su equipo de protección personal, el cual se detalla en el cuadro de la Figura 1.

ZONA DEL CUERPO PROTEGIDO	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL
CABEZA	CASCO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL
OJOS	GAFAS DE SEGURIDAD, CARETA FACIAL, ETC.
SISTEMA RESPIRATORIO	RESPIRADORES, PURIFICADORES
CUERPO	ROPA DE TRABAJO, MANDIL O DELANTAL, ETC.
MANOS	GUANTES DE PIEL O CARNAZA
PIES	BOTAS O ZAPATOS DE SEGURIDAD

(Figura 1.)

NOTA: Consultar la Norma Oficial Mexicana **NOM-020-STPS-2002**

OPERACIÓN DEL EQUIPO

MEDIDAS DE SEGURIDAD DURANTE EL ARRANQUE

El encargado del equipo tomara las siguientes medidas de seguridad durante el arranque de la unidad:

- Abrir la válvula de purga del equipo a fin de eliminar el fluido contenido en el recipiente.
- Abrir totalmente la válvula de paso de la línea de alimentación del fluido para el llenado del equipo, hasta alcanzar la presión de operación del recipiente.
- Verificar la válvula de salida del fluido del recipiente para que opere normalmente.
- Verificar el disparo manual de la válvula de seguridad, a fin de comprobar el funcionamiento de los componentes internos y externos del dispositivo.
- Inspeccionar visualmente el equipo, así como las conexiones mecánicas de este y los accesorios, a fin de detectar posibles fugas.
- Si durante el arranque del equipo, el operador detecta condiciones inseguras que pongan en riesgo la salud del personal, reportar esta anomalía a mantenimiento para reparar el daño hasta alcanzar el estado óptimo de operación del equipo.

MEDIDAS DE SEGURIDAD DURANTE LA OPERACIÓN DEL EQUIPO

DURANTE LA OPERACIÓN NORMAL DEL EQUIPO, EL ENCARGADO DE LA UNIDAD TOMARA LAS SIGUIENTES MEDIDAS DE SEGURIDAD:

- Inspeccionar visualmente al equipo, así como las conexiones mecánicas de este y los accesorios, a fin de detectar posibles fugas.
- Tomar la lectura de la presión de operación indicada en el manómetro localizado en el equipo. Esta actividad se realizara tres veces por turno y se registrarán en la bitácora del equipo.
- Es importante que la lectura de los manómetros sea igual al valor que indica el plano y la memoria de cálculo del equipo.
- Verificar el disparo manual de la válvula de seguridad, a fin de comprobar el funcionamiento de las partes internas del dispositivo de seguridad. Esta actividad se realiza una vez por turno, y las observaciones encontradas serán registradas en la bitácora del equipo.
- La válvula de seguridad se desfogará automáticamente durante el mantenimiento del equipo.
- Inspeccionar las condiciones de funcionamiento de los accesorios que permiten la operación del equipo
- Si durante la operación del equipo, este presenta fallas que originen una situación de riesgo aplicar las medidas correctivas necesarias a fin de dar solución al problema generado.

MEDIDAS DE SEGURIDAD DURANTE EL PARO DEL EQUIPO

El personal de encargado de la unidad tomará las siguientes medidas de seguridad al para el equipo:

- Cerrar la válvula de la línea de alimentación del recipiente, con el equipo de seguridad personal.
- Cuando se realice algún mantenimiento mayor, purgar durante un espacio de 20 minutos el equipo hasta presurizarlo, el personal que realice el mantenimiento mayor deberá contar con su equipo de seguridad.
- Dejar las válvulas de servicio y alimentaciones de recipientes cerradas y listas para el arranque posterior.
- Inspeccionar físicamente las conexiones mecánicas del equipo y sus accesorios a fin de detectar posibles fugas.
- Si durante el paro del equipo, este presenta fallas que originen una situación de riesgo; efectuar las medidas correctivas necesarias a fin de dar solución al problema generado.

MEDIDAS DE SEGURIDAD DURANTE LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS EN CASO DE INCENDIO

3. DETECCIÓN DEL FUEGO

El personal que detecta el fuego, tiene como responsabilidad aplicar las siguientes medidas para la atención de la emergencia:

- a) Conservar la serenidad y mantener la calma
- b) En caso de ni estar capacitado y autorizado para manejar el equipo, retirarse del área.
- c) Darla voz de alerta, sin causar pánico.
- d) No dar la espalda al fuego hasta que esté seguro de que esta fuera del alcance del fuego.
- e) Rápidamente, dar aviso a su jefe inmediato, a vigilancia o seguridad e higiene.

4. NOTIFICACIÓN DEL INCENDIO

El personal a quien avisaron del incendio, tiene como responsabilidad aplicar las siguientes medidas para la atención de la emergencia:

- a) Notificar al personal capacitado en el uso del equipo.
- b) De ser posible, si el fuego lo permite, desconectar la línea que conduce los fluidos contenidos en el equipo por medio de las válvulas de paso, esto nos evitará que el fuego incremente la presión y provoque el estallido de dicho equipo.

- c) Avisar a seguridad e higiene que active el plan interno de emergencia.

MEDIDAS DE SEGURIDAD DURANTE LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS EN CASO DE SOBREPRESIÓN

3. Detección de la sobrepresión

El personal que detecte una situación de sobrepresión realizará las siguientes actividades:

- A. Si no está capacitado y autorizado para manejar el equipo, retirarse del área y notificar de inmediato al supervisor o responsable del área.

4. Reparación de la sobrepresión

El personal capacitado en el manejo del equipo, aplicará las siguientes medidas para la reparación de la sobrepresión:

- A) Usar el equipo de protección personal (casco, guantes, zapatos industriales y gafas).
- B) El encargado del equipo cerrará líneas de alimentación, para evitar que el equipo siga con sobrepresión, colocando una señalización que indique la prohibición del uso del equipo.
- C) Disparar manualmente las válvulas de seguridad a fin de eliminar el exceso de presión del equipo.
- D) El encargado notificará al departamento de mantenimiento y seguridad de dicha anomalía para determinar las medidas correctivas necesarias a fin de poner en operación segura el equipo.
- E) Una vez reparada la anomalía retirar la señalización que prohíbe el uso del equipo, anotar el hecho en la bitácora.

Medidas de seguridad durante la atención de emergencias
En caso de derrames

2. Acción

- A) El personal en turno al ser informado de una emergencia con el recipiente deberá acudir al área y llevar a cabo las acciones necesarias para evitar que se ponga en riesgo al personal o las instalaciones pudiendo ser estas medidas la activación de la alarma, la evacuación del personal y la solicitud de ayuda externa.
- B) Se levantará un reporte de incidente conjuntamente con el departamento de seguridad industrial.

MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA EL USO DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN DEL EQUIPO

De conformidad con el punto 7.1.5. Inciso b de la NOM-020-STPS-2002, los instrumentos de medición, aparatos auxiliares y dispositivos de seguridad deben estar sujetos a programas de revisión y mantenimiento y, en su caso, de calibración.

3. Indicador de presión

Todos los instrumentos de medición deben poseer las siguientes características físicas para su uso óptimo:

- A) El rango de operación de instrumento deberá ser entre 1.5 y 4 veces la presión normal de operación.
- B) Que se encuentren instalados en lugares accesibles para la toma de la lectura.
- C) Las condiciones físicas del instrumento deberán ser tales que permitan garantizar que la lectura medida en el mismo es la correcta. Verificar que las partes de las que se compone el indicador de presión no se encuentren dañadas, principalmente la carátula, el indicador de presión y la conexión.
- D) Cuando sea posible utilizar la conexión mecánica conocida como "lazo de cochino", a fin de evitar el movimiento excesivo del elemento que indica la presión.

Todos los instrumentos de medición que no posean al menos una de las características descritas en los incisos a, b y c de este procedimiento, deberán ser sustituidos por indicadores de presión nuevos.

La toma de lectura de la presión normal de operación así como la revisión de las condiciones físicas del instrumento de medición, será realizada al menos una vez por turno y esta actividad será registrada en la bitácora.

4. Dispositivo de seguridad

Todos los dispositivos de seguridad deben de poseer las siguientes características físicas para uso óptimo:

- a) La presión de calibración del dispositivo de seguridad deberá ser la considerada en la memoria de cálculo.
- b) Verificar que el desfogue de la válvula no se realice a lugares donde transite el personal, tales como pasillos, escaleras, plataformas, etc.
- c) Las condiciones físicas del dispositivo de seguridad deberán ser tales que permitan garantizar el alivio correcto del exceso de presión. Disparar manualmente la válvula de seguridad, al menos una vez cada quince días.



MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA EL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

SEPARADOR DE LÍQUIDOS

VL-MC-6

OBJETIVO

Establecer los requisitos mínimos de seguridad e higiene para el mantenimiento de los equipos del área de **COMPRESIÓN**, de acuerdo a los requisitos que establece la Norma Oficial Mexicana **NOM-020-STPS-2002**.

MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

1. MANTENIMIENTO DE RUTINA

El objetivo del mantenimiento de rutina, es detectar por inspección visual:

- Fugas en las conexiones mecánicas y sellos.
- Agrietamientos y daños superficiales en el material de fabricación del equipo.
- Errores de funcionamiento en los accesorios del equipo tales como: manómetro, válvula de alimentación y salida, controles de presión.

Dependiendo del tipo de falla encontrada, será la prioridad con la cual será Atendida la misma.

El mantenimiento de rutina es una actividad que debe realizarse diariamente.

2. FUGAS EN CONEXIONES MECÁNICAS Y SELLOS

- Conexión mecánica: todas las unidades roscadas o soldadas del equipo y sus accesorios, que presenten burbujeo, cuando se aplique jabonadura y agua.
- Sellos: todos los dispositivos que impiden fugas en conexiones y roscadas tales como cintas teflón, pinturas, etc.; que presentan cuando se aplique jabonadura y agua.

3. AGRIETAMIENTO Y DAÑOS SUPERFICIALES DEL EQUIPO

- Se revisa que el equipo no presente pérdidas de material en sus partes constitutivas (cuerpo y tapas), por agrietamiento, oxidación, erosión, abrasión, incrustación, etc.

4. ERRORES DE FUNCIONAMIENTO DE LOS ACCESORIOS DEL EQUIPO

Se revisarán de los accesorios las siguientes características:

- Rangos de operación del instrumento de acuerdo a la calibración del mismo.
- Condiciones físicas del accesorio (limpieza, legibilidad, funcionamiento de las partes constitutivas del accesorio, cierre hermético).

TIPO DE FALLAS DETECTADAS

1. FALLA LIGERA

Aquellas que no representan un daño severo al equipo y permita la operación normal del mismo, tales como:

- Fugas en las conexiones mecánicas del equipo y sus accesorios, sin que existan caídas de presión en el proceso.
- Descalibración de los instrumentos de medición y control, que arroje errores del 5% de su rango de calibración normal.

Estas fallas serán atendidas en días no hábiles, de manera que no afecten el proceso productivo de la planta.

2. FALLA GRAVE

Aquellas que representan un peligro potencial para el centro de trabajo y la salud de los trabajadores, y las cuales son:

- Fugas en las conexiones mecánicas del equipo y sus accesorios, que generen caídas de presión significativas.
- Descalibración de los instrumentos de medición y control, que arroje errores del 10% de su rango de calibración normal, causando sobrepresiones y depresiones en el equipo. Averías en los dispositivos eléctricos y mecánicos de los accesorios que originen un incremento o decremento en la presión de operación normal del proceso.

3. FALLAS PELIGROSAS

Aquellas que presentan un peligro inminente al centro de trabajo y a la salud de los trabajadores, tales como:

- Fugas incontroladas en las conexiones mecánicas del equipo y sus accesorios, así como las partes constitutivas del equipo.
- Falla total de los instrumentos de presión y control, que originen el descontrol del proceso.

Las fallas peligrosas serán atendidas de inmediato, aplicando las recomendaciones del mantenimiento correctivo.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Tiene por objeto la reparación o sustitución de partes dañadas en el equipo y sus accesorios, de los cuales se tiene especial cuidado en:

- Instrumentos de medición y control del proceso. Estos son probados y calibrados en bancos de prueba con instrumentos patrón. Aquellos que presentan daños relevantes, son cambiados por instrumentos nuevos.
- Partes constitutivas del equipo. Estas son reparadas por dos métodos: soldadura de fusión y relevo de esfuerzos, cuando la seguridad del equipo no depende únicamente de la resistencia de la soldadura, permitiendo su uso en el relleno de grietas y recalque de cordones de soldadura, de hasta 20 cm de longitud. Materiales de refuerzo y parches, cuando la pérdida del material no constituye más del 20% del material que se repara.

Conexiones mecánicas y dispositivos de sello para fugas, cuando se requiere un cambio y desecho de la parte reparada por materiales nuevos, como sucede en los empaques y algunos instrumentos de medición y control.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo tienen por objeto la revisión, limpieza y sustitución de las partes constitutivas del equipo y sus accesorios, tales como:

- Revisión de conexiones mecánicas.
- Revisión y sustitución de dispositivos de sello mecánico para las fugas, a fin de comprobar su hermeticidad en las conexiones de entrada y salida de la tubería analizada.
- Calibración de los instrumentos de medición.
- Revisión de los dispositivos eléctricos y mecánicos de los accesorios.
- Limpieza y sustitución de dispositivos eléctricos y mecánicos tales como:
 - ✓ Válvula de seguridad
 - ✓ Válvula de entrada y salida de gas
 - ✓ Indicadores de presión
 - ✓ Control de presión

MANUAL PARA LA REVISIÓN DE LOS EQUIPOS

OBJETIVO

Establecer los requerimientos mínimos de seguridad e higiene para la revisión de los equipos del área de **COMPRESIÓN**, de acuerdo a los requerimientos que establece la Norma Oficial Mexicana **NOM-020-STPS-2002**.

REVISIÓN DEL EQUIPO

REQUISITOS DE SEGURIDAD EN EL ACCESO AL EQUIPO

4. PERSONAL

Es responsabilidad del trabajador seguir todas las recomendaciones de seguridad emitidas por la empresa, así como las que establece la ley federal del trabajo, instituto mexicano del seguro social, así como todos los lineamientos en materia laboral aplicables.

Es responsabilidad del cliente proveer todos los equipos necesarios de seguridad para el correcto desempeño de las actividades del trabajador.

En el área donde se encuentra instalado el equipo y en general cualquier área de trabajo, queda prohibido:

- j) Correr.
- k) Tomar alimentos.
- l) Hacer necesidades fisiológicas fuera del baño.
- m) Juegos de manos y/o cartas.
- n) Leer periódicos, revistas, etc.
- o) Fumar en áreas no establecidas y en el momento de ejecutar las tareas.
- p) Tirar basura en lugares no destinados para ella.
- q) Desobedecer ordenes de seguridad y/o violar las reglas.
- r) No utilizar el equipo de protección personal.

5. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

No se permite el uso de herramientas de mano que sean de dudosa procedencia o insegura para la ejecución de cualquier actividad relacionada con la operación y mantenimiento del equipo.

En general no se utiliza cualquier herramienta que presente daños en sus componentes y que impida el uso adecuado de la misma.

Mangueras y conexiones utilizadas para conducir fluidos de trabajo a presión, deben ser seleccionadas de acuerdo al tipo de servicio y la presión de trabajo a la cual estará sujeto.

6. REGLAS PARA TRABAJOS ELÉCTRICOS

Los empleados no deberán trabajar cerca de las partes bajo corriente de circuitos eléctricos, a menos que estén protegidos por uno de los siguientes medios.

Partes desenergizantes y puestas a tierra.

En las zonas de trabajo donde se desconozca la ubicación exacta de la línea de fuerza eléctrica, aquellos trabajadores que utilicen herramienta que pueda hacer contacto con las líneas, debe estar protegido con guantes u otras prendas aislantes que proporcionen la protección eléctrica equivalente.

Las barreras y otros dispositivos de resguardo se emplearan para garantizar que el espacio empleado por el equipo eléctrico no va a ser utilizado como corredores cuando las partes energizadas del equipo estén expuestas.

El equipo debe contar con conexión de puesta a tierra.

Los equipos a utilizar para efectuar los trabajos deben de ser a prueba de explosión.

FRECUENCIA DE LAS REVISIONES AL EQUIPO

ACTIVIDADES	PERIODICIDAD
REVISIÓN DE CONEXIONES MECÁNICAS	DIARIA
REVISIÓN DE LOS DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS DE LOS ACCESORIOS.	SEMANAL
REVISIÓN Y SUSTITUCIÓN DE DISPOSITIVOS DE SELLO MECÁNICO PARA LAS FUGAS	SEMESTRAL
REVISIÓN DE LAS CONDICIONES FÍSICAS DEL EQUIPO	ANUAL
REVISIÓN DEL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD (CONDICIONES OPERACIONALES)	QUINCENAL
REVISIÓN DE LA PRESIÓN DE CALIBRACIÓN DEL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD	SEMESTRAL
REVISIÓN DEL INDICADOR DE PRESIÓN (CONDICIONES OPERACIONALES).	DIARIA
REVISIÓN DE LA CALIBRACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.	ANUAL



MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS PARTES MÓVILES

DATOS GENERALES PARA LAS PARTES MÓVILES

NO APLICA PARA ESTOS EQUIPOS

El equipo no cuenta con partes móviles para su funcionamiento, por lo que no se requiere del programa de seguridad e higiene para la operación de mantenimiento de las partes móviles.

MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO FEDERAL DE SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO

OBJETIVO:

Evitar la creación de riesgo o peligro a la vida, integridad física o salud de los trabajadores en los centros de trabajo y un cambio adverso y sustancial sobre el medio ambiente del centro de trabajo, que afecte o pueda afectar o higiene del mismo o de las personas que ahí laboran.

RECOMENDACIÓN:

- Se deberán elaborar los programas para la prevención de accidentes en la realización de sus actividades que puedan causar graves desequilibrios ecológicos, en términos del artículo 147 de la Ley General Del Equilibrio Ecológico y La Protección Al Ambiente.
- Se deberán practicar los exámenes médicos de ingreso, periódicos y especiales a los trabajadores expuestos a los agentes físicos, químicos, biológicos y psicosociales, que por sus características, niveles de concentración y tiempo de exposición puedan altear su salud, adoptando en su caso, las medidas pertinentes para mantener su integridad física y mental.
- Se informa a los trabajadores respecto de los riesgos relacionados con la actividad laboral específica que desarrollen, y en particular acerca de los riesgos que implique el uso o exposición a los contaminantes del mismo ambiente laboral, así como capacitarlos respecto a las medidas y programas que deberán observar para su prevención y control, de conformidad con las disposiciones del reglamento federal de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo.
- El personal tiene la obligación de cumplir con las disposiciones del reglamento federal de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo, de las normas que expidan las autoridades competentes y con el reglamento interior de trabajo cliente en la materia seguridad e higiene.
- Determinar y conservar dentro de los niveles permisibles las condiciones ambientales del centro de trabajo, empleando los procedimientos para cada agente contaminante.

- Se deberán de colocar en lugares visibles de las áreas de trabajo que se requieran, de acuerdo a la naturaleza de emergencia y actividades peligrosas, que salvaguarden la vida y salud de los trabajadores, así como para proteger las áreas de trabajo.
- Es obligación de los trabajadores observar las medidas preventivas de seguridad e higiene que establece el reglamento de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo, las normas expedidas por las autoridades competentes y del reglamento interior del trabajo de normas expedidas por las autoridades competentes y del reglamento interior del trabajo del cliente para la prevención de riesgos de trabajo.
- Participar en los cursos de capacitación y adiestramiento que en materia de prevención de riesgos y atención de emergencias, sean impartidas por el cliente o por las personas que este designe. Conducirse en el centro de trabajo con la probidad y los cuidados necesarios para evitar al máximo cualquier riesgo de trabajo.
- Los trabajadores deberán de someterse a los exámenes médicos que determine el cliente a fin de prevenir riesgos de trabajo.
- Utilizar el equipo de protección personal proporcionado por el cliente y cumplir con las demás medidas de control establecidos por este para prevenir riesgos de trabajo.
- Los elementos arquitectónicos de los edificios y locales, requeridos para los servicios, acondicionamiento ambiental, comunicación, instalaciones a desnivel, circulación, salidas de uso normal y de emergencia y zonas de reunión en emergencias, deberán estar diseñadas y construidos conforme a las normas aplicables.
- Todas las áreas de proceso y operación deberán estar delimitadas.
- Para el mantenimiento de los equipos, deberán observarse condiciones de seguridad e higiene para los trabajos en altura, para lo cual se deberá tomar en cuenta su estabilidad, la resistencia de materiales, el tipo de actividad a desarrollarse, protecciones y dispositivos de seguridad.
- Las áreas de tránsito de personas deberán contar con las condiciones de seguridad, a fin de permitir la libre circulación en el área de trabajo, si labora personal discapacitado, deberán hacer las adecuaciones necesarias para facilitar la salida del mismo en caso de emergencia.
- Las áreas de tránsito con circulación peatonal y vehicular deberán ser independientes, delimitadas, señalizadas y cumplir con las características que establezcan las normas correspondientes.



- Las áreas de trabajo deberán contar con drenajes pluviales e industriales independientes.
- Las áreas de trabajo deberán contar con medidas de prevención y protección, así como con sistemas y equipos para el combate de incendios.
- Se deberá elaborar un estudio para determinar el grado de riesgo de incendio o explosión, de acuerdo a los productos, compuestos o mezclas, subproductos, y desechos o residuos, así como las medidas preventivas y de combate pertinentes, elaborar el programa y los procedimientos de seguridad para el uso, manejo transporte y almacenamiento de los materiales con riesgo de incendio, contar con sistemas para la detección y extinción de incendios.
- Contar con señalización visual y audible, para dar a conocer acciones y condiciones de prevención y casos de emergencia, organizar brigadas contra incendio en función al tipo y grado de riesgo del área de trabajo para prevenirlos y combatirlos, practicar cuando menos una vez al año simulacros de incendio en el centro de trabajo.
- Dar aviso por escrito a la secretaria del trabajo y previsión social antes de la fecha de inicio de funcionamiento a los equipos, adjuntando dictamen expedido por la unidad de verificación debidamente acreditada, que certifique que los mismos cuentan con las condiciones de seguridad y los dispositivos establecidos en la norma **NOM-020-STPS-2002**, solicitar a la secretaria por escrito, autorización para el funcionamiento de los equipos, a fin de que previa inspección practicada por la misma, si se satisfacen los requisitos previstos en el reglamento federal de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo, se otorgue la autorización correspondiente, en ambos casos la secretaria asignará un número de control a cada equipo.
- Cuando se pretenda modificar la instalación o las condiciones de operación de los recipientes sujetos a presión, se deberá dar aviso previo por escrito a la secretaria del trabajo y previsión social o solicitar la autorización de esta, en los términos de o dispuesto por el artículo 29 del Reglamento Federal de Seguridad Higiene y Medio Ambiente de Trabajo. Cuando debe operar definitivamente los equipos se deberá notificarlo por escrito a la secretaria del trabajo y previsión social.
- Si como resultado de las inspecciones que con posteridad se practiquen a los equipos, se detectara que los mismos ya no reúnen las condiciones de seguridad que establezca la norma **NOM-020-STPS-2002**, la secretaria del trabajo y previsión social ordenará se subsanen las deficiencias identificadas.
- Los equipos deberán contar con las condiciones de seguridad e higiene de acuerdo a la norma **NOM-020-STPS-2002**.



- Los recipientes sujetos a presión deberán revisarse y someterse a mantenimiento preventivo y, en su caso, al correctivo, de acuerdo a las especificaciones de cada equipo, se deberá contar con el programa de seguridad e higiene, mismo que dará a conocer al personal operativo de dicho equipo.
- Se deberá conservar durante la vida útil de los recipientes sujetos a presión, los antecedentes de alteraciones, reparaciones, modificaciones y condiciones de operación y mantenimiento de los mismos y exhibirlos a la secretaria del trabajo y previsión social. cuando este así los solicite.
- Se deberá contar con el personal, materiales y procedimientos necesarios para la atención de emergencias en los equipos.
- Se deberá contar con el personal capacitado para el manejo de los equipos cuya operación pueda ocasionar daños a terceras personas o al centro de trabajo.
- Los equipos para soldar y cortar, en el área de operación de los recipientes sujetos a presión deberán operarse en condiciones de seguridad e higiene.
- Se deberá contar con el programa para la realización de trabajos de soldadura y corte en condiciones de seguridad e higiene. Donde existan polvos, gases o vapores inflamables, este programa deberá contener además los procedimientos y controles específicos, a fin de evitar atmósferas peligrosas.
- Si se destinaran áreas específicamente a trabajos de soldadura y corte o en las que se realicen estos en forma esporádica, cerca y/o dentro de los recipientes deberán contar con:

Sistemas de ventilación natural y extracción artificial pantallas para la protección del entorno, de la radiación y chispa, sistema de aislamiento de la corriente eléctrica, instalaciones eléctricas en condiciones de seguridad aun cuando sean provisionales, para evitar factores de riesgo.

- Se deberá dotar a los operarios que realicen trabajos de soldadura y corte, del equipo de protección personal de acuerdo al tipo de riesgo.
- Los trabajos de soldadura o corte de recipientes que contengan o hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, o los que se realicen en espacio confinados, deberán efectuarse bajo condiciones de seguridad e higiene, de acuerdo al análisis de riesgo de la actividad específica.
- El manejo, transporte y almacenamiento de los recipientes contenedores de acetileno y oxígeno en las áreas de trabajo, deberá realizarse en las condiciones de seguridad e higiene, asimismo, los contenedores, tuberías y mangueras conductoras de esos gases, deberán estar identificados.



- Los motores, generadores, rectificadores y transformadores en las máquinas eléctricas de arco para soldar o cortar y todas las partes conductoras de corriente, deberán estar aislados y protegidos para evitar accidentes y enfermedades de trabajo, las máquinas de corte y soldadura eléctrica de arco deberán estar conectadas a tierra.
- Las instalaciones eléctricas permanentes o provisionales en las áreas de trabajo deberán diseñarse e instalarse con los dispositivos y protecciones de seguridad, así como señalizarse de acuerdo al voltaje y corriente de la carga instalada, atendiendo a la naturaleza de las actividades laborales y procesos industriales.
- El servicio de operación y mantenimiento a las instalaciones eléctricas de las áreas de trabajo, solamente se realizara por personal capacitado y autorizado por el cliente.
- Los circuitos de los tableros de distribución de energía eléctrica deberán estar señalizados e identificados.
- Los recipientes que manejen materiales inflamables, o bien, que estén ubicados en terrenos con descargas eléctricas atmosféricas frecuentes, deberán estar dotados con un sistema de pararrayos, el cual será independiente de los sistemas de tierras para motores o estática y sistema eléctrico en general así como la tierra física del equipo.
- En las áreas de trabajo donde la electricidad estática represente un riesgo para el personal, instalaciones y procesos productivos, deberá controlar esta de acuerdo a las normas correspondientes.
- Las herramientas de trabajo que se utilicen en el área de trabajo deberán de seleccionarse de acuerdo a las características técnicas y para la actividad y tipo de trabajo a desarrollar por el trabajador, verificarlas periódicamente en su funcionamiento, a fin de proporcionarles el mantenimiento adecuado y, en su caso, sustituir aquellas que hayan perdido sus características técnicas, y proporcionar al trabajador, de acuerdo a la naturaleza del trabajo, cinturones porta herramienta, bolsas o cajas para el transporte y almacenamiento de las herramientas.
- Se deberá proporcionar a los trabajadores instrucciones por escrito para la utilización y control de las herramientas, las que contendrán como mínimo, indicaciones para su uso, conservación, mantenimiento, lugar de almacenamiento y transporte seguro.
- El manejo, transporte y almacenamiento de materiales en general, materiales o sustancias químicas peligrosas, deberán realizarse en condiciones técnicas de seguridad para prevenir y evitar daños a la vida y salud de los trabajadores, así como a las áreas de trabajo.

- Los requerimientos de seguridad e higiene para el manejo, transporte, proceso y almacenamiento de materiales en general, materiales o sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo, deberán estar incluidos en el programa de seguridad e higiene y será responsabilidad del cliente hacerlos del conocimiento de los trabajadores por escrito.
- Se deberá elaborar una relación del personal autorizado para llevar a cabo las actividades de manejo, transporte y almacenamiento de materiales y sustancias químicas peligrosas, así como para operaciones en espacios confinados.
- Las instalaciones y áreas de trabajo en las que se manejen, transporten y almacenen materiales y sustancias químicas peligrosas, deberán contar con las características necesarias para operar en condiciones de seguridad e higiene. Será responsabilidad del cliente realizar un estudio para analizar el riesgo potencial de dichos materiales y sustancias químicas, a fin de establecer las medidas de control pertinentes.
- Para el manejo, transporte y almacenamiento de materiales y sustancias químicas peligrosas, el cliente deberá establecer las medidas preventivas y los sistemas para la atención de emergencias.
- Para el manejo, transporte y almacenamiento de materiales y sustancias químicas peligrosas, se deberá contar con un sistema de comunicación de riesgos que permita al trabajador realizar sus actividades en condiciones de seguridad e higiene.
- Cuando el manejo, transporte y almacenamiento de materiales en general, materiales o sustancias químicas peligrosas, se realice en forma manual, el cliente estará obligado a realizar un estudio de estas actividades, a fin de determinar el equipo de transporte y protección personal adecuados que debe proporcionar a los trabajadores.
- Cuando el manejo, transporte y almacenamiento de materiales en general, materiales o sustancias químicas peligrosas, se realice en forma automática o semiautomática, los sistemas y equipos deberán contar con los requisitos establecidos en las normas respectivas, y en especial con:

Dispositivos de paro y seguridad, aviso de la capacidad máxima de carga, señalización audible y visible, y las condiciones de seguridad e higiene para no sobrepasar la capacidad de funcionamiento de los mismos. En el caso del mantenimiento de los sistemas y equipos de referencia, se deberá llevar un registro, el cual exhibirá a la secretaria del trabajo y previsión social cuando así se lo requiera.

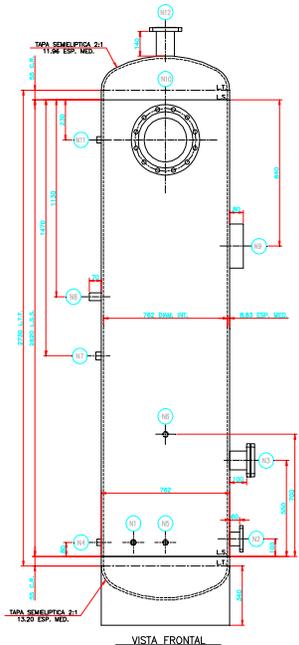
- Los materiales y sustancias químicas peligrosas se deberán identificar en función al tipo de grado y riesgo, estando obligado a comunicar al trabajador las medidas preventivas y correctivas que deberá observar en su manejo, transporte y almacenamiento.
- Se deberá elaborar y difundir entre los trabajadores las hojas de datos de seguridad de los materiales y sustancias químicas peligrosas que se manejen en las áreas de trabajo.
- Los sistemas y equipos que utilicen para el transporte de materiales en general, materiales o sustancias químicas peligrosas, deberán verificarse en sus elementos de transmisión, carga, protecciones y dispositivos de seguridad, de acuerdo a sus características técnicas y ser aprobados en su funcionamiento antes de ponerse en servicio.
- Los recipientes y contenedores utilizados para el transporte de materiales en general, materiales o sustancias químicas peligrosas en las áreas de trabajo, deberán ser los requeridos o adecuados para el tipo de material que contengan y contar con dispositivos de seguridad para evitar riesgos.
- En los centros de trabajo se deberán contar con el programa de seguridad e higiene para el transporte de materiales y sustancias químicas peligrosas en equipos y sistemas, así como la señalización y limitación de las zonas para el tránsito de personas.
- Los trabajadores no deberán transportarse en los sistemas y equipos destinados al traslado de materiales en general materiales o sustancias químicas peligrosas, con excepción de aquellos equipos que cuenten con las condiciones adecuadas de seguridad, higiene y ergonomía, así como cuando lo requiera la actividad laboral específica.
- Se deberá proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo a los sistemas y equipos para el manejo, transporte y almacenamiento de materiales en general, materiales o sustancias químicas peligrosas en las áreas de trabajo, conforme al programa de seguridad e higiene que al efecto establezca el cliente.
- Las maniobras de estiba y desestiba, entrega y recepción de materiales en general, materiales o sustancias químicas peligrosas en las áreas de trabajo, deberán planearse y realizarse bajo condiciones de seguridad e higiene.
- Cuando se transporten materiales en general, materiales o sustancias químicas peligrosas a granel, deberán controlarse de tal modo que se evite su diseminación, para lo cual se podrá utilizar la técnica de control apropiada, de acuerdo a las características físico-químicas de dichos materiales y sustancias.

- Los sistemas y equipos que se utilicen para el manejo, transporte y almacenamiento de materiales y sustancias químicas peligrosas, deberán ser sometidos a control para su descontaminación y limpieza, cuando estos vayan a ser utilizados para otros materiales.
- El almacenamiento de materiales en general, materiales o sustancias químicas peligrosas, deberá realizarse en lugares especialmente destinados a ese fin. Dichos lugares deberán tener las características técnicas que señalan las normas aplicables.
- En las áreas en las que se encuentran sustancias inflamables, combustibles, se deberán colocar señales y avisos en lugares visibles, que indiquen la prohibición de fumar, introducir fósforos, dispositivos de llamas abiertas, objetos incandescentes y cualquier otra sustancia susceptible de causar incendio o explosión, de acuerdo con las normas respectivas.
- En los tanques y recipientes para el almacenamiento de materiales y sustancias químicas peligrosas, inflamables, combustibles en donde se pueden generar, o acumular electricidad estática se deberán instalar dispositivos de tierra.
- En los centros de trabajo en donde por los procesos y operaciones se generen ruido y vibraciones, que por sus características, niveles y tiempo de exposición, sean capaces de alterar la salud de los trabajadores, se deberá elaborar el programa de seguridad e higiene.
- Se deberá de instrumentar en las áreas de trabajo los controles necesarios en las fuentes de emisión, para no exceder los niveles, máximos permisibles del nivel sonoro continuo equivalente y de vibraciones.
- Se deberán de practicar los exámenes médicos específicos a los trabajadores expuestos a ruido o vibraciones y adoptar las medidas pertinentes para proteger su salud.
- En las áreas trabajo donde se utilicen sustancias químicas sólidas, líquidas o gaseosas, que debido a los procesos, operaciones, características físico-químicas y grado de riesgo, sean capaces de contaminar el ambiente de trabajo y alterar la salud de los trabajadores, se establecerán las medidas de seguridad e higiene.
- Se deberán realizar los exámenes médicos específicos a los trabajadores expuestos a las sustancias indicadas en el párrafo anterior.
- Se deberá establecer el programa de seguridad e higiene que permita mejorar las condiciones de medio ambiente laboral y reducir la exposición

de los trabajadores a las sustancias químicas contaminantes sólidas, líquidas o gaseosas.

- Se deberá establecer el programa de seguridad e higiene en las áreas de trabajo en donde por los procesos y operaciones que se generen condiciones térmicas capaces de alterar la salud de los trabajadores.
- Se deberán de practicar los exámenes médicos específicos a los trabajadores expuestos a condiciones térmicas capaces de alterar su salud.
- Las áreas, planos y lugares de trabajo, deberán contar con las condiciones y niveles de iluminación adecuadas al tipo de actividad que se realice.
- En los lugares del centro de trabajo en los que la interrupción de la iluminación artificial represente un peligro para los trabajadores, se instalarán sistemas de iluminación eléctrica de emergencia.
- Las áreas de trabajo deberán contar con ventilación natural o artificial adecuada en los lugares en donde por los procesos y operaciones que se realicen, existan condiciones o contaminación ambiental capaces de alterar la salud de los trabajadores, se deberá de efectuar el reconocimiento, evaluación y control de estos, tomando en cuenta la ventilación natural o artificial, la calidad y volumen del aire.
- En los centros de trabajo en donde por las características de los procesos operaciones que se realicen se establezcan sistemas de ventilación artificial, se implantará un programa de verificación de mantenimiento preventivo y correctivo de los mismos.
- Se deberá de dotar a los trabajadores del equipo de protección personal adecuado, (casco de fibra de vidrio, lentes industriales, tapones para los oídos, camisa y pantalón u overol de algodón, guantes, botas industriales con casquillo, cubre bocas, mascarilla, aire autónomo), cuando la naturaleza de los trabajos así lo requiera.
- En las instalaciones, maquinaria, equipo o herramienta del centro de trabajo, se tomara en cuenta los aspectos ergonómicos, a fin de prevenir accidentes y enfermedades de trabajo.
- Se establecerá para el uso de los trabajadores, sistemas higiénicos de agua potable, lavabos, regaderas, vestidores y casilleros, así como excusados y mingitorios dotados de agua corriente, separados los de hombre y mujeres y marcados con avisos o señales que los identifiquen. El número de aquellos se determinará tomando en consideración la cantidad de trabajadores por cada turno de trabajo.

- La basura y los desperdicios que se generen en las áreas de trabajo, deberán identificarse, clasificarse, manejarse y, en su caso, controlarse, de manera que no afecten la salud de los trabajadores y a las áreas de trabajo.
- Los instrumentos y sustancias químicas que se utilicen para el aseo de los centros de trabajo, deberán ser los adecuados para el tipo de limpieza que se requiera. Se deberá de capacitar y adiestrar al personal que efectúe dichas labores, así como hacer de su conocimiento los posibles riesgos a su salud.
- De acuerdo a lo establecido en el artículo 504 fracción V de la ley, el cliente, estará obligado a dar aviso por escrito a la secretaria de los accidentes de trabajo.
- Se deberá de capacitar y adiestrar a los trabajadores sobre el uso, conservación, mantenimiento, almacenamiento y reposición del equipo de protección personal.
- Se deberá de hacer del conocimiento de los trabajadores el programa de seguridad e higiene de las áreas de trabajo, así como de capacitarlos y adiestrarlos en la ejecución del mismo.
- Los servicios de medicina del trabajo, podrán ser proporcionados en forma externa o brindados dentro de las instalaciones de la propia empresa, su establecimiento y funcionamiento se llevara acabo de acuerdo a la norma correspondiente.
- Los médicos de los servicios de medicina del trabajo estarán obligados a comunicar al cliente los resultados de los exámenes médicos en cuanto a la aptitud laboral de los trabajadores, respetando la confidencialidad que obliga la ética médica.
- Los médicos que presten servicios de medicina del trabajo, coadyuvaran a la orientación y en su caso, a la capacitación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos del trabajo. Asimismo, se deberán de capacitar a los responsables de los servicios internos previniéndolos de medicina del trabajo.
- Se deberán de proporcionar en todo tiempo los medicamentos y materiales de curación indispensables, para que se brinden oportuna y eficazmente los primeros auxilios.



MEMORIA DE CALCULOS
 DE ACUERDO A CÓDIGO ASME SECCIÓN VIII DIV. 1 EDICIÓN 2004
 A.- CALCULO DE ESPESORES
 A.1 TAPA SEMIELIPTICA

$$t = \frac{P \cdot D}{2 \cdot S \cdot E - 0.2 \cdot P} + C$$

$$t = \frac{11 \times 76.2}{2 \times 1230.4 \times 1 - 0.2 \times 11} + 0 = 0.341 \text{ cm} = 3.409 \text{ mm}$$

ESPESOR MINMO USADO = 11.96 mm

A.2 CUERPO CILINDRICO

$$t = \frac{P \cdot D}{2 \cdot S \cdot E - 0.2 \cdot P} + C$$

$$t = \frac{1230.4 \times 1 - 0.8 \times 11}{2 \times 1230.4 \times 1 - 0.2 \times 11} + 0 = 0.342 \text{ cm} = 3.425 \text{ mm}$$

ESPESOR USADO = 8.83 mm

B.- CALCULO DE LA PRESION MAX. PERMISIBLE
 B.1 TAPA SEMIELIPTICA

$$P = \frac{2 \cdot S \cdot E \cdot t}{D + 0.2 \cdot t}$$

$$P = \frac{2 \times 1230.4 \times 1 \times 1.196}{76.2 + 0.2 \times 1.196} = 38.5 \text{ Kg/cm}^2$$

B.2 CUERPO CILINDRICO

$$P = \frac{2 \cdot S \cdot E \cdot t}{D + 0.2 \cdot t}$$

$$P = \frac{2 \times 1230.4 \times 1 \times 0.883}{76.2 + 0.2 \times 0.883} = 28.12 \text{ Kg/cm}^2$$

C.- CALCULO DE AREA SUJETA A PRESION
 C.1 TAPA SEMIELIPTICA

$$D_c = 1.22 \times D + 2 \times CR + t$$

$$A_1 = (\pi/4) \times D_c^2$$

$$A_1 = 1.22 \times 0.762 + 2 \times 0.055 + 0.012 = 1.0516 \text{ m}^2$$

C.2 CUERPO CILINDRICO

$$A_2 = \pi \times D \times L$$

$$A_2 = \pi \times 0.762 \times 2.73 = 6.530 \text{ m}^2$$

AREA TOTAL = A1 + A2
 AREA TOTAL = 1.737 + 6.530 = 8.272 m²

D.- CALCULO DE LA CAPACIDAD VOLUMETRICA
 D.1 TAPAS SEMIELIPTICAS

$$V_1 = \frac{1}{12} \times \pi \times D^3$$

$$V_1 = \frac{1}{12} \times \pi \times 0.762^3 = 0.116 \text{ m}^3$$

D.2 CUERPO CILINDRICO

$$V_2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L$$

$$V_2 = \frac{\pi}{4} \times 0.762^2 \times 2.73 = 1.245 \text{ m}^3$$

VOLUMEN TOTAL V = V1 + V2
 V = 0.116 + 1.245 = 1.361 m³ = 1360.8 LITROS

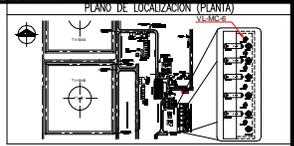
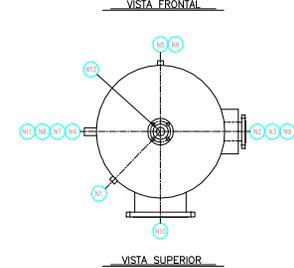


TABLA DE BOQUILLAS

MARCA	CANT.	DIM. (DIN)	BOQUILLA TIPO (RANGO)	SERVICIO
N1	1	2 1/2"	COPILE 3000 #	SIN USO (CON TAPÓN)
N2	1	2"	UNIFIP 150 #	DIRN
N3	1	2"	UNIFIP 150 #	SIN USO (CON BRIDA CIEGA)
N4	1	1"	COPILE 3000 #	SIN USO (CON VALVULA)
N5/N6	2	3/4"	COPILE 3000 #	TRANSFORMADOR DE NIVEL
N7	1	2"	COPILE 3000 #	1P
N8	1	1"	COPILE 3000 #	SIN USO (CON TAPÓN)
N9	1	1 1/4"	COPILE 3000 #	ESTRUCIA
N10	1	1 1/2"	UNIFIP 150 #	SALIDA DE GAS
N11	1	1 1/2"	COPILE 3000 #	SIN USO (CON TAPÓN)
N12	1	2"	UNIFIP 150 #	VALVULA DE SEGURIDAD

DATOS DE DISEÑO

CÓDIGO DE DISEÑO:	ASME SECCIÓN VIII DIV. 1 EDICIÓN 98 A 99
PRODUCTO:	GAS
TIPO DE TAPÓN:	SEMIELIPTICA D.1
CAPACIDAD:	1.361 m ³
PRESION DE OPERACION:	4.57 Kg/cm ²
TEMPERATURA DE OPERACION:	40 °C
PRESION DE DISEÑO:	11 Kg/cm ²
TEMPERATURA DE DISEÑO:	35.6 °C
EFICIENCIA DE LA JUNTA SOLDABLE EN CUERPO:	1
EFICIENCIA DE LA JUNTA SOLDABLE EN TAPA:	TOTAL
INDICADORA EN CUERPO:	TOTAL
INDICADORA EN TAPÓN:	TOTAL
CORROSION PENETRANTE:	0 mm
RELEVADO DE ESPESORES:	NO
PRESION DE TRABAJO NOMINA PERMISIBLE:	38.5 Kg/cm ²
PRESION DE PRESION:	13.2 Kg/cm ²
PRESION DE CALIBRACION:	4.9 Kg/cm ²
PESO VACIO DEL RECIPIENTE:	478.9 kg
PESO LLENO DE AGUA:	2038.9 kg
FABRICANTE DEL RECIPIENTE:	
AÑO DE FABRICACION:	1988

ESPECIFICACION DE MATERIALES

CUERPO:	SA-516-70
TAPÓN:	SA-516-70
BRIDAS:	SA-105
CUELLO DE BOQUILLAS FUERO:	SA-105-B
CUELLO DE BOQUILLAS PLACAS:	-
BOQUILLAS:	-
COPILES:	SA-105
TORNILLOS O ESPARAFOS EXTERIORES:	SA-193-B7
TUBOS EXTERIORES:	SA-193-20
UNIFIPQUES:	EMPAQUES FLEXTAC DE 5531E
CLIPS / OJEAS DE CABLE:	-
ANILLOS:	ACERO AL CARBONO
PANTARRA EXTERIOR:	SI
AGUJEREO:	NO
CONDICION DE EXPOSICION EXTERIOR:	AMBITO MARINER-HUMEDO

NOTAS GENERALES

1.- DE ACUERDO AL PARRAFO UG-99 DEL CODIGO ASME SECCION VIII DIV. 1, SE CALCULA LA PRESION MAXIMA PERMISIBLE DE TRABAJO A LA PRESION DE DISEÑO.

REVISIONES	NUM.	DESBORDE DE REFERENCIA	FECHAS
1	1	PARA AUTORIZACION DE LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO	02/08/2018

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

Elaboración e Integración de la Documentación Técnica para obtener el permiso de funcionamiento de recipientes a presión

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FEZ-ZARAGOZA

VI-MIG-6
 SEPARADOR DE LIQUIDOS
 ARREGLO GENERAL CON CALCULOS

LUGAR: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS
 PARAISO, TABASCO

FEZ-009

MEMORIA DE CÁLCULO

PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"

UBICACIÓN: COMPRESORES

CENTRO DE TRABAJO: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS.

REGIÓN: MARINA SUROESTE

LUGAR: PARAISO, TABASCO

D A T O S G E N E R A L E S D E L R E C I P I E N T E

IDENTIFICACIÓN	VL-MC-6
TIPO DE RECIPIENTE	VERTICAL
FLUÍDO QUE MANEJA	GAS
CAPACIDAD DEL RECIPIENTE	1.361 m ³
CÓDIGO DE DISEÑO	ASME SECCIÓN VIII DIV 1988
AÑO DE FABRICACIÓN	
FABRICANTE	N/E
H = LONGITUD RECTA DEL RECIPIENTE	2730 mm
Di = DIÁMETRO INTERIOR DEL RECIPIENTE	762 mm
Ri = RADIO INTERIOR DEL RECIPIENTE	381 mm
Po = PRESIÓN DE OPERACIÓN	4.2 kg/cm ²
To = TEMPERATURA DE OPERACIÓN	65 °C

D A T O S D E D I S E Ñ O

P _d = PRESIÓN INTERIOR DE DISEÑO	11 kg/cm ²
T _d = TEMPERATURA INTERIOR DE DISEÑO	76.6 °C
C _e = CORROSION PERMISIBLE EN CUERPO	0 mm
C _t = CORROSION PERMISIBLE EN TAPAS	0 mm
E _e = EFICIENCIA DE LA JUNTA SOLDADA EN LA ENVOLVENTE	100 %
E _t = EFICIENCIA DE LA JUNTA SOLDADA EN LAS TAPAS	100 %
TIPO DE MATERIAL EN LA ENVOLVENTE	SA-516-70
TIPO DE MATERIAL EN LAS TAPAS	SA-516-70
S = ESFUERZO PERMISIBLE DEL MATERIAL EMPLEADO	1230.4 kg/cm ²

1.- CÁLCULO DEL VOLUMEN INTERIOR

1.1 ENVOLVENTE

$$V_e = \frac{\pi D^2 H}{4}$$

DONDE:

V_e = VOLUMEN INTERIOR DE LA ENVOLVENTE (m³)

D = DIÁMETRO INTERIOR DE LA ENVOLVENTE (m)

H = LONGITUD ENTRE SOLDADURAS DEL RECIPIENTE (m)

$$V_e = \frac{\pi (0.762)^2 (2.73)}{4} = 1.245 \text{ m}^3$$

1.2 TAPAS SEMIELÍPTICAS

$$V_t = \frac{\pi D^3}{12}$$

DONDE:

V_t = VOLUMEN INTERIOR DE LAS TAPAS (m³)

D = DIÁMETRO INTERIOR DE LAS TAPAS (m)



MEMORIA DE CÁLCULO

PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"
CENTRO DE TRABAJO: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS.
LUGAR: PARAISO, TABASCO

UBICACIÓN: COMPRESORES

REGIÓN: MARINA SUROESTE

$$V_1 = \frac{\pi (0.762)^3}{12} = 0.116 \text{ m}^3$$

1.3 VOLUMEN TOTAL

$$\begin{aligned} V_0 &= 1.245 \text{ m}^3 \\ V_1 &= 0.116 \text{ m}^3 \\ V_T &= 1.361 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2.- CÁLCULO DE LA SUPERFICIE SUJETA A PRESIÓN

2.1 ENVOLVENTE

$$S_0 = \pi D H$$

DONDE:

S_0 = SUPERFICIE INTERIOR DE LA ENVOLVENTE (m²)
D = DIÁMETRO INTERIOR DE LA ENVOLVENTE (m)
H = LONGITUD RECTA DEL RECIPIENTE (m)

$$S_0 = \pi (0.762) (2.73) = 6.535 \text{ m}^2$$

2.2 TAPAS SEMIELÍPTICAS

$$\begin{aligned} S_1 &= (\pi/4) * D_c^2 \\ D_c &= 1.22 * D + 2 * CR + t \\ D_c &= 1.22 * 0.762 + 2 * 0.055 + 0.012 \\ D_c &= 1.052 \text{ m} \\ S_1 &= (\pi/4) * 1.05164^2 \\ S_1 &= 1.737 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2.3 SUPERFICIE TOTAL SUJETA A PRESIÓN

$$\begin{aligned} S_0 &= 6.535 \text{ m}^2 \\ S_1 &= 1.737 \text{ m}^2 \\ S_T &= 8.272 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3.- CÁLCULO DE ESPESORES POR PRESIÓN INTERIOR (ESFUERZO POR TENSIÓN CIRCUNFERENCIAL)

3.1 ENVOLVENTE
ASME UG-27 C

$$t = \frac{P R}{SE - 0.6P} + C$$

DONDE:

t = ESPESOR MÍNIMO REQUERIDO (mm)
P = PRESIÓN INTERIOR DE DISEÑO (kg/cm²)
R_i = RADIO INTERIOR DE LA ENVOLVENTE (mm)
S = ESFUERZO PERMISIBLE DEL MATERIAL (kg/cm²)
E = EFICIENCIA DE LA JUNTA SOLDADA EN LA ENVOLVENTE (adimensional)
C = TOLERANCIA POR CORROSION (mm)

MEMORIA DE CÁLCULO

PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"

UBICACIÓN: COMPRESORES

CENTRO DE TRABAJO: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS.

REGIÓN: MARINA SUROESTE

LUGAR: PARAISO, TABASCO

$$t = \frac{(11) (381)}{(1230.4) (1) - 0.6 (11)} = 3.425 \text{ mm} \quad +0= \quad 3.425 \text{ mm}$$

ESPESOR MEDIDO EN LA ENVOLVENTE $t_m = 8.8392 \text{ mm} \quad 0.348 \text{ (plg)}$

3.2 TAPAS SEMIELÍPTICAS
ASME UG-32 d

$$t = \frac{PD}{2SE - 0.2P} + C$$

DONDE:

t = ESPESOR MÍNIMO REQUERIDO (mm)
P = PRESIÓN INTERIOR DE DISEÑO (kg/cm²)
D = DIÁMETRO INTERIOR DE LAS TAPAS (mm)
S = ESFUERZO PERMISIBLE DEL MATERIAL (kg/cm²)
E = EFICIENCIA DE LA JUNTA SOLDADA EN LAS TAPAS (adimensional)
C = TOLERANCIA POR CORROSION (mm)

$$t = \frac{(11) (762)}{2 (1230.4) (1) - 0.2 (11)} = 3.409 \text{ mm} \quad +0= \quad 3.409 \text{ mm}$$

ESPESOR MEDIDO EN LA TAPA SUPERIOR $t_m = 11.9634 \text{ mm} \quad (0.471 \text{ plg})$
ESPESOR MEDIDO EN LA TAPA INFERIOR $t_m = 13.208 \text{ mm} \quad (0.52 \text{ plg})$

4.- CÁLCULO DE LA PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO

4.1 ENVOLVENTE
ASME UG-27 C

$$PMT = \frac{SEt_c}{R + 0.6t_c}$$

TÉRMINOS DEFINIDOS EN EL PUNTO 3.1, EXCEPTO:

PMT = PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO (kg/cm²)
t_c = ESPESOR CORROÍDO (mm)

$$t_c = t_m - C$$

$$t_c = 8.8392 - 0 = 8.839 \text{ mm}$$

$$PMT = \frac{(1230.4) (1) (8.839)}{(381) + 0.6 (8.839)} = 28.153 \text{ kg/cm}^2$$

MEMORIA DE CÁLCULO

PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"

UBICACIÓN: COMPRESORES

CENTRO DE TRABAJO: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS

REGIÓN: MARINA SUROESTE

LUGAR: PARAISO, TABASCO

4.2 TAPAS SEMIELIPTICAS

SUPERIOR

ASME UG-32 d

$$PMT = \frac{2SEtc}{D + 0.2tc}$$

TÉRMINOS DEFINIDOS EN LOS PUNTOS 3.2 y 4.1

$$tc = tm - C$$

$$tc = 11.9634 - 0 = 11.963 \text{ mm}$$

$$PMT = \frac{2 (1230.4) (1) (11.963)}{(762) + 0.2 (11.963)} = 38.512 \text{ kg/cm}^2$$

INFERIOR

ASME UG-32 d

$$PMT = \frac{2SEtc}{D + 0.2tc}$$

TÉRMINOS DEFINIDOS EN LOS PUNTOS 3.2 y 4.1

$$tc = tm - C$$

$$tc = 13.208 - 0 = 13.208 \text{ mm}$$

$$PMT = \frac{2 (1230.4) (1) (13.208)}{762 + 0.2 (13.208)} = 42.507 \text{ kg/cm}^2$$

EL MÍNIMO VALOR CALCULADO PARA LA PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO ES: PMT = 28.153 kg/cm²

NOTA: SE EMPLEARÁ EL DATO DE PRESIÓN MAXIMA PERMITIDA DE TRABAJO DEL RECIPIENTE, LA CUAL SERÁ LA MENOR DE LAS PRESIONES CALCULADAS, INCLUYENDO LA DE DISEÑO DE 11 kg/cm² PARA EL VALOR DE LA PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO, ENTONCES:

$$PMTP = 11.000 \text{ kg/cm}^2$$

MEMORIA DE CÁLCULO

PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"

UBICACIÓN: COMPRESORES

CENTRO DE TRABAJO: TERMINAL MARÍTIMA DOS ROCAS

REGIÓN: MARINA SUROESTE

LUGAR: PARAISO, TABASCO

5.- CÁLCULO DE LA PRESIÓN DE PRUEBA HIDROSTÁTICA

$$P_H = 1.3 \text{ PMTP}$$

DONDE:

PH = PRESIÓN DE PRUEBA HIDROSTÁTICA (kg/cm²)

PMTP = PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO PERMITIDA (kg/cm²)

$$P_H = 1.3 (11) = 14.3 \text{ kg/cm}^2$$

6.- CÁLCULO DE LA PRESIÓN DE PRUEBA NEUMÁTICA

$$P_H = 1.1 \text{ PMTP}$$

DONDE:

PH = PRESIÓN DE PRUEBA HIDROSTÁTICA (kg/cm²)

PMTP = PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO PERMITIDA (kg/cm²)

$$P_H = 1.1 (11) = 12.1 \text{ kg/cm}^2$$

CALCULÓ: **ING. Amparo Romo Abrajan**

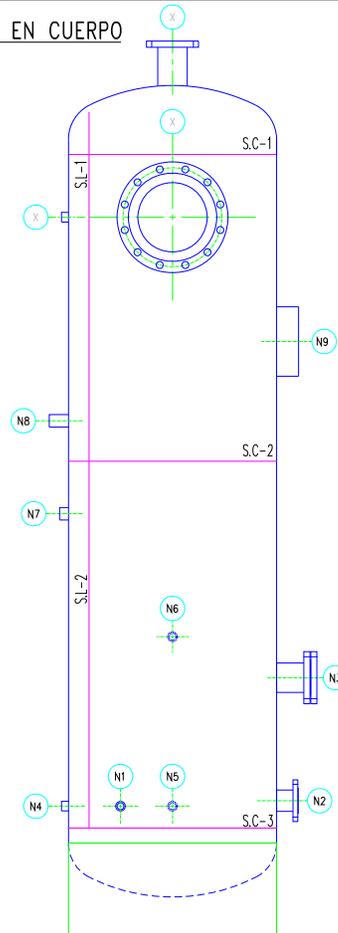
REPORTE DE INSPECCIÓN VISUAL		
GENERALIDADES		
PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"		
CENTRO DE PROCESO: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS, RANCHERIA EL LIMON.		
LUGAR: PARAISO, TABASCO.	REGIÓN:	MARINA SUROESTE
DATOS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO		
EQUIPO: SEPARADOR DE LIQUIDOS	ID - TAG: VL-MC-6	No. DE EQUIPO: 3
INSTALACIÓN: COMPRESIÓN		
INFORMACIÓN DEL MÉTODO DE PRUEBA		
APLICADO EN: TODO EL RECIPIENTE		
CÓDIGOS/ESPECIFICACIONES: ART. 9 COD. ASME SECC V, ASME SECC-VIII-DV-1,	TIPO DE INSPECCIÓN:	
<u>API 510, API 579</u>	100% <input checked="" type="checkbox"/> SPOT: <input type="checkbox"/> MUESTREO: <input type="checkbox"/>	
ILUMINACIÓN:		
LÁMPARA:	LUZ NATURAL: <input checked="" type="checkbox"/>	FOCO 60 WATTS: <input type="checkbox"/>
		REFLECTOR: <input type="checkbox"/>
REGISTRO DE INDICACIONES		
CONDICIÓN		OBSERVACIONES:
CORROSIÓN EXTERNA		NO PRESENTA
PROTECCIÓN ANTICORROSIVA		EN BUEN ESTADO
CIMENTACIÓN		NO PRESENTA
SOPORTERÍA		EN BUEN ESTADO
SOLDADURAS		EN BUEN ESTADO
CONEXIONES BRIDADAS		EN BUEN ESTADO
DEFORMACIÓN		NO PRESENTA
AISLAMIENTO TÉRMICO		NO PRESENTA
VÁLVULA DE SEGURIDAD O DE RELEVO		SI PRESENTA
INSTRUMENTOS		SI PRESENTA
CONEXIÓN A TIERRA		SI PRESENTA
ACCESOS		NO PRESENTA
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO		SI PRESENTA
PLACA DE DATOS		SI PRESENTA
EVALUACIÓN Y RECOMENDACIONES		
<u>SEGUIR MANTENIENDO EL RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO EN BUEN ESTADO DEL RECIPIENTE ASI COMO LAS TUERCAS, BRIDAS Y ESPÁRRAGOS A FIN DE QUE NO SE GENEREN ZONAS DE CORROSIÓN.</u>		
<hr/> <hr/> <hr/>		
REALIZÓ ING. AMPARO ROMO ABRAJAN.	REVISÓ ING. MA. DE LOS ANGELES PLATA ORTIZ.	AUTORIZÓ M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T

REPORTE DE INSPECCIÓN DE LÍQUIDOS PENETRANTES										
GENERALIDADES										
PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"										
CENTRO DE PROCESO: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS, RANCHERIA EL LIMON.										
LUGAR: PARAISO, TABASCO.						REGIÓN: MARINA SUROESTE				
DATOS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO										
EQUIPO: SEPARADOR DE LIQUIDOS			ID - TAG: VL-MC-6			No. DE EQUIPO: 3				
INSTALACIÓN: COMPRESIÓN										
DATOS DEL ELEMENTO INSPECCIONADO										
ELEMENTO INSPECCIONADO: CRUCES DE SOLDADURA EN CUERPO, TAPAS Y BOQUILLAS										
TIPO DE MATERIAL: ACERO AL CARBONO			SOLDADURA: (√)			METAL BASE: ()		OTRO: ()		
ACABADO SUPERFICIAL: BURDO: (√)			ESMERILADO: ()			MAQUINADO: ()				
TÉCNICA Y EQUIPO UTILIZADO										
FORMA DE APLICACIÓN: POR ASPERSIÓN BROCHA			EVALUACIÓN: ASME SECC. VIII			TIPO: II				
MARCA COMERCIAL DEL LIQUIDO: MAGNAFLUX			TIPO DE ILUMINACIÓN: LUZ NATURAL			ESPECIFICACIÓN DE LIQUIDOS: ASTM-165				
REMOVEDOR: MÉTODO DE ELIMINACIÓN DE OXIDO:			MÉTODO DE ELIMINACIÓN DE PINTURA: MECÁNICA			AGENTE QUÍMICO: MECÁNICA (CARDA)				
MÉTODO DE LIMPIEZA:			REMOVEDOR:			MANUAL/PAÑO DE ALGODÓN				
PENETRANTE: TIPO DE ACEITE (I, II, III):			TIEMPO DE PENETRACIÓN: II			TEMPERATURA DE PARED: 5 A 30 MIN.				
SECADO:			MÉTODO: AMBIENTAL			REVELADOR: TIPO (SECO, AGUA, SOLVENTE)				
ILUMINACIÓN:			TIPO / POTENCIA: NATURAL			POST-LIMPIEZA:				
MÉTODO:			TIPO / POTENCIA: NATURAL			MÉTODO: NATURAL				
EVALUACIÓN										
IDENTIFICACIÓN	ELEMENTO	DISCONTINUIDAD	TAMAÑO DEL DEFECTO			UBICACIÓN DEL DEFECTO		ACEPTADO	RECHAZADO	OBSERVACIONES
			LARGO	ANCHO	PROFUNDIDAD	Longitudinal x	Circunferencial y			
SC-1	Tapa Inf- Placa 1	-	-	-	-	-	-	x	-	N.P.I.R
SC-2	Placa 1-Placa 2	-	-	-	-	-	-	x	-	N.P.I.R
SC-3	Tapa Sup- Placa 2	-	-	-	-	-	-	x	-	N.P.I.R
S-N-1	Cuerpo	-	-	-	-	-	-	x	-	N.P.I.R
S-N-2	Cuerpo	-	-	-	-	-	-	x	-	N.P.I.R
S-N-3	Cuerpo	-	-	-	-	-	-	x	-	N.P.I.R
S-N-4	Cuerpo	-	-	-	-	-	-	x	-	N.P.I.R
S-N-5	Cuerpo	-	-	-	-	-	-	x	-	N.P.I.R
S-N-6	Cuerpo	-	-	-	-	-	-	x	-	N.P.I.R
S-N-7	Cuerpo	-	-	-	-	-	-	x	-	N.P.I.R
S-N-8	Cuerpo	-	-	-	-	-	-	x	-	N.P.I.R
S-N-9	Cuerpo	-	-	-	-	-	-	x	-	N.P.I.R
S-N-10	Cuerpo	-	-	-	-	-	-	x	-	N.P.I.R
S-N-11	Cuerpo	-	-	-	-	-	-	x	-	N.P.I.R
S-N-12	Tapa Superior	-	-	-	-	-	-	x	-	N.P.I.R
<small>S.C.- SOLDADURA CIRCUNFERENCIAL S.L.-SOLDADURA LONGITUDINAL BQ=BOQUILLA ID=IDENTIFICACIÓN N.P.I.R.- NO PRESENTA DISCONTINUIDAD RELEVANTE</small>										
 ING. AMPARO ROMO ABRAJAN.			 ING. MA. ANGELES PLATA ORTIZ			 M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T				
REALIZÓ			REVISÓ			AUTORIZÓ				



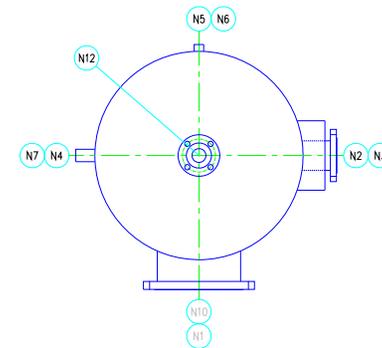
CROQUIS DEL RECIPIENTE A PRESION INSPECCIONADO

INSPECCIÓN EN CUERPO

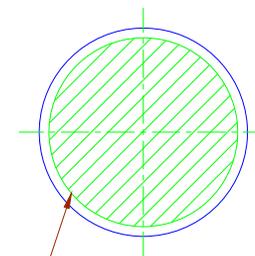


INSPECCIÓN CON LIQUIDOS PENETRANTES

INSPECCIÓN EN TAPA SUPERIOR



INSPECCIÓN EN TAPA INFERIOR



NO HAY VENTANA DE ACCESO QUE PERMITA SU INSPECCION

NOMENCLATURA

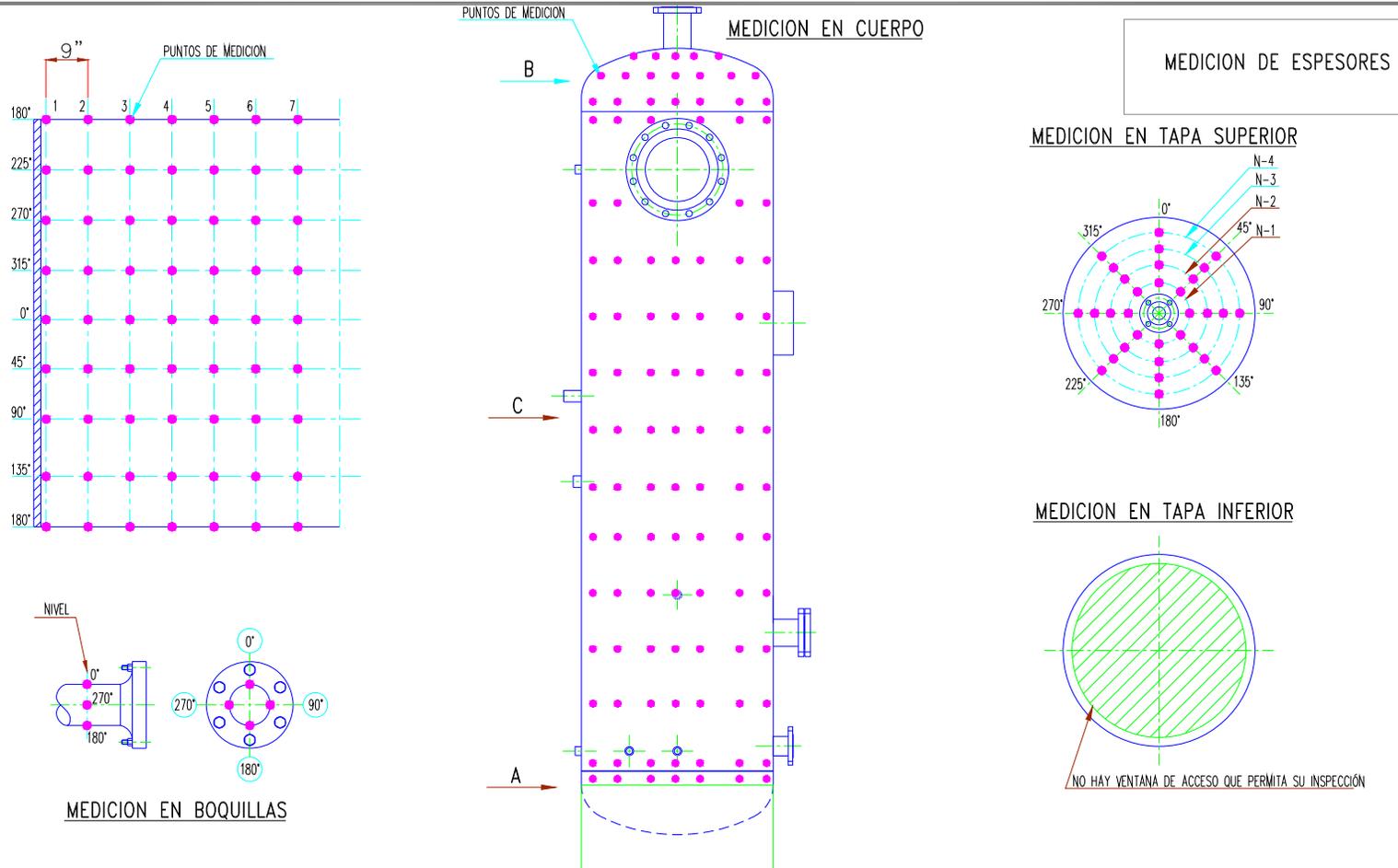
S.C.= SOLDADURA CIRCUNFERENCIAL
 S.L.= SOLDADURA LONGITUDINAL

PROYECTO:	"Elaboración e integración de la Documentación Técnica para obtener el permiso de funcionamiento de recipientes a presión"		
NOMBRE DEL RECIPIENTE:	SEPARADOR DE LIQUIDOS	REGION:	PARAISO, TABASCO
No. EQUIPO:	3	ID-TAG:	VL-MC-6
		REPORTE:	1
		UBICACION:	TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS
		INSTALACION:	AREA DE COMPRESORES

REPORTE DE INSPECCIÓN ULTRASÓNICA (MEDICIÓN DE ESPESORES)													
GENERALIDADES													
PROYECTO: <u>"ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"</u> CENTRO DE PROCESO: <u>TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS, RANCHERIA EL LIMON.</u> LUGAR: <u>PARAISO, TABASCO.</u> REGIÓN: <u>MARINA SUROESTE</u>													
DATOS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO													
EQUIPO: <u>SEPARADOR DE LIQUIDOS</u>			ID - TAG: <u>VL-MC-6</u>				No. DE EQUIPO: <u>3</u>						
INSTALACIÓN: <u>COMPRESIÓN</u>													
DATOS DEL EQUIPO UTILIZADO													
EQUIPO: <u>KRAUTKRAME</u>			MODELO: <u>DM4E</u>			SERIE: <u>007V32</u>							
TRANSDUCTOR: <u>DUAL</u>			MARCA: <u>KRAUTKRAMER</u>			MODELO: <u>FH 2 E</u>							
SERIE: <u>E15901</u>			DIÁMETRO: <u>0.312 plg</u>			FRECUENCIA: <u>5.MHZ</u>							
BLOCK DE CAL: <u>TIPO ESCALE!</u>			ACABADO SUPERFICIAL: <u>SEMI LISO</u>			RANGO: <u>Z</u>							
ACOPLANTE: <u>GEL</u>													
LECTURAS (PLG.)													
ID. ELEMENTO	ELEMENTO	NIVEL	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	Esp. Minimo	Esp. Maximo	Esp. Promedio
A	TAPA ELIPSOIDAL SUPERIOR	1	0.492	0.493	0.485	0.493	0.492	0.471	0.491	0.492	0.471	0.529	0.502
		2	0.1	0.491	0.472	0.496	0.1	0.494	0.498	0.498			
		3	0.5	0.491	0.506	0.499	0.503	0.505	0.504	0.501			
		4	0.529	0.522	0.525	0.525	0.519	0.52	0.516	0.518			
B	TAPA ELIPSOIDAL INFERIOR	1	F	F	F	F	F	F	F	F	0.520	0.539	0.530
		2	F	F	F	F	F	F	F	F			
		3	F	F	F	F	F	F	F	F			
		4	0.528	0.539	0.538	0.531	0.530	0.520	0.521	0.526			
C	CUERPO	1	0.373	0.372	BOQ	0.375	BOQ	0.374	0.378	0.371	0.348	0.378	0.362
		2	0.372	0.372	0.376	0.375	0.374	0.374	0.373	0.368			
		3	0.375	0.374	0.374	0.375	BOQ	0.371	0.370	0.370			
		4	0.37	0.372	0.375	0.374	0.372	0.371	0.368	0.369			
		5	0.371	0.374	0.376	0.373	0.372	0.370	0.367	0.367			
		6	0.372	0.372	0.375	0.374	0.374	0.371	0.370	0.348			
		7	0.37	0.372	0.372	0.375	0.369	0.374	0.370	0.369			
		8	0.372	0.370	0.371	0.374	0.370	0.374	0.369	0.367			
		9	0.374	0.371	BOQ	0.375	0.374	0.374	0.366	0.370			
		10	0.365	0.376	0.367	0.372	0.373	0.371	0.366	0.369			
		11	BOQ	0.370	0.371	0.368	0.368	0.370	0.372	0.370			
		12	0.371	0.365	0.371	0.372	0.368	0.367	0.364	0.369			
BQ-N-9	BOQUILLA DE CARGA	1	0.350	-	0.380	-	0.355	-	0.323	-	0.323	0.380	0.352
BQ-N-12	BOQUILLA DE VALVULA	1	0.154	-	0.160	-	0.149	-	0.144	-	0.144	0.160	0.152
BQ-N-10	BOQUILLA DE DESCARGA	1	0.380	-	0.371	-	0.376	-	0.398	-	0.371	0.398	0.381
FALDON		1	0.351	0.353	0.364	0.358	0.353	0.356	0.353	0.325	0.325	0.364	0.347
		2	0.343	0.350	0.359	0.355	0.342	0.343	0.331	0.328			
		3	-	0.359	0.351	0.345	-	0.340	0.344	0.329			
OBSERVACIONES: <u>SE TOMARON ESPESORES SOLO EN LA CEJA RECTA DE LA TAPA INFERIOR DEBIDO A QUE NO HAY UNA VENTANA DE ACCESO EN EL FALDON.</u>													
BQ= BOQUILLA ID= IDENTIFICACION OJ= OREJA DE IZAR F= FALDON													
_____ ING. AMPARO ROMO ABRAJAN. REALIZÓ			_____ ING. MA. ANGELES PLATA ORTIZ REVISÓ			_____ M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T AUTORIZÓ							



CROQUIS DEL RECIPIENTE A PRESION INSPECCIONADO



PROYECTO: "Elaboración e Integración de la Documentación Técnica para obtener el permiso de funcionamiento de recipientes a presión"

NOMBRE DEL RECIPIENTE:	SEPARADOR DE LIQUIDOS	REGION:	PARAISO, TABASCO	UBICACION:	TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS
No. EQUIPO:	3	ID-TAG:	VL-MC-6	INSTALACION:	AREA DE COMPRESORES
		REPORTE:	2		



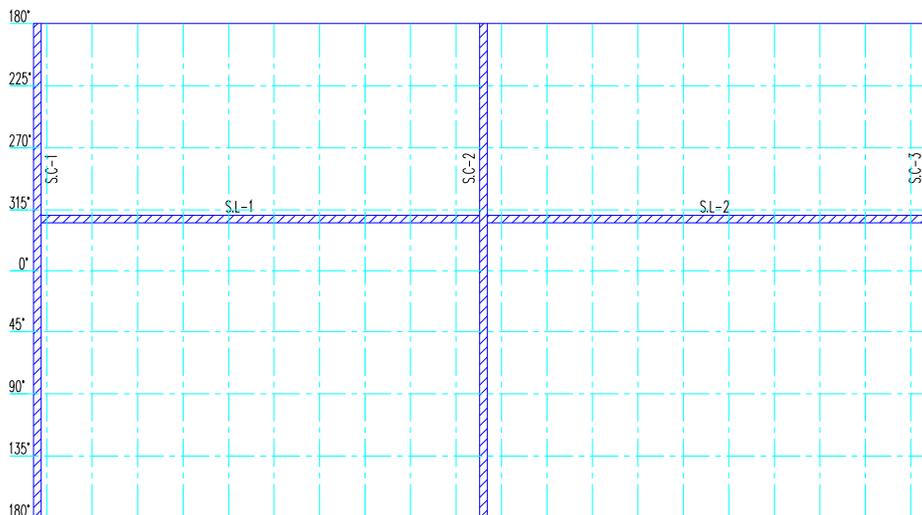
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



CROQUIS DEL RECIPIENTE A PRESION INSPECCIONADO

INSPECCIÓN POR UT
HAZ RECTO

INSPECCIÓN EN CUERPO

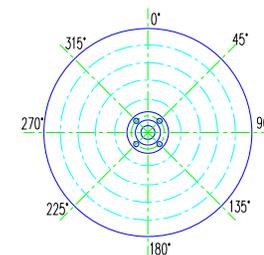


 ZONA DE BARRIDO (HAZ RECTO)

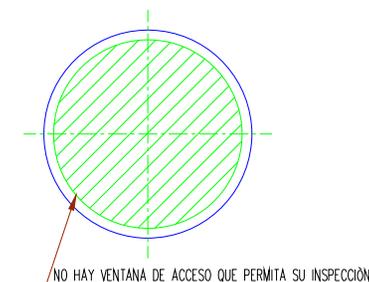
NOMENCLATURA

S.C.= SOLDADURA CIRCUNFERENCIAL
S.L.= SOLDADURA LONGITUDINAL

INSPECCIÓN EN TAPA SUPERIOR



INSPECCIÓN EN TAPA INFERIOR



PROYECTO: "Elaboración e Integración de la Documentación Técnica para obtener el permiso de funcionamiento de recipientes a presión"

NOMBRE DEL RECIPIENTE: SEPARADOR DE LIQUIDOS		REGION: PARAISO, TABASCO	UBICACION: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS
No. EQUIPO: 3		ID-TAG: VL-MC-6	INSTALACIÓN: AREA DE COMPRESORES
		REPORTE: 3	



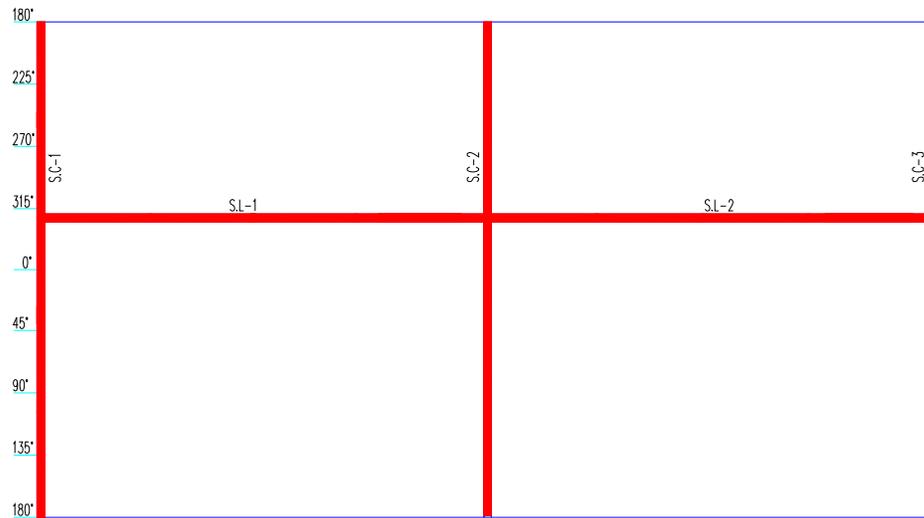
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



CROQUIS DEL RECIPIENTE A PRESION INSPECCIONADO

INSPECCIÓN POR UT
HAZ ANGULAR

INSPECCIÓN EN CUERPO

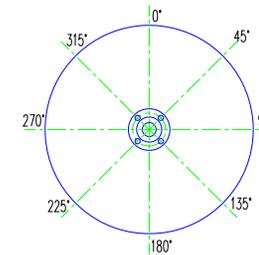


— (HAZ ANGULAR)

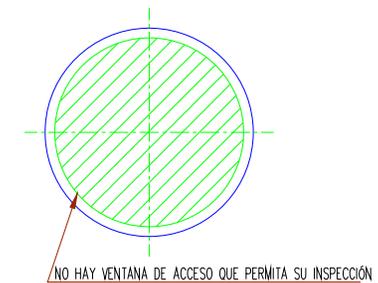
NOMENCLATURA

S.C.= SOLDADURA CIRCUNFERENCIAL
S.L.= SOLDADURA LONGITUDINAL

INSPECCIÓN EN TAPA SUPERIOR



INSPECCIÓN EN TAPA INFERIOR



PROYECTO: "Elaboración e Integración de la Documentación Técnica para obtener el permiso de funcionamiento de recipientes a presión"

NOMBRE DEL RECIPIENTE: SEPARADOR DE LIQUIDOS

REGION: PARAISO, TABASCO

UBICACION: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS

No. EQUIPO: 3

ID-TAG: VL-MC-6

INSTALACIÓN: AREA DE COMPRESORES

REPORTE: 4

FECHA:



REPORTE DE DUREZA														
GENERALIDADES														
PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN" CENTRO DE PROCESO: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS, RANCHERIA EL LIMON. LUGAR: PARAISO, TABASCO. REGIÓN: MARINA SUROESTE														
DATOS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO														
EQUIPO: ACUMULADOR DE GAS	ID - TAG: VL-MC-6	No. DE EQUIP 3												
INSTALACIÓN: COMPRESIÓN														
DATOS DEL EQUIPO UTILIZADO														
EQUIPO: MEDIDOR DE DUREZA	MODELO: EQUO TIP 2	MARCA: PROCEQ												
		SERIE: S/N												
LECTURAS Y EVALUACIÓN														
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #000080; color: white;">IDENTIFICACIÓN</th> <th style="background-color: #000080; color: white;">HB</th> <th style="background-color: #000080; color: white;">ESPECIFICACIÓN VIABLE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TAPA SUPERIOR ELIPSOIDAL</td> <td style="text-align: center;">109</td> <td>SA-516-70</td> </tr> <tr> <td>CUERPO</td> <td style="text-align: center;">142</td> <td>SA-516-70</td> </tr> <tr> <td>TAPA INFERIOR ELIPSOIDAL</td> <td style="text-align: center;">160</td> <td>SA-516-70</td> </tr> </tbody> </table>			IDENTIFICACIÓN	HB	ESPECIFICACIÓN VIABLE	TAPA SUPERIOR ELIPSOIDAL	109	SA-516-70	CUERPO	142	SA-516-70	TAPA INFERIOR ELIPSOIDAL	160	SA-516-70
IDENTIFICACIÓN	HB	ESPECIFICACIÓN VIABLE												
TAPA SUPERIOR ELIPSOIDAL	109	SA-516-70												
CUERPO	142	SA-516-70												
TAPA INFERIOR ELIPSOIDAL	160	SA-516-70												
_____ ING. AMPARO ROMO ABRAJAN. REALIZÓ	_____ ING. MA. ANGELES PLATA ORTIZ REVISÓ	_____ M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T AUTORIZÓ												



REPORTE DE ANÁLISIS METALGRÁFICO															
GENERALIDADES															
PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN" CENTRO DE PROCESO: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS, RANCHERIA EL LIMON. LUGAR: PARAISO, TABASCO. REGIÓN: MARINA SUROESTE															
DATOS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO															
EQUIPO: SEPARADOR DE LIQUIDOS INSTALACIÓN: COMPRESIÓN	ID - TAG: VL-MC-6 No. DE EQUIPO: 3														
INFORMACIÓN DEL MÉTODO DE PRUEBA															
APLICADO EN: CUERPO, TAPA SUPERIOR Y TAPA INFERIOR. CÓDIGOS/ESPECIFICACIONES: ASTM E-110; ASTM E-112															
ANÁLISIS METALGRÁFICO															
MICROGRAFÍA	<table border="1"> <tr> <td>FOTO No.:</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>SECCIÓN:</td> <td>TAPA SUPERIOR</td> </tr> <tr> <td>REACTIVO DE ATAQUE: NITAL 3%</td> <td>TAMAÑO DE GRANO</td> </tr> <tr> <td>AUMENTOS: 100X</td> <td>8-10 ASTM</td> </tr> <tr> <td colspan="2">DESCRIPCIÓN:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">EL ELEMENTO PRESENTA UNA MICROESTRUCTURA POLIFORMICA CONSTITUIDA POR UNA DISTRIBUCIÓN DE FASE FERRITA (ZONA CLARA) Y DE FASE PERLITA (ZONA OSCURA)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">SANIDAD: ACEPTABLE (x) NO ACEPTABLE ()</td> </tr> </table>	FOTO No.:	1	SECCIÓN:	TAPA SUPERIOR	REACTIVO DE ATAQUE: NITAL 3%	TAMAÑO DE GRANO	AUMENTOS: 100X	8-10 ASTM	DESCRIPCIÓN:		EL ELEMENTO PRESENTA UNA MICROESTRUCTURA POLIFORMICA CONSTITUIDA POR UNA DISTRIBUCIÓN DE FASE FERRITA (ZONA CLARA) Y DE FASE PERLITA (ZONA OSCURA)		SANIDAD: ACEPTABLE (x) NO ACEPTABLE ()	
FOTO No.:	1														
SECCIÓN:	TAPA SUPERIOR														
REACTIVO DE ATAQUE: NITAL 3%	TAMAÑO DE GRANO														
AUMENTOS: 100X	8-10 ASTM														
DESCRIPCIÓN:															
EL ELEMENTO PRESENTA UNA MICROESTRUCTURA POLIFORMICA CONSTITUIDA POR UNA DISTRIBUCIÓN DE FASE FERRITA (ZONA CLARA) Y DE FASE PERLITA (ZONA OSCURA)															
SANIDAD: ACEPTABLE (x) NO ACEPTABLE ()															
MICROGRAFÍA	<table border="1"> <tr> <td>FOTO No.:</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>SECCIÓN:</td> <td>CUERPO</td> </tr> <tr> <td>REACTIVO DE ATAQUE: NITAL 3%</td> <td>TAMAÑO DE GRANO</td> </tr> <tr> <td>AUMENTOS: 100X</td> <td>8-10 ASTM</td> </tr> <tr> <td colspan="2">DESCRIPCIÓN:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">EL ELEMENTO PRESENTA UNA MICROESTRUCTURA POLIFORMICA CONSTITUIDA POR UNA DISTRIBUCIÓN DE FASE FERRITA (ZONA CLARA) Y DE FASE PERLITA (ZONA OSCURA)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">SANIDAD: ACEPTABLE (x) NO ACEPTABLE ()</td> </tr> </table>	FOTO No.:	2	SECCIÓN:	CUERPO	REACTIVO DE ATAQUE: NITAL 3%	TAMAÑO DE GRANO	AUMENTOS: 100X	8-10 ASTM	DESCRIPCIÓN:		EL ELEMENTO PRESENTA UNA MICROESTRUCTURA POLIFORMICA CONSTITUIDA POR UNA DISTRIBUCIÓN DE FASE FERRITA (ZONA CLARA) Y DE FASE PERLITA (ZONA OSCURA)		SANIDAD: ACEPTABLE (x) NO ACEPTABLE ()	
FOTO No.:	2														
SECCIÓN:	CUERPO														
REACTIVO DE ATAQUE: NITAL 3%	TAMAÑO DE GRANO														
AUMENTOS: 100X	8-10 ASTM														
DESCRIPCIÓN:															
EL ELEMENTO PRESENTA UNA MICROESTRUCTURA POLIFORMICA CONSTITUIDA POR UNA DISTRIBUCIÓN DE FASE FERRITA (ZONA CLARA) Y DE FASE PERLITA (ZONA OSCURA)															
SANIDAD: ACEPTABLE (x) NO ACEPTABLE ()															
MICROGRAFÍA	<table border="1"> <tr> <td>FOTO No.:</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>SECCIÓN:</td> <td>TAPA INFERIOR</td> </tr> <tr> <td>REACTIVO DE ATAQUE: NITAL 3%</td> <td>TAMAÑO DE GRANO</td> </tr> <tr> <td>AUMENTOS: 100X</td> <td>8-10 ASTM</td> </tr> <tr> <td colspan="2">DESCRIPCIÓN:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">EL ELEMENTO PRESENTA UNA MICROESTRUCTURA POLIFORMICA CONSTITUIDA POR UNA DISTRIBUCIÓN DE FASE FERRITA (ZONA CLARA) Y DE FASE PERLITA (ZONA OSCURA)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">SANIDAD: ACEPTABLE (x) NO ACEPTABLE ()</td> </tr> </table>	FOTO No.:	3	SECCIÓN:	TAPA INFERIOR	REACTIVO DE ATAQUE: NITAL 3%	TAMAÑO DE GRANO	AUMENTOS: 100X	8-10 ASTM	DESCRIPCIÓN:		EL ELEMENTO PRESENTA UNA MICROESTRUCTURA POLIFORMICA CONSTITUIDA POR UNA DISTRIBUCIÓN DE FASE FERRITA (ZONA CLARA) Y DE FASE PERLITA (ZONA OSCURA)		SANIDAD: ACEPTABLE (x) NO ACEPTABLE ()	
FOTO No.:	3														
SECCIÓN:	TAPA INFERIOR														
REACTIVO DE ATAQUE: NITAL 3%	TAMAÑO DE GRANO														
AUMENTOS: 100X	8-10 ASTM														
DESCRIPCIÓN:															
EL ELEMENTO PRESENTA UNA MICROESTRUCTURA POLIFORMICA CONSTITUIDA POR UNA DISTRIBUCIÓN DE FASE FERRITA (ZONA CLARA) Y DE FASE PERLITA (ZONA OSCURA)															
SANIDAD: ACEPTABLE (x) NO ACEPTABLE ()															
OBSERVACIONES:	NO HAY PRESENCIA DE GRIETAS, AUSENCIA DE GRANO O ALGÚN MECANISMO DE CORROSIÓN SELECTIVA CON ALTERACIÓN MICROESTRUCTURAL.														
<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">_____ ING. AMPARO ROMO ABRAJAN. REALIZÓ</td> <td style="text-align: center;">_____ ING. MA. ANGELES PLATA ORTIZ REVISÓ</td> <td style="text-align: center;">_____ M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T AUTORIZÓ</td> </tr> </table>		_____ ING. AMPARO ROMO ABRAJAN. REALIZÓ	_____ ING. MA. ANGELES PLATA ORTIZ REVISÓ	_____ M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T AUTORIZÓ											
_____ ING. AMPARO ROMO ABRAJAN. REALIZÓ	_____ ING. MA. ANGELES PLATA ORTIZ REVISÓ	_____ M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO T AUTORIZÓ													

REPORTE FOTOGRÁFICO

GENERALIDADES

PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"

CENTRO DE PROCESO: TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS, RANCHERIA EL LIMON.

REGIÓN: MARINA SUROESTE

LUGAR: PARAISO, TABASCO.

DATOS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO

EQUIPO: SEPARADOR DE LIQUIDOS

ID - TAG: VL-MC-6

No. DE EQUIPO: 3

INSTALACIÓN: COMPRESIÓN



ASPECTO GENERAL DEL EQUIPO



INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES



MEDICIÓN DE ESPESORES

REPORTE FOTOGRÁFICO		
GENERALIDADES		
PROYECTO: "ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES A PRESIÓN"		
CENTRO DE PROCESO: <u>TERMINAL MARITIMA DOS BOCAS, RANCHERIA EL LIMON.</u>	REGIÓN: <u>MARINA SUROESTE</u>	
LUGAR: <u>PARAISO, TABASCO.</u>		
DATOS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN INSPECCIONADO		
EQUIPO: <u>SEPARADOR DE LIQUIDOS</u>	ID - TAG: <u>VL-MC-6</u>	No. DE EQUIPO: <u>3</u>
INSTALACIÓN: <u>COMPRESIÓN</u>		
		
<u>MEDICIÓN DE DUREZA</u>		
		
<u>INSPECCIÓN ULTRASÓNICA</u>	<u>REPLICA METALOGRAFICA</u>	

SERVICIO: SEPARADOR DE LÍQUIDOS

TAG: VL-MC-6



VISTA GENERAL DEL EQUIPO
NO PRESENTA ABOLLADURAS, DEFORMACIONES, SOCAVADOS
NI MARCAS MECÁNICAS.
EL EQUIPO SE ENCUENTRA EN BUEN ESTADO PARA OPERAR DE ACUERDO AL CÓDIGO ASME
SECCIÓN VIII DIV. I Y API-510

SERVICIO: SEPARADOR DE LÍQUIDOS

TAG: VL-MC-6



VISTA GENERAL DE LA PLACA DE DATOS DEL EQUIPO

SERVICIO: SEPARADOR DE LÍQUIDOS

TAG: VL-MC-6



VISTA GENERAL DE LA INSTRUMENTACIÓN DEL EQUIPO

SERVICIO: SEPARADOR DE LÍQUIDOS

TAG: VL-MC-6



VISTA DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD QUE PROTEGE AL EQUIPO



CAPÍTULO VI

TRÁMITES DE PERMISO ANTE LA STPS

VI. TRÁMITES DE PERMISO ANTE LA STPS:

El Reglamento Federal de Seguridad Higiene y Medio Ambiente de Trabajo publicado el 21 de enero de 1997, respetando nuestra L.F.T. (Ley Federal del Trabajo) y nuestra ley federal de metrología y normalización, en su propio capítulo tercero, sección I, artículo 29, para dar autorización de operación permite un aviso de las empresas acompañado de un dictamen expedido por una Unidad de Verificación debidamente acreditada que certifique que los mismos cuentan con las condiciones de seguridad y los dispositivos establecidos en la norma correspondiente o en una solicitud formal para el funcionamiento de los equipos a fin de que previa inspección federal practicada en la misma, que satisfagan requisitos previstos en reglamento y norma correspondiente. El mencionado Reglamento Federal de Seguridad Higiene y Medio Ambiente de Trabajo en su transitorio tercero abrogó el Reglamento para la Inspección de Generadores de Vapor y Recipientes a Presión emitido el 27 de agosto de 1936. Sin embargo las autoridades federales en esta materia, para el industrial que lo desee, acepta como buena, la parte matemática y técnica del abrogado reglamento. También y en forma preferencial acepta el Código A.S.M.E. en sus distintas Secciones, así como los Estándares Británicos, el Código Español de Calderas o cualquier otro como el Alemán o Italiano.

El viernes 28 de agosto de 2002 se publicó en el diario oficial la Norma Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2002. Recipientes a presión y Calderas-Funcionamiento- Condiciones de Seguridad.

La NOM-020-STPS-2002 no considera la materia de construcción de generadores de vapor, la cual es competencia de la Secretaría de Economía, conforme a lo que señala la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Bajo auspicios de la ahora Secretaría de Economía y la Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA) se integró el Comité Técnico de Normalización Nacional de Calderas y Recipientes a Presión NCRP-01 que es el responsable de emitir y/o reconocer Códigos o Normas Reguladoras de la fabricación nacional de Calderas. Este comité es coordinado por la Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación S.C. (NORMEX) institución privada de certificación.

La NOM-020-STPS-2002 señala varios procedimientos de gestión para obtener permisos de funcionamiento.

6.1. PROCEDIMIENTOS PARA OBTENER EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO

En la NOM-020-STPS-2002 relativa a Calderas y Recipientes a Presión aparecen 2 caminos en los cuales se pueden manejar varios procedimientos de gestión.

Camino I. Procedimiento de Gestión para obtener la autorización de funcionamiento de los equipos.

-Primer Procedimiento. Dar aviso por escrito a la STPS apoyados con un dictamen favorable expedido por una Unidad de Verificación debidamente acreditada. El citado reglamento publicado el 21 de enero/97, respetando nuestra L.F.T. y nuestra ley federal de metrología y normalización, en su propio capítulo tercero, sección I, artículo 29, para dar autorización de operación, casi como la propia Norma Numeral 8.3 permite un aviso de las empresas acompañado de un dictamen expedido por una Unidad de Verificación (U.V.) debidamente acreditada que certifique que los mismos cuentan con las condiciones de seguridad y los dispositivos establecidos en la norma correspondiente.

-Segundo Procedimiento. Solicitud de autorización de funcionamiento con intervención de la Dirección General de inspección federal del Trabajo o Delegación correspondiente. Presentar

solicitud formal para el funcionamiento de los equipos a fin de que previa inspección federal practicada en la misma, se satisfagan requisitos previstos en reglamento y norma correspondiente Numeral 8.2 de la Norma.

Procedimientos alternativos de gestión para obtener la autorización de funcionamiento de los equipos.

El primer procedimiento para obtener autorización de funcionamiento del camino I es muy sencillo; el Patrón simplemente da aviso por escrito a la Secretaria antes de la fecha de inicio del funcionamiento de los equipos adjuntando el dictamen expedido por la Unidad de Verificación debidamente acreditada, que certifique que los mismos cuentan con las condiciones de seguridad y los dispositivos establecidos en la norma respectiva obteniendo sus permisos de funcionamiento en forma expedita, breve y definitiva.

El segundo procedimiento para obtener autorización de funcionamiento del camino II es el siguiente: El patrón ingresa documentación ante oficialía de partes de la STPS integrada por el formato N-020; acreditando la personalidad del representante legal, teniendo que presentar un plano de construcción e instalación con dos cortes, uno transversal y otro longitudinal mostrando bases de sustentación y mostrando la ubicación del equipo dentro de planta con su correspondiente memoria de cálculo de resistencia mecánica del recipiente y calculo de válvula de seguridad avalado por un ingeniero calificado con Cedula Profesional. En treinta días el usuario recoge respuesta de STPS. En caso aceptable recibe una autorización provisional. La STPS y el usuaria acuerdan fecha de visita de inspección para realizar pruebas de integridad y pruebas de funcionamiento, siempre en días y horas hábiles, en presencia del apoderado legal de la empresa, la comisión mixta de seguridad e higiene y de un inspector autorizado por la STPS. En caso aprobatorio la autoridad concede la autorización definitiva.

Tal vez por la modernidad, los Industriales no son muy proclives a contratar los servicios profesionales de las Unidades de Verificación en materia de calderas y recipientes a presión. Siguen con el trámite tradicional acostumbrado señalado en el abrogado reglamento de inspección. Como se dijo antes elaboran un plano especial de construcción e instalación con dos cortes, uno transversal y otro longitudinal así como de su cimentación con un croquis de ubicación del equipo dentro de planta, ilustrando en el mismo plano su correspondiente memoria de cálculo equivalente al primer procedimiento antes mencionado. La elaboración o confección de un plano especial bien elaborado con estas características, tal vez les pueda costar más que y dictamen de una Unidad Verificadora. Además recordemos que la intervención de una U.V. no genera sanciones. La inspección federal si puede generar sanciones administrativas.

Camino II. Procedimiento para obtener permiso de funcionamiento realizando pruebas alternativas.

Sustituir Prueba hidrostática, hidrostática-neumática, Pruebas alternativas, Ensayos no destructivos, El expediente de Integridad mecánica por método alternativo. Numeral 9.4 de la NOM.020-STPS-2002.

Pruebas alternativas de funcionamiento.

El artículo 8° del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio ambiente de Trabajo dice lo siguiente:

"Cuando las Normas expedidas por la Secretaría establezcan el uso de equipos, procesos o tecnologías específicos, el patrón o sus representantes podrán solicitar por escrito a ésta, autorización para utilizar equipos, tecnologías, procedimientos o mecanismos alternativos,

mediante los cuales se dé cumplimiento a los objetivos y finalidades correspondientes, acompañando las justificaciones respectivas.

Previa opinión del Comité Consultivo Nacional de Normalización, la Secretaría deberá emitir la resolución respectiva dentro del plazo que en cada norma se establezca o en su defecto, dentro de los cuarenta y cinco días hábiles siguientes a la recepción de la solicitud. En el caso de que la Secretaría no emita la resolución dentro del plazo correspondiente, se considerará que ésta es afirmativa y, a petición del solicitante, deberá expedir constancia de autorización, dentro de los dos días hábiles siguientes a la presentación de la solicitud respectiva. La Secretaría hará del conocimiento de la Comisión Consultiva Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, las autorizaciones que al efecto se otorguen en los términos de este artículo, a fin de darles publicidad, para que otros interesados puedan plantear su situación particular y de ser procedente, obtener la autorización correspondiente de conformidad con lo dispuesto en los párrafos anteriores, respetando, en su caso, los derechos adquiridos conforme a la Ley de Propiedad Industrial."

El numeral 4.2.1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2002 define Método alternativo como la iniciativa presentada por el patrón, en sustitución de las opciones de demostración de la seguridad del equipo indicado en la Norma.

Por lo tanto se puede afirmar: Cuando por razones técnicas y/o económicas, las empresas se encuentran en dificultad seria para realizar las pruebas señaladas en la Norma, tanto el Reglamento como la norma correspondiente, brindan la oportunidad a empresarios de hacer pruebas alternativas en sustitución de la P.H. (prueba hidrostática).

6.2. RAZONES TÉCNICAS Y/O ECONÓMICAS QUE DIFICULTAN LAS PRUEBAS SEÑALADAS EN LA NORMA

1. El fluido que maneja el recipiente reacciona químicamente en forma adversa con la presencia de H₂O. Ejemplo amoniaco, freon, hidrógeno.
2. Las bases de sustentación y cimentación del recipiente a presión no soportan el tonelaje de agua por almacenar dentro del recipiente a presión.
3. No es posible conseguir un caudal de agua para llenar el recipiente a presión, volumen de agua muy elevado.
4. La interrupción del proceso productivo por preparativos y realización de una P.H. representa riesgo y/o alto costo para la empresa solicitante.
5. Daños ecológicos en desechos de H₂O contaminada.
- 6 Dificultad para hacer ensayos no destructivos o integrar un expediente de integridad mecánica.

Tanto la Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo como el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Salud y Medio ambiente Laboral, para dar trámite a una solicitud de prueba alternativa exigen como "información suficiente" lo siguiente:

Solicitud de autorización de Pruebas Alternativas dirigida a:
Secretaría del Trabajo y Previsión Social
Subsecretaría "B".
Dirección Oral. De Seguridad e y Salud en el Trabajo
Calle Valencia N° 36-2° piso
Col. Insurgentes Mixcoac
México, D.F.
C.P. 03920
Tel. 55-63-04-97
O bien a la Delegación correspondiente

En dicha solicitud se deben incluir las especificaciones técnicas generales y fluidos que manejan los recipientes a presión considerados. Es conveniente mencionar cómo intervienen los recipientes considerados en el proceso productivo de la empresa solicitante. Es importante mencionar las razones técnicas y económicas específicas por las cuales se solicitan dichas alternativas en sustitución de las pruebas señaladas en la Norma. También deben mencionar quien o quienes serán los responsables de realizar las pruebas indicando brevemente instrumentos utilizados y citando experiencia de la empresa especializada en las pruebas y del personal técnico que lo llevará a cabo. También deberán informar si participará una Unidad de Verificación para atestiguar tales pruebas o un inspector de la STPS.

Esta carta solicitud, estará acompañada de una serie de anexos que deberán ser cuando menos los siguientes:

1. Copia del Poder Notarial del que firma como solicitante.
2. Planos y memoria de cálculo sobre resistencia mecánica de los recipientes a presión y cálculo de válvulas de relevo de presión de los equipos considerados, avalados por un ingeniero calificado.
3. Certificado de fabricación del recipiente (si existe).
4. Curriculum de la empresa responsable de las pruebas
5. Curriculum del personal técnico a cargo de los trabajos incluyendo copia de cédulas profesionales y copia de sus reconocimientos
6. Listado de instrumentos acompañado de copias de los certificados de calibración de instrumentos utilizados para la realización de las inspecciones.
7. Copias de planos de los recipientes, señalando zonas y métodos de inspección que serán aplicadas las pruebas.
8. Metodología que marque procedimientos específicos de inspección (No Genéricos), indicando criterios de aceptación/rechazo bien definido.
9. Programa probable de las pruebas con métodos alternativos.

VENTAJA DE UTILIZAR ESTA ALTERNATIVA

No se suspenden los procesos productivos y obviamente la rentabilidad de la empresa no se ve afectada sensiblemente.

Limitantes de esta alternativa

1. Alta inversión (\$)
2. Disponibilidad de personal técnico especializado.
3. Sin excepción, se requiere de la autorización previa de la STPS y no acepta solicitudes para pruebas alternativas realizadas anteriormente.
4. Tiempo de gestión para obtener la aprobación (5 a 8 semanas).
- 5.

6.3. ¿QUÉ ES UNA VERIFICACIÓN?

Es la Certificación de que sus equipos instalados cumplen con la Norma Oficial Mexicana. La verificación comprende la evaluación de cada instalación en particular y la inspección física mediante el atestiguamiento de pruebas que permitan certificar la integridad y funcionalidad de la instalación. En su caso, el señalamiento de desviaciones y elaboración de recomendaciones para subsanarlas.

Por medio de la constatación ocular o comprobación del muestreo, medición, pruebas de laboratorio o examen de documentos que se realizan para evaluar la conformidad en un momento determinado, asocia a otras actividades tales como la Normalización y la Certificación, sirve de apoyo a la industria y comercio, debiendo brindar a la sociedad en su conjunto la certeza de que los productos, bienes o servicios que utiliza, no representan riesgos a su integridad física, a sus propiedades o al entorno donde se utilizan.

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización en su artículo 3° apartados XVII y XVIII dice que debe entenderse como Unidad de Verificación a la persona física o moral que realiza acto de constatación ocular o comprobación mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorio, o examen de documentos que se realizan para evaluar la conformidad en un momento determinado.

La misma ley indica que la verificación debe efectuarse "a solicitud de parte", esto implica que no se deben imponer o forzar los servicios de verificación. Es 100% voluntario para el industrial. La misma LFSMN establece que: "Las Unidades de verificación implementarán los procedimientos de trabajo relativos al aseguramiento de la calidad que garanticen el desempeño de sus funciones para la verificación de proyectos e instalaciones de utilización con el propósito de salvaguardar vidas y bienes con la aplicación de tecnologías tendientes a lograr una completa identificación y evaluación de condiciones no conformes y ubica con precisión los riesgos potenciales que presenta cada instalación".

6.4 U.V. DE CALDERAS Y RECIPIENTES SUJETOS A PRESIÓN

Persona moral acreditada por la Entidad Mexicana de Acreditación ("EMA") y técnicamente aprobada por la STPS, para realizar actos de verificación, y que cuenta con la organización, el personal y tiene la capacidad e integridad para llevar a cabo los servicios bajo procedimientos bien definidos. Se entiende que dichos servicios incluyen funciones tales como la ratificación de la seguridad de calderas y recipientes sujetos a presión (RSP), destinadas al uso en la industria, tomando como base la NOM-020-STPS-2002. Para las desviaciones en el cumplimiento, la U.V. genera un documento denominado "Reporte de NO CONFORMIDAD", el cual es entregado únicamente al representante de la empresa para su atención.

DOCUMENTOS QUE LA U.V. SOLICITA AL USUARIO, PREVIO A LA VERIFICACIÓN.

1. Juegos de planos completos de construcción y su correspondiente memoria de cálculo del equipo, así como de su válvula de seguridad.
2. Certificado de fabricación de la válvula de seguridad.
3. Certificado de calibración de la válvula de seguridad.
4. Copia del estampado ASME si cuenta con él.
5. Copia de autorización de funcionamiento, si es que la tiene.
6. Copia de factura del fabricante de caldera y/o RSP.
7. Copia del certificado de fabricación de caldera o R.S.P.
8. Copia de manuales: Instalación operación y mantenimiento, accesorios y dispositivos de seguridad.
9. Programa de seguridad e higiene para la operación y mantenimiento de partes móviles.
10. Procedimiento para la atención de emergencias en equipos.
11. Copia de alteraciones, modificaciones o reparaciones mayores al R.S.P. o caldera.
12. Constancia de habilidades del operador de los R.S.P. y/o calderas.
13. Programa de capacitación y adiestramiento anual.
14. Copia del poder notarial del apoderado legal de la empresa.
15. Calendario de pruebas.

OBLIGACIONES DE LA U. V.

- Atender con eficiencia el servicio de verificación de calderas y recipientes sujetos a presión a solicitud expresa y formal del usuario o propietario.
- Verificar el cumplimiento a la NOM-020-STPS-2002 y posponer la emisión de dictámenes correspondientes, hasta que se cumplan eventuales NO CONFORMIDADES.
- Seguir la metodología indicada en su manual de aseguramiento de calidad para revisión de planos, memoria de cálculo e instalación.
- Contar con la infraestructura mínima indispensable indicada en el manual de procedimientos, para realizar los servicios de verificación con forma expedita y eficiente.
- No tener interés comercial, ni formar parte de alguna institución pública o privada que tenga intereses comerciales directos en las instalaciones de los usuarios que verifique
- Guardar confidencialidad en los procesos de fabricación, derechos de autor o patente, derechos de propiedad y cualquier otra información que el usuario considere secreta o reservada.
- Hacer extensivo este compromiso al personal que labore personalmente en la U.V. y que tome parte en las verificaciones de las calderas y R.S.P.
- Observar y verificar que las instalaciones satisfagan la NOM-020-STPS-2002, a fin de que no representen peligro para las operaciones o usuarios de los mismos, ni para los propios equipos o inmuebles.

PUNTOS QUE CUBRE LA VERIFICACIÓN DE LOS RSP Y CALDERAS.

- Medición y análisis de espesores en puntos críticos del recipiente o caldera
- Las válvulas de seguridad se encuentran bien calibradas, de acuerdo con la presión de operación, y que cuenten con certificado de calibración o certificado de fabricación.
- Que los manómetros estén calibrados y con el rango adecuado (que la presión máxima de operación sea de 2/3 de la escala total).
- Que todos los motores cuenten con arrancadores adecuados y su protección contra sobrecarga.
- Observa pruebas de integridad del R.S.P. o Caldera, midiendo y aceptando previamente el espesor de las planchas por medio de ultrasonido y posteriormente atestiguan las pruebas.
- Verifica las pruebas de funcionamiento en las calderas "en caliente", prueba el corte de combustible por bajo nivel de agua, hace simulación por falla de flama y prueba de disparo de válvula de seguridad
- Que tenga su válvula de venteo.
- En RSP verifica las válvulas de seguridad, controles de presión y funcionamiento de válvulas de purga.
- Que la tubería de controles de presión en calderas tengan su línea de purga, con su respectiva válvula de purga.
- Que las conexiones del control de nivel sean las apropiadas (3000 Lb/pulg²) tales como cruces, tees y codos.
- Que las tuberías de purga de caldera mínimo sean de cédula 80 hasta las válvulas de cierre lento.

- Revisa cables eléctricos de las cápsulas de mercurio, (que no se encuentren endurecidos y/o quemados), y que las cápsulas de mercurio operen libremente.
- En el caso de compresores que son accionados con bandas, deberá contar con su cubrebanda, y que el motor eléctrico se encuentre protegido contra descargas eléctricas, aterrizando la instalación eléctrica.
- Que los pulmones de aire tengan instalado sus dispositivos de seguridad.
- Que las instalaciones cumplan con las normas complementarias a la NOM-020-STPS-2002, como son las siguientes:

NOM-001-STPS-1999	ÁREA DE TRABAJO.
NOM-002-STPS-1998	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO.
NOM-005-STPS-1998	COMBUSTIBLE Y SUSTANCIAS INFLAMABLES.
NOM-012-STPS-1993	FUENTES EMISORAS DE RADIACIONES.
NOM-017-STPS-1993	PROTECCIÓN PERSONAL.
NOM-022-STPS-1993	PROTECCIÓN DE ELECTRICIDAD ESTÁTICA.
NOM-024-STPS-1993	GENERACIÓN DE VIBRACIONES.
NOM-025-STPS-1993	NIVELES DE ILUMINACIÓN.
NOM-026-STPS-1998	COLORES DE IDENTIFICACIÓN.
NOM-114-STPS-1993	IDENTIFICACIÓN Y COMUNICACIÓN DE RIESGOS POR SUSTANCIAS QUÍMICAS.
NÚM-O01-SEMIP-1994	USO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

VERIFICACIÓN DE INSTALACIONES

Verifica y toma calca de la placa de identificación del fabricante original de la caldera o RSP. Toma calca de la estampa ASME si la tiene. Compara espesores medidos con los espesores indicados en planos. Revisa bases de sustentación, nivelación de equipos, tableros eléctricos principales y derivados, drenajes, tuberías aisladas técnicamente, anclaje de tuberías, protecciones de motores eléctricos, espacios de acceso y tránsito, mide la separación entre equipos, revisa la indicación de sentidos de flujos en tuberías, niveles de ruido, iluminación y temperatura ambiente.

CORRECCIONES, MODIFICACIONES, OBSERVACIONES Y REPORTE DE NO CONFORMIDADES A LAS INSTALACIONES

La U.V. de R.S.P y Calderas indica por escrito al usuario las deficiencias, encontradas en las instalaciones tanto en planos como en memoria de cálculo, que en su caso existan, a fin de que dichas deficiencias sean corregidas. La U.V. en su reporte de NO CONFORMIDADES, fundamentará las deficiencias en base a la NOM-020-STPS-2002, norma aplicable, código o documento técnico de reconocimiento Nacional o Internacional.

REPORTE FINAL

Al finalizar la verificación de los R.S.P. o Caldera y cualquiera que sea el resultado, la U.V. expedirá un reporte final conteniendo el resumen de todos los formatos o actas levantadas en el transcurso de la verificación.



DICTAMEN

Después de que el usuario cumple con todas las eventuales NO CONFORMIDADES y se revise físicamente lo anterior, la U.V. expide el Dictamen favorable certificando que sus equipos instalados cumplen con la NOM-020-STPS-2002, para su presentación ante la STPS a fin obtener en cinco días como máximo, su registro definitivo de instalación que tendrá una vigencia de cinco años cuando el equipo sea usado y diez años cuando el equipo es nuevo.

BENEFICIOS AL OBTENER DICTAMEN A TRAVÉS DE UNA U.V.

- Puede obtener a precio razonable su dictamen con profesionalismo y rapidez, en mucho menos tiempo que en el sistema tradicional y consecuentemente obtiene sus permisos de funcionamiento en forma breve y definitiva (sin carácter provisional).
- La U.V. cuenta con procedimientos de calidad bien definidos revisados y autorizados tanto por la STPS como por "EMA".
- Las pruebas de verificación se pueden hacer en sábado, domingo, o días festivos. Las U.V. se adapta a necesidades de los industriales, para no interrumpir sus programas de producción y sin afectar procesos industriales.
- Se proporciona orientación técnica con señalamientos sobre otras normas vinculadas con calderas y recipientes sujetos a presión
- Se puede coordinar con sus programas de mantenimiento para llevar a cabo paralelamente la verificación.
- Se pueden verificar los equipos durante y al término del montaje, antes de entrar a los procesos productivos y/o evitar eventualmente pruebas alternativas futuras que son muy costosas y requieren aprobación previa de la S.T.P.S. y la cual como se dijo antes, toma mucho tiempo para lograrla.

CONCLUSIONES

Del desarrollo del presente trabajo se concluye lo siguiente:

1) Se integro el protocolo con la información técnica para verificar que los recipientes FA-3101 y VL-MC-6, cuentan con las condiciones de seguridad y los dispositivos requeridos por la norma NOM-020-STPS-2002 de la Secretaria de Trabajo y Previsión Social.

2) Se analizaron los parámetros que se requieren para obtener la información técnica necesaria y así los 2 recipientes tengan su licencia de funcionamiento.

3) Los resultados obtenidos en las pruebas no destructivas si cumplieron con las especificaciones necesarias para su certificación.

4) En México el diseño de los Recipientes a Presión debe cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2002.

5) Para obtener la Licencia de Funcionamiento de un recipiente a Presión se requiere integrar la siguiente documentación:

-Solicitud de STPS.

-Descripción del equipo.

-Plano de localización del equipo (PLG).

-Ingeniería de proceso.

Diagrama de tubería e instrumentación (DTI).

Hoja de datos.

Válvula de seguridad (memoria).

Manual de seguridad e higiene de acuerdo a la NOM-020-STPS-2002.

Manual de seguridad e higiene para el mantenimiento del equipo.

- Ingeniería de recipientes.

Plano de arreglo general.

Memoria de cálculo.

-Pruebas no destructivas

Reporte de inspección visual.

Reporte de inspección de líquidos penetrantes.

Reporte de inspección ultrasónica (medición de espesores).

Reporte de inspección ultrasónica (haz recto).

Reporte de inspección ultrasónica (haz angular).

Reporte de medición de dureza.

Reporte de réplica metalografía.

Álbum fotográfico

6) Las Pruebas No Destructivas que se deben realizar a un recipiente a Presión son:

- Inspección Visual.
- Líquidos penetrantes.
- Ultrasonido.
- Medición espesores.
- Dureza.
- Replica Metalográfica.

7) Es importante cuidar la integridad mecánica de los recipientes a presión, cambiadores de calor y tanques atmosféricos, que manejen y/o almacenen sustancias inflamables y de riesgo para la salud del personal que labora en los centros de proceso, así como mantener los dispositivos de seguridad propios de los equipos en condiciones óptimas, junto con su programa de mantenimiento y ajuste, dan cumplimiento a la NOM-020-STPS-2002.

8) Los trabajos de levantamiento donde se expresan los cálculos y recopilación de información, permiten calcular el espesor mínimo de envoltorio y tapas, que junto con los reportes de espesores obtenidos de pruebas ultrasónicas determinarán la vida útil del equipo, así como la presión máxima de trabajo que puede resistir el equipo, y qué equipo no cumple con la norma por tener un espesor mínimo remanente, por lo que se tiene que emplazar a su próximo retiro.

9) En la actualidad no llevar a cabo la implementación de las normas puede salir muy costoso y más si se habla de recipientes a presión que puedan poner en riesgo la vida de los trabajadores, aparte de que es un problema muy grande toda la documentación para el peritaje de una investigación por muerte accidental en la zona de trabajo siempre es mejor tener la documentación en orden y cumplir con las especificaciones que al principio pueden generar un gasto al contratar una unidad verificadora y el tiempo que se le tiene que dedicar pero es mejor así realizar e integrar la información para los recipientes a presión.

10) Los recipientes con válvulas deben tener bitácoras actualizadas mínimo cada año con los datos de su última calibración.



RECOMENDACIONES

El manejo de recipientes a presión es riesgoso, por tal motivo se deben diseñar y construir de acuerdo al código ASME DIV. 1 SECCIÓN VIII.

Los esfuerzos que lleva a cabo la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la normativa oficial de recipientes, han logrado dar un gran paso para que nuestro país ya no tenga que depender de organismos extranjeros, que certifiquen o verifiquen en un momento dado para dar cumplimiento a códigos, estándares en lo que a estos equipos se refiere.

Ante la necesidad de incrementar la seguridad en el proceso, manteniendo las instalaciones seguras, se desarrollo la integración de la documentación técnica de los recipientes a presión recomendamos tener la información en carpetas y que estas estén en lugares accesibles para el personal relacionado , si estos son recipientes usados actualizar la documentación cada 5 años y si son nuevos cada 10 años y mantener las placas otorgadas por equipo pegadas a estos, sin rayarlas ni alterar la información .
Implantar y llevar a cabo programas de mantenimiento preventivo y correctivo en recipientes a presión, así como procedimientos para la calibración para mayor seguridad.



BIBLIOGRAFÍA

- 1) Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
- 2) NOM-122-STPS-1996, relativa a las Condiciones de Seguridad e Higiene para el Funcionamiento de los Recipientes Sujetos a Presión y Generadores de Vapor o Calderas que Operen en los Centros de Trabajo.
- 3) NOM-020-STPS-2002, Recipientes Sujetos a Presión y Calderas-Funcionamiento-Condiciónes de Seguridad.
- 4) NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- 5) Guide for Pressure Relieving and Depressuring Systeme, API Recommended Practice 521, septiembre, 1969.
- 6) American Society Mechanical Engineers, Boiler and Vessels Pressure Code, 2001.
- 7) Ensayos no destructivos, ASME, secc. V.
- 8) Ensayos no destructivos, especificaciones ASTM.
- 9) API 510: American Petroleum Institute (API), Pressure Vessel Inspector Certification.
- 10) Manual de operación de tanques de reserva de aire para SDV, Pemex-Exploración y Producción, Universidad Tecnológica de Campeche, UTCAM, 2006.
- 11) Normalización, certificación y verificación, necesidades para nuestra sociedad, J. Jesús Solís García, El Financiero, sección Enfoques, martes 28 de enero de 1997, página 11 A.
- 12) MEGYESY, Eugene F. Manual de recipientes a presión diseño y calculo Limusa, 3 era. Ed. Pag 165-169. 2001.
- 13) Fitzgerald, Robert W. Resistencia de materiales. Fondo Educativo Interamericano, S. A. y Representaciones y Servicios de Ingeniería, México, 1970.
- 14) Sloane, Alvin. Mechanics of materials, The MacMillanCo.EEUU,1960.
- 15) Balanzá, Julio C. Resistencia de materiales teoría y práctica. Universidad Veracruzana, Xalapa Ver., México, 1993.
- 16) <http://www.utcam.com>.



- 17) www.universidad.tecnologicas.com/trabajos3/ recip/ recip.shtml
- 18) <http://vlex.com.mx/vid/recipientes-sujetos-presion-calderas>
- 19) <http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/137/5/Anexo%206%20Calculo%20de%20recipientes%20a%20presion.pdf>
- 20) <http://www.unacar/doc/2469715/Pruebas-no-destructivas>
- 22) http://www.precisiontools.com.mx/catalogos_online/magnaflux_msds/Modos_de_Uso_Spotcheck.pdf
- 23) http://españa.org//Ensayos_no_destructivos
- 24) http://www.powermaster.com.mx/gt_asme.htm



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



APENDICE I

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM-020-STPS-2002

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-020-STPS-2002, RECIPIENTES SUJETOS A PRESION Y CALDERAS- FUNCIONAMIENTO- CONDICIONES DE SEGURIDAD

CARLOS MARIA ABASCAL CARRANZA, Secretario del Trabajo y Previsión Social, con fundamento en los artículos 16 y 40, fracciones I y XI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 512, 523 fracción I, 524 y 527, último párrafo, de la Ley Federal del Trabajo; 3º, fracción XI, 38, fracción II, 40, fracción VII, 41, 43 a 47 y 52 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 33 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 17, fracciones II y IX, 29 al 34, 36, 37 y 39 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo; 3º, 5º y 22 fracciones III, VIII y XVII del Reglamento Interior de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, y

CONSIDERANDO

Que con fecha 18 de julio de 1997, fue publicada en el **Diario Oficial de la Federación** la Norma Oficial Mexicana NOM-122-STPS-1996, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene para el funcionamiento de recipientes sujetos a presión y generadores de vapor o calderas que operen en los centros de trabajo;

Que esta Dependencia a mi cargo, con fundamento en el Artículo Cuarto Transitorio, primer párrafo del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 21 de enero de 1997, ha considerado necesario realizar diversas modificaciones a la referida Norma Oficial Mexicana, las cuales tienen como finalidad adecuarla a las disposiciones establecidas en el ordenamiento reglamentario mencionado;

Que con fecha 28 de noviembre de 2000, en cumplimiento a lo previsto en el artículo 46 fracción I, de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social presentó ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral, el Proyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-122-STPS-1996, RELATIVA A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA EL FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES SUJETOS A PRESION Y GENERADORES DE VAPOR O CALDERAS QUE OPEREN EN LOS CENTROS DE TRABAJO, PARA QUEDAR COMO NOM-020-STPS-2001, RECIPIENTES SUJETOS A PRESION Y CALDERAS-FUNCIONAMIENTO- CONDICIONES DE SEGURIDAD, y que el mismo día el citado Comité lo consideró correcto y acordó que se publicara como proyecto en el **Diario Oficial de la Federación**;

Que con objeto de cumplir con lo dispuesto en los artículos 69-E y 69-H de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, el anteproyecto correspondiente fue sometido a la consideración de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria <http://www.osha.gov/TriNational/oria>, la que dictaminó favorablemente en relación al mismo;

Que con fecha 4 de mayo de 2001, en cumplimiento del Acuerdo del Comité y de lo previsto en el artículo 47, fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el **Diario Oficial de la Federación** el Proyecto de Modificación de la presente Norma Oficial Mexicana, a efecto de que dentro de los siguientes 60 días naturales a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral;

Que dentro del proceso de revisión de las normas oficiales mexicanas en materia de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo que efectúa la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, algunas de las normas se han unificado para su mejor comprensión por contener elementos afines, por lo que al reducirse su número, las claves correspondientes a las normas que se cancelan quedan disponibles para ser asignadas a otras nuevas normas o revisiones de las ya existentes, por lo que para mantener la continuidad de las claves de las normas oficiales mexicanas en esta materia, la clave de la presente Norma queda como NOM-020-STPS-2002;

Que atendiendo a lo dispuesto por el artículo 22, fracción XVII del Reglamento Interior de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 21 de diciembre de 2001, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral cambió su denominación por la de Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo;

Que habiendo recibido comentarios de nueve promoventes al presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo procedió a su estudio y resolvió sobre los mismos, publicando esta Dependencia las respuestas respectivas en el **Diario Oficial de la Federación** el 7 de junio de 2002, en cumplimiento a lo previsto por el artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización;

Que en atención a las anteriores consideraciones y toda vez que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, después de revisarla otorgó la aprobación respectiva, incluyendo las adecuaciones respectivas en su cuarta sesión ordinaria, celebrada el 30 de abril de 2002, se expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-020-STPS-2002, RECIPIENTES SUJETOS A PRESION Y CALDERAS-FUNCIONAMIENTO- CONDICIONES DE SEGURIDAD.

Índice

- 1 Objetivo
- 2 Campo de aplicación
- 3 Referencias
- 4 Definiciones
- 5 Obligaciones del patrón
- 6 Obligaciones de los trabajadores
- 7 Condiciones mínimas de seguridad de los equipos
- 8 Procedimiento para obtener la autorización de funcionamiento
- 9 Demostración de la seguridad del equipo y de sus dispositivos de seguridad
- 10 Recipientes criogénicos
- 11 Inspecciones
- 12 Unidades de verificación
- Apendice a Formato N-020
- Apendice b Formato N-020-C
- 13 Vigilancia
- 14 Bibliografía
- 15 Concordancia con normas internacionales

1 Objetivo

Establecer los requisitos mínimos de seguridad para el funcionamiento de los recipientes sujetos a presión y calderas en los centros de trabajo, para la prevención de riesgos a los trabajadores y daños en las instalaciones.

2 Campo de aplicación

2.1 La presente Norma Oficial Mexicana rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo en donde funcionen recipientes sujetos a presión interna o externa, calderas o recipientes criogénicos.

2.2 Los equipos que cumplan con las variables de cualquiera de los incisos citados en los apartados 2.2.1 y 2.2.2 no requieren de la autorización de funcionamiento ante la Secretaría, pero para ellos se debe cumplir con lo establecido en los apartados 5.1, 5.3, 5.5, 5.6 y 5.7.

2.2.1 Recipientes sujetos a presión:

- a. que su sección transversal más amplia sea menor de 15.2 cm sin importar la longitud del recipiente, y que además contenga fluidos no peligrosos;
- b. que trabajen con agua, aire y/o fluidos no peligrosos, que su temperatura de operación no exceda de 70 °C y que la presión de calibración del dispositivo de seguridad sea inferior a 5.0 kg/cm². Los equipos que trabajen a vacío sí requieren autorización de funcionamiento;
- c. que se destinen a contener líquidos criogénicos, cuyo volumen sea menor a 1m³, su diámetro no exceda de 100 cm en la sección más amplia del recipiente interior, y la presión de calibración del dispositivo de seguridad se encuentre entre 0 y 5 kg/cm²;
- d. que trabajen interconectados en una misma línea de proceso donde la presión de operación del conjunto de equipos, y la de cada uno de los equipos, se encuentre entre 0.3 y 2 kg/cm² de presión manométrica, y al final de la línea de proceso se encuentren abiertos a la atmósfera;
- e. que sean receptores de aire asociados con los sistemas de frenos de equipo móvil.

2.2.2 Calderas:

- a. que cuenten con una superficie de calefacción menor de 10 m² y que la presión de calibración del dispositivo de seguridad sea menor a 3.5 kg/cm²;
- b. que su temperatura de operación no sea mayor de 70° C.

2.3 Quedan exceptuados del cumplimiento de esta Norma:

- a. las campanas de buceo;
- b. las cámaras o campanas hiperbáricas;
- c. los recipientes utilizados como extintores;
- d. las tuberías y sus componentes (juntas de expansión y conexiones);
- e. los recipientes portátiles que contengan gases comprimidos;
- f. las partes para contener presión de otros componentes o mecanismos que sirven para mezclado, separación, aspersión, distribución, medición o control de fluidos;
- g. los equipos que contengan gas licuado de petróleo que se encuentran regulados por otras disposiciones legales cuya vigilancia compete a la Secretaría de Energía;
- h. Carros-Tanque que transporten gases comprimidos, cuyas regulaciones se encuentran a cargo de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

3 Referencias

Para la correcta interpretación de esta Norma, deben consultarse las siguientes Normas vigentes o las que las sustituyan:

NOM-018-STPS-2000 Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

NOM-026-STPS-1998 Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

NMX-B-482-1991 Capacitación, calificación y certificación de personal de ensayos no destructivos.

4 Definiciones

Para efectos de la presente Norma Oficial Mexicana, se establecen las siguientes definiciones:

4.1 **Alteración:** es el cambio físico a un equipo o el incremento de la temperatura o presión de trabajo máxima permisible, con implicaciones que afecten su capacidad para soportar presiones más altas de las establecidas en su diseño. El reemplazo de componentes por otros de las mismas características y el reforzamiento de boquillas no deben considerarse una alteración.

4.2 **Aparato auxiliar:** es el accesorio instalado en el generador de vapor o caldera que sirve para supervisar las variables de la operación del equipo. Ejemplos de ellos son: columnas de agua, indicadores de nivel, controles de presión, entre otros.

4.3 **Autoridad del trabajo; autoridad laboral:** las unidades administrativas competentes de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, que realicen funciones de inspección en materia de seguridad e higiene en el trabajo y las correspondientes de las entidades federativas y del Distrito Federal, que actúen en auxilio de aquéllas.

4.4 **Autorización de funcionamiento;** es la autorización que otorga el inspector en el acta correspondiente, como resultado satisfactorio de la visita de inspección inicial o la que se derive de ésta (incluyendo la demostración de la seguridad del equipo), o la autorización que otorga la Delegación por el reconocimiento del dictamen emitido por una Unidad de Verificación.

4.5 **Baja:** es la cancelación de la autorización de funcionamiento del equipo, en los controles de la Delegación, como consecuencia de la notificación por escrito del patrón. No se requiere respuesta de la Delegación. La Autoridad Laboral podrá corroborar, mediante una inspección extraordinaria, que efectivamente los equipos motivo de la notificación se encuentran fuera de operación.

4.6 **Caldera; generador de vapor:** es un aparato que se utiliza para generar vapor de agua o para calentar un fluido en estado líquido, mediante la aplicación de calor producido por la combustión de materiales, reacciones químicas, energía solar o eléctrica, utilizando el vapor de agua o los líquidos calentados fuera del aparato.

4.7 **Campana; cámara hiperbárica:** es un tipo de recipiente sujeto a presión, diseñado para que en su interior permanezcan personas con fines de compresión y descompresión de su organismo.

4.8 **Certificado de fabricación:** es el documento emitido por el fabricante del equipo, en el que se establece, bajo protesta de decir verdad, que los materiales, el diseño, la fabricación, las pruebas y la inspección del equipo, fueron efectuados de acuerdo a lo establecido en el código o norma empleada para su fabricación.

4.9 **Código:** es el conjunto de reglas técnicas en que está basado el diseño y la construcción del equipo.

4.10 **Delegación:** es la Delegación o Subdelegación Federal del Trabajo de las Entidades Federativas y del Distrito Federal.

4.11 **Dictamen:** es el documento emitido por la Unidad de Verificación, en el que se determina si fueron o no fueron cumplidos todos los requerimientos establecidos en la presente Norma.

4.12 **Dispositivo de seguridad:** es cualquier válvula de seguridad, válvula de alivio de presión, disco de ruptura o cualquier otro elemento diseñado para desahogar una presión, que exceda el valor de calibración o de desfogue establecido para la operación segura del equipo.

4.13 **Equipo nuevo:** es aquel equipo que no ha sido usado.

4.14 **Equipo:** es cualquier caldera o recipiente sujeto a presión, incluyendo los recipientes criodérmicos.

4.15 Fluidos no peligrosos: son aquellas sustancias químicas que en sus tres tipos de riesgos (a la reactividad, a la inflamabilidad y a la salud) son 0 y 1, exclusivamente, según lo establecido en la NOM-018-STPS-2000.

4.16 Funcionamiento: es la operación de un equipo en condiciones de seguridad, que se complementa con su mantenimiento y revisión.

4.17 Gas licuado de petróleo; gas L. P.: es un combustible en cuya composición química predominan los hidrocarburos butano y propano o sus mezclas.

4.18 Inspección de comprobación: es la visita derivada de una inspección inicial o extraordinaria que tiene por objeto verificar que las medidas dictadas por el inspector se hayan cumplido.

4.19 Inspección extraordinaria: es aquella visita del inspector realizada de oficio, a solicitud del patrón, de la comisión de seguridad e higiene del centro de trabajo, de los trabajadores o con motivo de quejas presentadas por terceros ante la Autoridad del Trabajo, también con el fin de constatar que se cumple con los requerimientos establecidos en esta Norma, o antes de otorgar, en su caso, la ampliación de la vigencia a la autorización de funcionamiento. También es la visita de la UV, a petición de parte, a fin de verificar que se cumplen los requerimientos de la Norma antes de obtener, mediante la presentación del Formato N-020, la ampliación de la vigencia a la autorización de funcionamiento.

En la inspección extraordinaria también se pueden valorar las modificaciones o alteraciones realizadas a un equipo autorizado, al que se le han modificado sus condiciones de operación o su ubicación dentro del mismo centro de trabajo, y con base en ello la Delegación determinará si dicho equipo continúa o no funcionando con el mismo número de control.

4.20 Inspección inicial: es una inspección ordinaria que se realiza en la primera visita de la Autoridad del Trabajo para revisar los equipos, con el fin exclusivo de constatar que se cumple con los requerimientos establecidos en esta Norma, antes de otorgar la autorización de funcionamiento.

4.21 Método alternativo: es la iniciativa presentada por el patrón, en sustitución de las opciones de demostración de la seguridad del equipo, indicadas en la presente Norma.

4.22 Patrón: es la persona física o moral en cuyo centro de trabajo opera algún equipo y que es responsable de su funcionamiento. Para recipientes criogénicos, la responsabilidad de contar con la autorización de funcionamiento, será tanto del patrón usuario como del patrón propietario del equipo.

4.23 Permiso provisional: es aquel que por oficio otorga la Delegación, en tanto se realiza la inspección inicial y en el cual se otorga el número de control al equipo.

4.24 Presión máxima de trabajo permitida: es la más alta presión que, según su diseño o con los espesores actuales, puede resistir un equipo sin deformarse permanentemente, ni presentar fugas.

4.25 Recipiente criogénico: es un recipiente sujeto a presión de doble pared, cuyo recipiente interior contiene un líquido criogénico (oxígeno, nitrógeno, bióxido de carbono o argón), y que entre sus dos cuerpos tienen un espacio, vacío o con aislante térmico, para evitar la transferencia de calor.

4.26 Recipiente sujeto a presión: aparato construido para operar con fluidos a presión diferente a la atmosférica, proveniente dicha presión de fuentes externas o mediante la aplicación de calor desde una fuente directa, indirecta o cualquier combinación de éstas.

4.27 Registro: es una evidencia objetiva de la realización de actividades de operación, revisión y mantenimiento del equipo, en medios magnéticos, libros, bitácoras u otros.

4.28 Revisión: son las actividades realizadas por personal con conocimientos en la materia, para determinar que el equipo puede continuar funcionando en condiciones seguras.

4.29 **Riesgo inminente:** es la condición de funcionamiento de un equipo, fuera de sus parámetros normales de operación, que pone en peligro su integridad física, la de los trabajadores y/o las instalaciones del centro de trabajo.

4.30 **Secretaría:** Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

4.31 **Temperatura extrema:** es la temperatura exterior de un equipo, que en caso de entrar en contacto con la piel de una persona le provoca quemaduras. La temperatura extrema puede ser elevada o abatida.

4.32 **Transitorios relevantes:** son aquellas condiciones ocurridas fuera de los parámetros normales de operación segura de un equipo.

4.33 **Unidad de verificación (UV):** es la persona física o moral acreditada y aprobada en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, para verificar el grado de cumplimiento de la presente Norma.

5 Obligaciones del patrón

5.1 Mostrar a la Autoridad del Trabajo, cuando ésta se lo solicite, los documentos que la presente Norma le obligue a elaborar o a poseer, incluyendo la autorización de funcionamiento de aquellos equipos que la requieran.

5.2 Presentar a la Secretaría, bajo protesta de decir verdad, la documentación e información para obtener la autorización de funcionamiento y mantenerla vigente, con el número de control asignado según lo establecido en el Capítulo 8, y en su caso, para notificar la baja de los equipos que cuenten con número de control otorgado por la Secretaría.

5.3 Contar con un listado de todos los equipos que se encuentren instalados en el centro de trabajo, no importando si requieren o no de la autorización de funcionamiento. Dicho listado debe contener al menos la siguiente información por equipo:

- a. nombre genérico del equipo;
- b. nombre o número de identificación del equipo;
- c. número de serie del fabricante, y fecha de fabricación, cuando exista;
- d. número de control asignado por la Secretaría, cuando así corresponda;
- e. presión de operación;
- f. fluidos manejados en el equipo;
- g. superficie de calefacción o capacidad volumétrica, la que aplique;
- h. lugar en donde se ubica el equipo físicamente dentro del centro de trabajo.

Nota: Para los recipientes portátiles que funcionen sin ubicación fija en un centro de trabajo, y para aquellos destinados a contener líquidos criogénicos que pueden ser cambiados por otros de las mismas características y especificaciones, se debe contar con un registro para poder identificar su ubicación en cualquier momento.

5.4 Demostrar ante la autoridad del trabajo o ante la unidad de verificación, según aplique, la seguridad de los equipos que requieran de autorización de funcionamiento y la confiabilidad de sus dispositivos de seguridad, de conformidad con lo establecido en los Capítulos 7 y 9. Las pruebas que, en su caso, se practiquen a los equipos y a sus dispositivos de seguridad, deben ser realizadas por personal capacitado, asignado o contratado por el patrón, para lo cual éste debe implementar las medidas de seguridad necesarias. Ejemplos de dichas medidas son: que no haya personas expuestas en caso de una falla en el equipo, equipo de protección personal requerido, pisos libres de grasa y/o agua, servicios médicos disponibles durante el desarrollo de las pruebas, entre otros, según aplique.

5.5 Contar, para todos los equipos que no requieran de la autorización de funcionamiento, con las condiciones mínimas de seguridad, de conformidad con lo establecido en los Apartados 7.1.1, 7.1.2, 7.1.3, 7.1.4, 7.1.5, 7.1.6 y 7.1.7.

5.6 Cada uno de los equipos que se encuentren en funcionamiento en el centro de trabajo deben tener una etiqueta, placa, marcado por golpe o similar, con el nombre del equipo o número identificación, utilizando los medios apropiados para no dañar las paredes expuestas a presión. Dicha identificación debe estar relacionada en el listado a que se refiere el Apartado 5.3.

5.7 Contar con personal capacitado con base en los procedimientos a que se refiere el Apartado 7.2.1 para la operación, mantenimiento o reparación de los equipos.

5.8 Notificar a la Delegación, por escrito, cuando los equipos que cuenten con autorización de funcionamiento dejen de operar definitivamente en el centro de trabajo o cambien de localización dentro del propio domicilio. Para los recipientes criogénicos aplica lo establecido en el Apartado 10.1, inciso c).

6 Obligaciones de los trabajadores

6.1 Participar en la capacitación y adiestramiento que el patrón proporcione para el funcionamiento de los equipos.

6.2 Operar, revisar y dar mantenimiento a los equipos, de conformidad con la capacitación otorgada por el patrón.

6.3 Notificar al patrón las anomalías y condiciones inseguras de funcionamiento de los equipos, aunque las hayan subsanado por sí mismos.

7 Condiciones mínimas de seguridad de los equipos

7.1 Condiciones físicas y operativas.

7.1.1 Los equipos ubicados cerca de pasillos de tránsito de vehículos o maniobras, deben ser resguardados contra golpes o impactos, acorde con las características de los vehículos que por esa zona circulen.

7.1.2 El sistema de soporte de los equipos debe mantenerse en condiciones tales que no afecten la operación segura del equipo, considerando, según se requiera, medidas contra la corrosión, degradación, inestabilidad, vibraciones y nivelación.

7.1.3 Los equipos deben disponer de los espacios libres necesarios para las actividades de operación, mantenimiento y revisión.

7.1.4 Los equipos que operen a temperaturas extremas deben estar protegidos y, en caso de posible contacto con personas, señalizados de conformidad con lo establecido en la NOM-026-STPS-1998.

7.1.5 Los equipos deben contar con aparatos auxiliares, cuando aplique, instrumentos de medición de presión y dispositivos de seguridad, de acuerdo con lo siguiente:

- a. el rango de los instrumentos de medición de presión debe abarcar entre 1.5 y 4 veces la presión normal de operación;
- b. los instrumentos de medición de presión, aparatos auxiliares y dispositivos de seguridad deben estar sujetos a programas de revisión, mantenimiento y, en su caso, de calibración;
- c. el punto de ajuste de los dispositivos de seguridad y de alivio de presión, debe estar de acuerdo con los requisitos para la operación segura del equipo, tomando en cuenta que en ningún caso, será mayor a la máxima presión de trabajo permitida.

7.1.6 Los aparatos auxiliares de las calderas o generadores de vapor, deben mantenerse en condiciones seguras de operación.

7.1.7 El desahogo de los fluidos a través de las válvulas de seguridad en los equipos, debe dirigirse a un lugar donde no dañe a trabajadores ni al centro de trabajo.

7.2 Condiciones documentales.

7.2.1 Se debe contar con los procedimientos impresos en idioma español, que incluyan al menos las medidas de seguridad y los datos e información documental, ya sea por equipo o de aplicación común siguientes:

- a. de operación, para:
 1. el arranque y paro seguro de los equipos;
 2. la atención de emergencias;
 3. la capacitación y adiestramiento requeridos por el personal operador;
 4. el uso de los instrumentos de medición;
 5. los valores de los límites seguros de operación y los transitorios relevantes;
 6. el registro de las actividades;
 7. la conservación de esta información;

- b. de mantenimiento, para:
 1. definir la periodicidad y el alcance del mantenimiento preventivo;
 2. la capacitación y adiestramiento requerido del personal designado para efectuarlo;
 3. el uso de instrumentos de medición;
 4. implementar las medidas de seguridad de las actividades de reparación y mantenimiento;
 5. el registro y su conservación, de las actividades realizadas;

- c. de revisión, para:
 1. los requisitos de seguridad en el acceso a los equipos, cuando aplique;
 2. la frecuencia de las revisiones;
 3. la capacitación y adiestramiento requeridos del personal que realice la revisiones;
 4. el uso de instrumentos de medición en las actividades de revisión;
 5. registrar los reportes de resultados de las revisiones;
 6. la conservación de ésta información.

7.2.2 La siguiente información puede estar en el certificado de fabricación o en un documento respaldado por un ingeniero mediante su nombre, firma y anexando copia de su cédula profesional:

- a. presión y temperatura de diseño y de operación;
- b. presión de trabajo máxima permitida;
- c. dispositivos de seguridad (presión de calibración, área de desfogue y ubicación);
- d. capacidad volumétrica, para recipientes sujetos a presión y recipientes criogénicos;
- e. capacidad generativa, para calderas;
- f. fluidos manejados;
- g. especificaciones de los materiales de las paredes sujetas a presión (designación y esfuerzo a la tensión);
- h. normativa o código de construcción aplicable.

Nota: Las especificaciones técnicas de los incisos b), c), d), e) y g) deben tener respaldo en cálculos o tablas de la normativa o del código de construcción aplicable, basados en las condiciones de diseño o de servicio del equipo.

7.2.3 Dibujos o planos de los equipos, que al menos contengan:

- a. cortes principales del equipo;
- b. detalles relevantes (ubicación de boquillas, por ejemplo);
- c. acotaciones básicas (espesores, diámetros, longitudes, entre otras);
- d. arreglo básico del sistema de soporte.

Nota: Los dibujos, planos o documentos deben estar avalados por el fabricante o constructor del equipo, o por un responsable técnico designado por el patrón. Si existe la necesidad de generar dibujos, planos o documentos nuevos por carecer de los de fabricación, el responsable técnico que los avale debe ser un profesional con experiencia en el área de diseño, mantenimiento o inspección de los equipos. La información presentada debe incluir la condición actual del equipo, y las modificaciones efectuadas deben estar avaladas como se indica, ya sea en documentos separados o en una revisión del dibujo, plano o documento.

7.2.4 Registros de:

- a. operación;
- b. mantenimiento;
- c. revisiones.

8 Procedimiento para obtener la autorización de funcionamiento

8.1 El patrón puede optar por cualquiera de las opciones establecidas en los Apartados 8.2 y 8.3, para obtener la autorización de funcionamiento de los equipos que la requieran.

8.2 Trámite sin participación de UV para obtener la autorización de funcionamiento del equipo.

8.2.1 Presentar en la Delegación el Formato N-020 por equipo, debidamente requisitado, seleccionando en el bloque 1 la opción "solicitud de autorización de funcionamiento".

8.2.2 Al Formato N-020 se debe adjuntar el croquis de localización del equipo en el centro de trabajo.

8.2.3 Seleccionar en el Formato N-020 una de las opciones indicadas en el bloque 6 para demostrar la seguridad del equipo, y otra para la demostración de la confiabilidad de los dispositivos de seguridad, de acuerdo a lo siguiente:

- a. para el equipo:
 1. prueba de presión, de conformidad con lo establecido en el Apartado 9.1;
 2. exámenes no destructivos, de conformidad con lo establecido en el Apartado 9.2;
 3. expediente de integridad mecánica, de conformidad con lo establecido en el Apartado 9.3;
 4. método alternativo, de conformidad con lo establecido en el Apartado 9.4;
- b. para los dispositivos de seguridad:
 1. prueba de funcionamiento, de conformidad con lo establecido en el Apartado 9.5;
 2. demostración documental, de conformidad con lo establecido en el Apartado 9.6.

8.2.4 Como resultado de la presentación del Formato N-020 la Delegación emitirá, en caso de ser procedente, una autorización provisional con un número de control para cada equipo y programará la visita de inspección inicial. En el caso de que se soliciten métodos alternativos, es requisito indispensable para emitir la autorización provisional, contar con la autorización de métodos alternativos que, en su caso, otorga la Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo, según lo establecido en el Apartado 9.4.

8.2.5 Cuando los resultados de la inspección inicial sean satisfactorios, se otorgará la autorización de funcionamiento en el acta de inspección, cuyo número de control será igual a la de la autorización provisional. La vigencia de la autorización de funcionamiento será de cinco años para equipos usados y diez años para equipos nuevos, y al menos 30 días antes de su término, el patrón debe tramitar la ampliación de la vigencia de la autorización de funcionamiento, mediante cualquiera de las opciones establecidas en los Apartados 8.5 y 8.6.

8.2.6 El tiempo máximo de respuesta de la Delegación a la solicitud está sujeta a la opción seleccionada, de acuerdo a lo siguiente:

- a. 10 días naturales, cuando la demostración de la seguridad del equipo sea vía prueba de presión o exámenes no destructivos;
- b. 45 días naturales, cuando la demostración de la seguridad del equipo sea a través de métodos alternativos.

Trámite con participación de UV para obtener la autorización de funcionamiento del equipo.

8.3.1 Presentar en la Delegación, el Formato N-020 por equipo, debidamente requisitado, indicando en el bloque 1 la opción, "aviso de funcionamiento", anexando el dictamen favorable emitido por una UV. Para que el dictamen emitido por la UV sea reconocido por la Delegación, éste debe ser presentado dentro de los 90 días posteriores a su emisión.

8.3.2 En el Formato N-020 se debe seleccionar una de las opciones citadas en el bloque 6, como se establece en el Apartado 8.2.3, para indicar la demostración de la seguridad del equipo y otra de las opciones para la demostración de la confiabilidad de los dispositivos de seguridad, ambos ante la UV. Las visitas de verificación a realizar por la UV, serán en fechas establecidas de común acuerdo con el patrón.

8.3.3 Si el patrón elige la opción de un método alternativo para demostrar la seguridad del equipo, debe obtener previamente la autorización de la Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo y, hasta contar con ésta, coordinará con la UV la verificación. La documentación para obtener la autorización de los métodos alternativos, debe presentarse en la Delegación o directamente en la Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo, en los términos del artículo 8º del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo y con el contenido establecido en el Apartado 9.4.

8.3.4 Si el patrón determina demostrar la seguridad del equipo mediante la práctica de una prueba de presión, de exámenes no destructivos o por demostración documental (expediente de integridad mecánica), éste y la UV se deben apegar, según corresponda, a lo establecido en los Apartados 9.1, 9.2 ó 9.3 .

8.3.5 El dictamen emitido por la UV debe cumplir con lo establecido en el Capítulo 12.

8.3.6 Como resultado de la presentación del aviso de funcionamiento, acompañado del dictamen favorable emitido por una UV, la Delegación, en su caso, reconocerá el dictamen y asignará el número de control al equipo mediante oficio de autorización de funcionamiento, con una vigencia de 10 años para equipos nuevos y 5 años para equipos usados.

8.3.7 El tiempo máximo de respuesta de la Delegación para reconocer el dictamen y emitir la autorización de funcionamiento con el número de control, es de 5 días hábiles.

8.4 Al menos 30 días antes del término de la vigencia, se debe tramitar la ampliación de la vigencia de la autorización de funcionamiento mediante cualquiera de las opciones establecidas en los Apartados 8.5 y 8.6.

8.5 Trámite para la ampliación de la vigencia de la autorización de funcionamiento sin participación de UV.

8.5.1 Presentar en la Delegación el Formato N-020 por equipo, debidamente requisitado, seleccionando en el bloque 1 "solicitud de ampliación de la vigencia" y anotando el número de control del equipo previamente asignado por la Secretaría.

8.5.2 Adjuntar el croquis de localización del equipo.

8.5.3 Como resultado de la presentación del Formato N-020, la Delegación, en su caso, programará una visita de inspección extraordinaria. En el caso de que se haya solicitado un método alternativo para la demostración de la seguridad del equipo, se debe contar con la autorización del método alternativo que, en su caso, otorga la Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo, según lo establecido en el Apartado 9.4.

8.5.4 El tiempo de respuesta de la Delegación, será de 10 días naturales a partir de:

- a. haber recibido la solicitud, cuando la demostración de la seguridad del equipo sea vía prueba de presión, exámenes no destructivos o demostración documental;
- b. haber recibido la autorización de métodos alternativos, cuando la demostración de la seguridad del equipo sea a través de métodos alternativos.

8.5.5 Cuando los resultados de la inspección extraordinaria sean satisfactorios, se ampliará la vigencia de la autorización de funcionamiento en el acta de inspección por cinco años más.

8.6 Tramite para la ampliación de la vigencia con participación de UV.

8.6.1 Al menos 30 días antes del término de la vigencia de la autorización de funcionamiento, se debe presentar en la Delegación el Formato N-020 por equipo, debidamente requisitado, anotando en el bloque 1 "aviso de ampliación de la vigencia", el número de control del equipo asignado previamente por la Secretaría y adjuntar el dictamen favorable expedido por una UV, en el que ésta dictamine que los equipos cumplen con lo establecido en la presente Norma para su funcionamiento en condiciones de seguridad. Para que el dictamen emitido por la UV sea reconocido por la Delegación, éste debe ser presentado dentro de los 90 días posteriores a su emisión.

8.6.2 Al Formato N-020 se debe adjuntar el croquis de localización del equipo en el centro de trabajo.

8.6.3 En el Formato N-020 se debe indicar una de las opciones citadas en el bloque 6, como se establece en el Apartado 8.2.3, tanto para la demostración de la seguridad del equipo, como para la demostración de la confiabilidad de los dispositivos de seguridad.

8.6.4 Las visitas de verificación realizadas por la UV serán en las fechas que ésta establezca de común acuerdo con el patrón.

8.6.5 Si el patrón determina demostrar la seguridad del equipo mediante la práctica de prueba de presión, de exámenes no destructivos o de demostración documental, éste y la UV se deben apegar, según corresponda, a lo establecido en los Apartados 9.1, 9.2 ó 9.3.

8.6.6 Si el patrón elige la opción de un método alternativo para demostrar la seguridad del equipo, debe contar en la visita de verificación, con la autorización que, en su caso, otorga la Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo. La documentación para obtener la autorización del método alternativo, debe presentarse en la Delegación o directamente en la Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo, en los términos del artículo 8º del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo y con el contenido establecido en el Apartado 9.4.

8.6.7 El dictamen emitido por la UV debe cumplir con lo establecido en el Capítulo 12.

8.6.8 Como resultado de la presentación ante la Delegación del aviso de ampliación de la vigencia, al que se adjunte el dictamen favorable emitido por una UV, la Delegación, en su caso, reconocerá el dictamen y ampliará la vigencia por cinco años.

8.6.9 El tiempo máximo de respuesta de la Delegación para reconocer el dictamen y ampliar la vigencia de la autorización de funcionamiento es de 5 días hábiles.

Nota: Cuando los tiempos de respuesta a que se refieren los Apartados 8.2.6, 8.3.7, 8.5.4 y 8.6.9 sean concluidos y las Delegaciones no hayan entregado respuesta de resolución a las peticiones de los patrones, se consideran autorizadas las solicitudes presentadas y en estos casos el interesado podrá solicitar el comprobante correspondiente, por escrito, a la Delegación, quien en un máximo de dos días deberá proporcionarlo.

9 Demostración de la seguridad del equipo y de sus dispositivos de seguridad

9.1 Prueba de presión. El equipo debe ser preparado para realizar la prueba en las visitas de inspección inicial y extraordinaria o ante la unidad de verificación, según aplique.

9.1.1 Prueba de presión hidrostática. La prueba consiste en presurizar al equipo sin estar en funcionamiento y desenergizado, desconectado de sus partes mecánicas y neumáticas, a una temperatura no mayor de 40°C, con graficador de presión o manómetro calibrado conectado al equipo, hasta una presión de prueba que debe ser al menos 10% por arriba de la presión de calibración del dispositivo de seguridad (el de menor valor, cuando se cuente con más de un dispositivo de seguridad), con un fluido incompresible cuyo comportamiento al incremento de presión no genere riesgos, y aplicar el siguiente procedimiento genérico:

- a. determinar el valor de la presión de prueba a que será sometido el equipo;
- b. incrementar paulatinamente la presión en al menos tres etapas del valor de la presión de prueba (aproximadamente hasta 33%, 66% y 100%);
- c. mantener la presión en cada una de las dos primeras etapas, durante el tiempo suficiente para inspeccionar visualmente las posibles deformidades, lagrimeos, fugas, decrementos de presión en el manómetro o graficador de presión, o cualquier otra señal que pudiera decidir suspender la prueba y determinar los resultados como no satisfactorios;
- d. al llegar al valor de la presión de prueba, esperar al menos 30 minutos manteniendo esta presión, e inspeccionar según se establece en el inciso c), si no existe un decremento de presión de más de 5% del valor de la presión de prueba o no hay motivos para considerar que el equipo operará sin condiciones de seguridad, la prueba se considerará satisfactoria.

9.1.2 Prueba de presión hidrostática-neumática. La prueba consiste en un incremento de presión al recipiente interior del recipiente criogénico, debiendo estar desconectado de la línea a la que suministra fluido a presión, contener el mismo líquido criogénico con el que opera, cuando menos al 60% de su capacidad y el complemento de su capacidad con un gas inerte; contar con un graficador de presión o manómetro calibrado conectado al recipiente interior y un vacuómetro conectado al espacio anular del recipiente criogénico y aplicar el siguiente procedimiento genérico:

- a. determinar el valor de la presión de prueba, de conformidad con lo siguiente: para los recipientes en servicio de gases, el valor de la presión de prueba debe ser igual a la presión de diseño del equipo; para los recipientes en servicio de líquidos, el valor de la presión de prueba debe ser igual a la presión de calibración del dispositivo de seguridad del equipo;
- b. incrementar paulatinamente la presión, en al menos tres etapas del valor de la presión de prueba (aproximadamente 33%, 66% y 100%);
- c. mantener la presión en cada una de las dos primeras etapas, durante al menos 15 minutos, para determinar posibles decrementos de presión en el manómetro o graficador de presión, incrementos de presión en el vacuómetro, o cualquier otra señal que pudiera decidir suspender la prueba y determinar los resultados como no satisfactorios;
- d. al llegar al valor de presión de prueba, esperar al menos 30 minutos manteniendo esta presión, e inspeccionar según se establece en el Apartado 9.1.1, inciso c);
- e. si no existe un decremento de presión de más del 5% del valor de la presión de prueba, un incremento de la presión en el vacuómetro o no hay motivos para considerar que el equipo operará sin condiciones de seguridad, la prueba se considerará satisfactoria;
- f. durante la prueba se debe contar con el diagrama de control de flujo de las conexiones del recipiente criogénico.

Nota: En función de los riesgos por el valor de la presión de prueba y por el fluido con que se practique la prueba, el patrón debe adoptar las medidas de seguridad durante su desarrollo para proteger a los trabajadores, a los responsables de la inspección y a las instalaciones del centro de trabajo.

9.1.3 Prueba neumática. Esta prueba solo puede ser aplicada en recipientes sujetos a presión en que la presión de calibración de su dispositivo de seguridad sea igual o menor de 10 kg/cm²; que su capacidad volumétrica no sea superior a 10 m³; que la presión interna máxima sea al menos de 20 kg/cm² (tomando como referencia los espesores reales del equipo) y el fluido que maneje sea exclusivamente aire. La prueba se debe efectuar con una variación máxima de 1°C de la temperatura en el recipiente sujeto a presión y con las medidas de seguridad para garantizar que no existan riesgos a las instalaciones ni al personal. La prueba consiste en someter al recipiente sujeto a presión, sin estar en funcionamiento, desconectado de sus partes eléctricas, mecánicas y neumáticas hasta la primera brida no soldada, con un graficador de presión o manómetro conectado al recipiente y utilizando aire o gas inerte y a una temperatura no mayor de 40°C, a un valor de presión de prueba que debe estar entre 10% y 15% por arriba del valor de la presión de calibración

del dispositivo de seguridad, y se debe aplicar el siguiente procedimiento genérico:

- a. determinar el valor de la presión de prueba;
- b. incrementar paulatinamente la presión en al menos tres etapas del valor de la presión de prueba (aproximadamente hasta 33%, 66% y 100%). Cualquier comportamiento del equipo en los incrementos de presión que a juicio del inspector o de la unidad de verificación represente un riesgo (abombamientos, deformidades o fugas, por ejemplo), será motivo para suspender la prueba y determinar el resultado de ésta como no satisfactoria;
- c. al llegar al valor de la presión de prueba, bloquear el suministro de presión; esperar al menos 15 minutos y observar. Cualquier comportamiento del equipo que a juicio del inspector o de la unidad de verificación represente un riesgo (abombamientos, deformidades o fugas, por ejemplo) será motivo para suspender la prueba y determinar el resultado de ésta como no satisfactoria;
- d. si existe decremento de presión de más del 5% del valor de la presión de prueba, ésta se considerará no satisfactoria.

Nota: Esta prueba es considerada de alto riesgo, por lo que se recomienda realizar un análisis de los riesgos que implica optar por esta opción. El patrón asume la responsabilidad de la seguridad de los que intervienen durante su realización.

9.2 Exámenes no destructivos. El patrón debe tener el equipo preparado para realizar los exámenes no destructivos en las visitas de inspección inicial o extraordinaria que realice la autoridad del trabajo, o en su caso, en las verificaciones correspondientes de la unidad de verificación.

9.2.1 Los procedimientos deben ser desarrollados con base en las normas mexicanas existentes, relacionadas con exámenes no destructivos aplicados a equipos, y a falta de éstas, podrán utilizarse como referencia normas o códigos extranjeros.

9.2.2 Los procedimientos impresos deben contener los requisitos de calificación del personal, para establecer las variables de condiciones esenciales de aplicación del método para realizar los exámenes, interpretarlos y evaluar sus resultados. La calificación y certificación del personal que los desarrolle, aplique, interprete y evalúe, debe cumplir con lo establecido en la NMX-B-482 o sus equivalentes normas o códigos extranjeros. Los técnicos que desarrollen, apliquen, interpreten y evalúen pruebas no destructivas, no deben realizar funciones asignadas a unidades de verificación, para los equipos motivo de su aplicación.

9.2.3 Los exámenes y su alcance de aplicación (zonas críticas y puntos de medición, entre otros), deben ser el resultado de la revisión del equipo, del análisis efectuado de su funcionamiento y de la factibilidad para su aplicación; deben ser realizados por personal especialista en los equipos, con experiencia en el diseño, construcción, inspección en servicio, materiales, soldadura, corrosión y amplio conocimiento de códigos, normas y especificaciones técnicas en la materia, y aplicarse, al menos una combinación de un examen volumétrico y uno superficial o uno de fuga, según el siguiente listado no limitativo:

- a. volumétricos:
 1. ultrasonido industrial;
 2. radiografía industrial;
 3. radiografía con neutrones (radiografía neutrónica);
 4. emisión acústica;
- b. superficiales:
 1. líquidos penetrantes;
 2. electromagnetismo (corrientes de Eddy);
 3. partículas magnéticas;
- c. de fuga:
 1. por variación de presión;
 2. espectrómetro de masas;
 3. por burbujas.

9.2.4 Cada procedimiento debe contar, al menos, con la información siguiente:

- a. la secuencia, paso a paso, para llevar a cabo el examen al equipo;
- b. la descripción de los utensilios, materiales, accesorios y características de los aparatos e instrumentos (con certificados vigentes de calibración), a ser utilizados en la práctica de los exámenes;
- c. el dibujo del equipo (con indicación gráfica de las zonas y/o puntos a inspeccionar, cuando sea necesario);
- d. el nombre del personal designado por el patrón para desarrollar y aplicar los exámenes, y para interpretar y evaluar los resultados, con la justificación de la experiencia o capacitación recibida para dichos trabajos;
- e. los criterios para aceptar o rechazar los resultados obtenidos y que servirán de base para indicar si los exámenes practicados fueron o no satisfactorios;
- f. el código o norma utilizado como referencia para realizar el examen;
- g. las medidas de seguridad a implementarse, cuando aplique.

9.3 Expediente de integridad mecánica. Para acceder a esta opción, el patrón debe contar con un sistema de administración de la seguridad dirigido a los equipos que tenga elementos aplicables, entre otros, a la integridad mecánica de los equipos, administración de la información, análisis de riesgos, administración de cambios y auditorías.

9.3.1 El sistema de administración de la seguridad dirigido a los equipos debe estar implementado de tal manera que se pueda demostrar, con evidencias, que se ejerce control en los siguientes aspectos, como mínimo:

- a. mantenimiento, inspección y reparaciones o modificaciones;
- b. operación, incluyendo planes de emergencia;
- c. documentación y registros.

9.3.2 El sistema de administración de la seguridad dirigido a los equipos debe estar instrumentado, básicamente, en forma de procedimientos o instructivos escritos y aprobados por los responsables técnicos operativos de los equipos y por el patrón, mismos que deben contemplar la generación de evidencias documentales de las actividades.

9.3.3 El patrón debe presentar, anexo al Formato N-020, una descripción resumida del sistema de administración de la seguridad dirigido a los equipos, y explicar como su implementación provee un grado de confianza aceptable para la operación segura del equipo.

9.3.4 En la descripción a que se refiere el Apartado 9.3.3, se deben considerar al menos, los puntos siguientes, además de incluir la descripción del objetivo del sistema de administración de la seguridad dirigido a los equipos:

- a. mantenimiento: con la frecuencia, alcance e identificación de los procedimientos aplicables, la capacitación o calificación mínima del personal (incluyendo al que efectúe reparaciones) y el registro de las actividades;
- b. revisión en servicio: con la frecuencia, alcance, métodos de inspección, calificación mínima del personal operador y evaluador, la identificación de los procedimientos aplicables, criterios de aceptación y rechazo (según código o norma base) y el registro de las actividades;
- c. modificaciones a los equipos: con la descripción del tipo de control administrativo y técnico (revisión y aprobación) que se ejerce para efectuar modificaciones al equipo, y su registro de actividades;
- d. operación: con la identificación del procedimiento aplicable, los parámetros de operación, la descripción de las actividades en caso de una emergencia (incluyendo medios disponibles para mitigar los efectos), las pruebas periódicas (a todo el equipo o sus partes, según aplique), la calibración de los instrumentos de medición, la capacitación del personal y el registro de las actividades;
- e. documentación y registros: con la descripción de cómo se asegura que se usan documentos

actualizados en el mantenimiento, la responsabilidad del personal designado para avalar las modificaciones a los equipos, y la forma en que se asegura que se generan sistemáticamente registros de las actividades citadas, así como el manejo de los registros y expedientes históricos e identificación del procedimiento o instructivo de control.

9.3.5 El patrón debe exhibir en la inspección correspondiente, un expediente de integridad mecánica, que debe ser el resultado de la implementación del sistema de administración de la seguridad dirigido a los equipos, mediante procedimientos.

9.3.6 El expediente de integridad mecánica debe contener los documentos esenciales, que permitan conocer el estado de la integridad mecánica y operativa de cada equipo (incluyendo sus aparatos auxiliares) y dispositivos de seguridad. Este expediente debe mantenerse actualizado por toda la vida operativa del equipo.

9.3.7 En la Tabla 1 se establece la documentación mínima que debe contener el expediente de integridad mecánica de cada equipo. El patrón debe agregar la información que sea necesaria para evidenciar el estado del equipo.

Tabla 1

Documentos Mínimos a Contener en el Expediente de Integridad Mecánica

Documentos o Registros	Recipiente Nuevo	Recipiente Usado
1 Índice del expediente	A	A
2 Formato N-020 (copia del presentado a la STPS)	A	A
3 De fabricación:	A	A
a. dibujo, plano o documento (libro de proyecto, manual, catálogo) del equipo;	A	A
b. fotografía o calca de placa de datos del equipo adherida o estampada por el fabricante en el equipo;	A	A
c. certificado de cumplimiento con norma o código de fabricación;	A	A
d. certificado de pruebas hidrostáticas de fábrica.	A	A
4 Descripción breve de la operación del equipo, función, riesgos inherentes y medios de control.	A	A
5 Resumen cronológico de las revisiones y mantenimientos efectuados, congruentes con un programa que para tal efecto se tenga, debidamente registrados y documentados, de esas actividades.	N/A	A
6 Resumen cronológico de las modificaciones y alteraciones efectuadas al equipo, debidamente registrados y documentados, de esas actividades.	N/A	A
7 Resumen cronológico de las reparaciones que implicaron soldadura en el cuerpo sujeto a presión, debidamente registrados y documentados, de esas actividades	N/A	A

8 Resumen de los resultados de las revisiones en servicio efectuadas, debidamente registrados y documentados.	N/A	A
9 Identificación de los dispositivos de seguridad que protegen al equipo y documentación de las calibraciones.	A	A
10 Resumen de transitorios relevantes y resultados del análisis efectuado para determinar sus consecuencias.	N/A	A

A: Aplica, N/A: No Aplica

9.3.8 La documentación del expediente de integridad mecánica debe contener la información indicada en los Apartados 7.2.2 y 7.2.3.

9.3.9 Todos los resultados de las revisiones deben estar avalados por escrito y firmados por el responsable técnico de mantenimiento, operación o inspección de la empresa, según aplique.

9.4 Método alternativo. El patrón debe contar con la autorización que, en su caso, otorga la Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo, y los documentos autorizados para su evaluación, así como tener el equipo preparado para su revisión en la visita de inspección inicial o extraordinaria.

9.4.1 La información que el patrón presente en su solicitud de autorización de métodos alternativos, debe ser la siguiente:

- a. justificación técnica o económica para solicitar la práctica de métodos alternativos al equipo;
- b. en caso de considerar pruebas, la metodología para su desarrollo, que contenga, al menos:
 1. los procedimientos, paso a paso, para llevar a cabo las pruebas;
 2. la descripción de los utensilios, materiales, accesorios y características de los aparatos e instrumentos (con certificados vigentes de calibración), que se usarán en el desarrollo del procedimiento;
 3. el dibujo del equipo (con indicación gráfica de las zonas o puntos a inspeccionar cuando sea necesario);
 4. el personal designado por el patrón para desarrollar las pruebas, interpretar y evaluar los resultados, con la justificación de la experiencia o capacitación recibida para dichos trabajos;
- c. los criterios para aceptar o rechazar los resultados obtenidos y que servirán de base para determinar si el método alternativo practicado resulta satisfactorio;
- d. en su caso, las medidas de seguridad necesarias para desarrollar los procedimientos.

9.5 Prueba de funcionamiento. Los dispositivos de seguridad deben ser probados en presencia de la unidad de verificación o de la autoridad del trabajo, según aplique, para abrir a la presión de calibración en el propio equipo, o mediante simulación en un banco de pruebas, cuando por las características de operación de los equipos, por los fluidos contenidos en ellos, o por los riesgos que pudieran generarse, no sea posible efectuar la prueba en el equipo.

9.5.1 El punto de ajuste o valor de la presión de calibración del dispositivo de seguridad, debe ser mayor que la presión de operación y menor o igual que la presión de diseño del equipo.

9.5.2 Cuando el valor de la presión de calibración de los dispositivos de seguridad se encuentre por debajo del valor de la presión de operación del equipo, por encontrarse conectados en circuitos de equipos, el patrón debe demostrar técnicamente a la autoridad del trabajo o a la UV, según aplique, que los dispositivos de seguridad protegen al equipo.

9.6 Demostración documental. El patrón debe contar con los documentos que validen la calibración, con patrones trazables de los instrumentos de medición con los que fueron ajustados o verificados los dispositivos de seguridad, con base en un programa de calibración establecido.

10 Recipientes criogénicos

Los recipientes criogénicos por sus características de instalación temporal en los centros de trabajo, requieren de un tratamiento especial para su control, por lo que para ellos aplica las consideraciones de este Capítulo.

10.1 Para obtener la autorización de funcionamiento, los patrones deben cumplir con lo establecido en el Capítulo 8, con las consideraciones siguientes:

- a. el Formato N-020 debe ser firmado tanto por el patrón propietario como por el patrón usuario;
- b. la Delegación, en su caso, otorgará la autorización de funcionamiento, misma que será válida sólo en el domicilio en donde se ubique el recipiente criogénico, con el correspondiente número de control a nombre del patrón propietario y del patrón usuario, compartiendo éstos las responsabilidades aplicables;
- c. cuando el equipo sea retirado del centro de trabajo para el que fue autorizado y sea instalado para su funcionamiento en un nuevo centro de trabajo, el patrón propietario del equipo debe notificar a la Delegación correspondiente la nueva ubicación del recipiente criogénico, presentando para tal efecto el Aviso de Reubicación y de Condiciones de Operación, de conformidad con lo establecido en el Formato N-020-C del Apéndice B, firmado por el patrón propietario y por el nuevo patrón usuario y adjuntando el nuevo croquis de localización;
- d. si la nueva ubicación del recipiente criogénico corresponde a una entidad federativa diferente a aquélla de la que se retira el equipo, el patrón debe presentar el Aviso de Reubicación y de Condiciones de Operación a la Delegación de la entidad federativa en que se instale el recipiente, y presentar copia del aviso de reubicación, que funcionará como notificación de baja, a la Delegación de la entidad federativa donde el equipo deja de funcionar;
- e. la Delegación que reciba el Aviso de Reubicación y de Condiciones de Operación, debe tomar nota de lo anterior y, en su caso, programar la inspección correspondiente, y mantener el mismo número de control del recipiente criogénico;
- f. la Delegación donde deje de funcionar el recipiente criogénico y que reciba la copia del Aviso de Reubicación y de Condiciones de Operación, debe tomar nota de lo anterior y dar de baja en sus archivos el número de control del recipiente criogénico.

10.2 Para ampliar la vigencia de la autorización de funcionamiento se debe presentar el Formato N-020 del Apéndice A y en caso de que cambien las condiciones de operación y/o ubicación, también el Formato N-020-C del Apéndice B.

11 Inspecciones

11.1 En una visita de inspección inicial o extraordinaria, practicada con el fin de otorgar, en su caso, la autorización de funcionamiento o la ampliación de la vigencia de la autorización de funcionamiento para cada equipo, para que sea considerada como satisfactoria, el inspector verificará:

- a. que se cuente con las condiciones mínimas de seguridad a que se refiere el Capítulo 7;
- b. que el equipo cuente con el nombre o número de identificación;
- c. que el personal que lo opere o le de mantenimiento haya sido capacitado con base en los procedimientos a que se refiere el Apartado 7.2.1;
- d. en su caso, que el patrón cuente con la autorización de métodos alternativos, con la documentación correspondiente para su desarrollo y con el equipo preparado para probarlo;
- e. que el patrón demuestre la seguridad del equipo y la confiabilidad de sus dispositivos de seguridad, con base en las opciones seleccionadas en el bloque 6 del Formato N-020.

11.2 En el acta de inspección en que se otorgue la autorización de funcionamiento o su ampliación, el inspector además de asentar que constató que el equipo cumple con los requerimientos que establece la presente Norma, debe anotar la opción que eligió el patrón para demostrar la seguridad tanto del equipo como

la de sus dispositivos de seguridad.

11.3 Para recipientes criogénicos, en una visita de inspección inicial o extraordinaria, se deben verificar los Capítulos 7, 9 y 10.

11.4 Si el resultado de cualquier visita de inspección es no satisfactorio, el inspector requerirá que se corrijan las deficiencias detectadas, lo asentará en el acta de inspección correspondiente, estableciendo un plazo máximo de 30 días naturales para su cumplimiento. Cuando no sea posible corregir las deficiencias detectadas, el inspector asentará en el acta de inspección que dicho documento no constituye la autorización de funcionamiento o, en su caso, que no constituye la ampliación de la autorización de funcionamiento, colocará sobre los equipos, según aplique, las leyendas a que se refieren los Apartados 11.6 y 11.7, y asentará en el acta que el patrón debe notificar la baja del equipo a la Delegación, en un plazo no mayor de 15 días naturales posteriores al cierre del acta. Si el inspector coloca las leyendas a que se refieren los Apartados 11.6 u 11.7, estas solo podrán ser retiradas por la autoridad del trabajo, siempre y cuando se demuestre que el equipo ha sido reparado y reúne las condiciones de seguridad.

11.5 En una visita de inspección practicada con objeto de comprobar el cumplimiento de la presente Norma en un centro de trabajo, para que se considere satisfactoria, el inspector verificará que se cumpla con lo siguiente:

- a. que todos los equipos que se encuentren en funcionamiento en el centro de trabajo estén relacionados en un listado, con la información a que se refiere el Apartado 5.4;
- b. que todos los equipos que se encuentren en funcionamiento en el centro de trabajo cuenten con el nombre o número de identificación;
- c. que los equipos que requieren de la autorización de funcionamiento, cuenten con ella o con el permiso provisional;
- d. que todos y cada uno de los equipos que requieren de la autorización de funcionamiento, cumplan con las condiciones mínimas de seguridad a que se refiere el Capítulo 7;
- e. que los equipos que no requieren de la autorización de funcionamiento cuenten con las condiciones mínimas de seguridad a que se refieren los Apartados del 7.1.1 al 7.1.7;
- f. que el personal que opere o de mantenimiento a los equipos, cuente con la capacitación con base en los procedimientos a que se refiere el Apartado 7.2.1.

11.6 Cuando en cualquier visita de inspección se detecten equipos que no reúnan las condiciones de seguridad que establece esta Norma, o se detecten equipos que requiriendo de la autorización de funcionamiento no cuenten con ella o con la autorización provisional, el inspector debe hacerlo del conocimiento del patrón y de la comisión de seguridad e higiene del centro de trabajo, dejar asentado el hecho en el acta correspondiente y colocar sobre los equipos un aviso con la leyenda siguiente:

<p>ATENCION</p> <p>EQUIPO NO AUTORIZADO PARA SU FUNCIONAMIENTO</p> <p>Secretaría del Trabajo y Previsión Social</p> <p>Delegación Federal del Trabajo en el Estado de _____</p> <p>La operación del presente equipo queda bajo la exclusiva responsabilidad del patrón. La Secretaría no autoriza su funcionamiento. Esta medida se toma de acuerdo al contenido del acta No. _____ de fecha _____ con fundamento en los artículos 32 y 34 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.</p>
--

-

En caso de que el patrón no cumpla con lo ordenado por el inspector, en relación a las deficiencias encontradas, se le considerará reincidente, procediendo conforme a lo que señala el artículo 512-D de la Ley

Federal del Trabajo y se ordenará la baja definitiva del equipo, sin perjuicio de lo señalado en el artículo 164 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.

11.7 Cuando en cualquier visita de inspección se detecten condiciones de riesgo inminente de un equipo, el inspector debe hacerlo del conocimiento del patrón y de la comisión de seguridad e higiene del centro de trabajo, dejar asentado el hecho en el acta correspondiente y colocar sobre los equipos un aviso con la leyenda siguiente:

<p style="text-align: center;">PELIGRO</p> <p style="text-align: center;">EQUIPO NO AUTORIZADO PARA SU FUNCIONAMIENTO Y CON RIESGO INMINENTE</p> <p style="text-align: center;">Secretaría del Trabajo y Previsión Social</p> <p style="text-align: center;">Delegación Federal del Trabajo en el Estado de _____</p> <p>La operación del presente equipo queda bajo la exclusiva responsabilidad del patrón. La Secretaría no autoriza su funcionamiento. Esta medida se toma de acuerdo al contenido del acta No. _____ de fecha _____ con fundamento en los artículos 32 y 34 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.</p>
--

12 Unidades de verificación

12.1 El patrón tiene la opción de utilizar los servicios de una UV para obtener el dictamen de cumplimiento por equipo, por conjunto de equipos o de todos los equipos en funcionamiento en el centro de trabajo, que sirva, en su caso, para obtener la autorización de funcionamiento o su ampliación de vigencia.

12.1.1 Las UV, para otorgar dictamen por conjunto de equipos o de todos los equipos en funcionamiento en el centro de trabajo deben verificar:

- a. que todos los equipos motivo de la verificación estén relacionados en el listado a que se refiere el Apartado 5.3;
- b. que todos los equipos que se encuentren en funcionamiento en el centro de trabajo cuenten con el nombre o número de identificación asignado por la empresa;
- c. que los equipos que así lo requieren cuenten con la autorización de funcionamiento;
- d. que todos y cada uno de los equipos que requieren de la autorización de funcionamiento, cumplan con las condiciones mínimas de seguridad a que se refiere el Capítulo 7;
- e. que el personal que opere o de mantenimiento a los equipos haya sido capacitado con base en los procedimientos a que se refiere el Apartado 7.2.1;
- f. que los equipos que no requieren de la autorización de funcionamiento cuenten con las condiciones mínimas de seguridad a que se refieren los Apartados 7.1.1, 7.1.2, 7.1.3, 7.1.4, 7.1.5, 7.1.6 y 7.1.7

12.1.2 Las UV para emitir el dictamen por equipo, deben verificar:

- a. que para el equipo en cuestión se cuente con las condiciones mínimas de seguridad a que se refiere el Capítulo 7, según le aplique;
- b. que el equipo cuente con el nombre o número de identificación;
- c. que el personal que lo opere o le de mantenimiento, haya sido capacitado con base en los procedimientos a que se refiere el Apartado 7.2.1;
- d. en su caso, que el patrón cuente con la autorización de métodos alternativos, con la documentación correspondiente para su desarrollo y con el equipo preparado para probarlo, de conformidad con lo establecido en el Apartado 9.4;

- e. según le aplique, que el patrón demuestre la seguridad del equipo y la confiabilidad de sus dispositivos de seguridad, con base en las opciones establecidas en el Capítulo 9.

12.2 Las UV podrán orientar al patrón para el cumplimiento de las disposiciones que le apliquen, a fin de emitir el dictamen favorable de cumplimiento de todos sus equipos, dictamen favorable de cumplimiento por equipo o dictamen favorable de cumplimiento por conjunto de equipos.

12.3 Las UV no deben:

- a. practicar la demostración de la seguridad de los equipos ni de sus dispositivos de seguridad;
- b. elaborar planos o documentos para dar cumplimiento a los Apartados 5.4 al 5.8;
- c. proporcionar capacitación a los trabajadores de la empresa evaluada;
- d. realizar trámites ante la Secretaría para obtener la autorización o ampliación de funcionamiento o la autorización de métodos alternativos.

12.4 Las unidades de verificación deben emitir sus dictámenes consignando la información siguiente:

- a. datos del centro de trabajo:
 - 1. nombre, denominación o razón social;
 - 2. domicilio completo;
 - 3. nombre o número de identificación del equipo y en su caso el número de control asignado por la Secretaría;
- b. datos de la unidad de verificación:
 - 1. nombre, denominación o razón social;
 - 2. número de aprobación otorgado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social;
 - 3. norma verificada;
 - 4. resultado de la verificación;
 - 5. nombre y firma del representante legal;
 - 6. lugar y fecha en la que se expide el dictamen;
 - 7. motivo del dictamen (para obtener la autorización de funcionamiento o para obtener la ampliación de la vigencia);
 - 8. vigencia del dictamen.

12.5 El dictamen emitido por las unidades de verificación debe precisar la manera en que el patrón demostró la seguridad del equipo y de sus dispositivos de seguridad, y las condiciones de seguridad e higiene a que se refiere el Capítulo 7, según le aplique, al momento de la verificación.

12.6 La vigencia de los dictámenes de cumplimiento general de la presente Norma es de cinco años, siempre y cuando se cuente con las autorizaciones de funcionamiento vigentes de todos los equipos, y se conserven las condiciones de seguridad establecidas en el Capítulo 7, para cada uno de ellos.

12.7 La vigencia de los dictámenes por equipo emitidos por las UV, para su presentación ante la Delegación, es de noventa días.

Apéndice A
Formato N-020
SOLICITUD/ AVISO

--

Solicitud de autorización de funcionamiento	<input type="checkbox"/>	
Aviso de funcionamiento (con participación de UV)	<input type="checkbox"/>	
Solicitud de ampliación de la vigencia	<input type="checkbox"/>	No. de control S.T.P.S. _____
Aviso de ampliación de la vigencia (con participación de UV)	<input type="checkbox"/>	No. de control S.T.P.S. _____
	<input type="checkbox"/>	

Bloque 2 Datos del patrón:

Nombre, razón o denominación social _____

Domicilio completo del centro de trabajo en donde se ubica el equipo: _____

Bloque 3 Identificación del equipo:

Nombre o número de identificación: _____

Número de serie: _____

Ubicación física del equipo en el centro de trabajo (área, planta): _____

Tipo y uso: _____

Bloque 4 Especificaciones técnicas del equipo:

Fabricante, lugar y año de fabricación _____

Código principal de diseño y fabricación _____

Presión de diseño _____

Presión de operación _____

Presión máxima de trabajo permitida _____

Temperatura de diseño _____

Temperatura de operación _____

Capacidad volumétrica (para recipientes) _____

Superficie de calefacción(para calderas) _____

Número y tipos de dispositivos de seguridad (con presiones de calibración) _____

Nombre, razón o denominación social del nuevo patrón usuario: _____

Domicilio completo del nuevo centro de trabajo en donde se ubica el equipo: _____

Datos técnicos anteriores del equipo

Fluido y uso _____

Fabricante, lugar y año de fabricación _____

Código principal de diseño y fabricación _____

Presión de diseño _____

Presión de operación _____

Presión máxima de trabajo permisible _____

Temperatura de diseño _____

Temperatura de operación _____

Capacidad volumétrica del recipiente interior _____

Número y tipos de dispositivos de seguridad (con presiones de calibración) _____

Datos técnicos actuales del equipo

Fluido y uso _____

Presión de operación _____

Temperatura de operación _____

Temperatura de diseño _____

Presión máxima de trabajo permisible _____

Capacidad volumétrica del recipiente interior _____

Número y tipos de dispositivos de seguridad (con presiones de calibración) _____

Nombre, razón o denominación social del patrón propietario: _____

Domicilio completo del patrón propietario: _____

Nombre y firma del representante legal del patrón propietario: _____

Nombre y firma del representante legal del nuevo patrón usuario: _____

13 Vigilancia

La vigilancia del cumplimiento de esta Norma, corresponde a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

14 Bibliografía

NOM-008-SCFI-1993 Sistema general de unidades de medida.

ANSI/ASNT CP-189-1995. American National Standard. ASNT Standard for Qualification and Certification of Nondestructive Testing Personnel E.U.A.

Recommended Practice No SNT-TC-1A 1996 E.U.A.

CICA0299.01 Norma Técnica de Competencia Laboral sobre Operación de Calderas.

CMECO149.01 Norma Técnica de Competencia Laboral sobre Mantenimiento a Generadores de Vapor.

CAZA017.01 Norma Técnica de Competencia Laboral sobre Tratamiento de Agua.

15 Concordancia con normas internacionales

Esta Norma Oficial Mexicana no concuerda con ninguna norma internacional, por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

TRANSITORIOS

PRIMERO: La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los sesenta días naturales posteriores a su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

SEGUNDO: Durante el lapso señalado en el artículo anterior, los patrones cumplirán con la Norma Oficial Mexicana NOM-122-STPS-1996, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene para el funcionamiento de recipientes sujetos a presión y generadores de vapor o calderas que operen en los centros de trabajo, o bien realizarán las adaptaciones para observar las disposiciones de la presente Norma Oficial Mexicana y, en este último caso, las autoridades del trabajo proporcionarán a petición de los patrones interesados, asesoría y orientación para instrumentar su cumplimiento, sin que los patrones se hagan acreedores a sanciones por el incumplimiento de la Norma en vigor.

TERCERO: A la entrada en vigor de la presente Norma queda cancelada la Norma Oficial Mexicana NOM-122-STPS-1996, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene para el funcionamiento de recipientes sujetos a presión y generadores de vapor o calderas que operen en los centros de trabajo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de julio de 1997.

México Distrito Federal a los treinta y un días del mes de julio del dos mil dos.

EL SECRETARIO DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL

CARLOS MARIA ABASCAL CARRANZA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



APENDICE II

GLOSARIO





GLOSARIO

ABOMBADO: Objeto que tiene una forma curva, convexa.

ACCIDENTE: Cualquier suceso que es provocado por una acción violenta y repentina ocasionada por un agente externo involuntario.

ASTM: Asociación Americana de pruebas mecánicas.

ASME: Sociedad Americana de Ingenieros

BULONERÍA: Es un negocio donde venden bulones, se utiliza para denominar tornillos de tamaño relativamente grande, con rosca solo en la parte extrema de su cuerpo.

CERTIFICACIÓN: Significa que un centro de cuidado a largo plazo ha pasado la inspección realizada por una agencia del gobierno Estatal. Estar certificado no es lo mismo que estar acreditado.

CREEP: Se denomina fluencia lenta o arrastramiento (en inglés, '*creep*') al incremento de deformación que sufre un material cuando le es aplicado un esfuerzo constante.

DUREZA: Es la resistencia que presenta un material penetrado por otro material.

ENSAYOS DESTRUCTIVOS : Los ensayos destructivos son los siguientes: Ensayo de tracción, Ensayo de resiliencia, Ensayo de compresión, Ensayo de cizallamiento, Ensayo de flexión, Ensayo de fatiga, Ensayo de torsión, Ensayo de plegado.

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS: Inspección visual, Líquidos penetrantes, Ultrasonido, Medición de espesores, Metalografía, Dureza.

ESFUERZO NORMAL: (normal o perpendicular al plano considerado), es el que viene dado por la resultante de tensiones normales σ , es decir, perpendiculares, al área para la cual pretendemos determinar el esfuerzo normal.

ESFUERZO CORTANTE: (tangencial al plano considerado), es el que viene dado por la resultante de tensiones cortantes τ , es decir, tangenciales, al área para la cual pretendemos determinar el esfuerzo cortante.

FRACTURA FRÁGIL: La fractura frágil tiene lugar sin una apreciable deformación y debido a una rápida propagación de una grieta. Normalmente ocurre a lo largo de planos cristalográficos específicos denominados planos de fractura que son perpendiculares a la tensión aplicada.

FRACTURA DÚCTIL: Esta fractura ocurre bajo una intensa deformación plástica.

PRESIÓN: La presión es la magnitud que relaciona la fuerza con la superficie sobre la que actúa, es decir, equivale a la fuerza que actúa sobre la unidad de superficie.





RFSHMAT: Reglamento Federal de Seguridad Higiene y Medio Ambiente de Trabajo

USINA: Es un recinto industrial, cuya producción dice relación principalmente con generación de energía, minería, siderurgia, refinerías, y en general, cualquier edificación en la cual se desarrolla algún tipo de especialidad industrial de grandes proporciones.

UT: Abreviatura de ultrasonido.

UV: Abreviatura de Unidad Verificadora.

SNT TCN 1A ASNT: Son las siglas de la sociedad de ensayos no destructivos para identificar su documentación y así acreditan también a sus representantes

VÁLVULA CONVENCIONAL: es el tipo de Válvula que como elemento mecánico se emplea para regular, permitir o impedir el paso de un fluido a través de una instalación industrial o maquina de cualquier tipo.

VÁLVULA BALANCEADA: A está se le realiza un Balance para ser utilizada, ya que va a un sistema de desfogue.

