



SECRETARIA DE  
ECONOMIA

## **NORMA MEXICANA**

**NMX-R-077-SCFI-2015**

**AGUA POTABLE Y RESIDUAL –TANQUES PARA  
ALMACENAMIENTO – EMPERNADOS – VIDRIO FUSIONADO  
AL ACERO**

**WATER AND WASTE WATER – STORAGE TANKS – BOLT – FUSED  
GLASS TO STEEL**



## **PREFACIO**

En la elaboración de esta norma participaron las siguientes Empresas e Instituciones:

- Dirección General de Normas (DGN)
- Comisión Estatal del Agua de Tamaulipas (CEAT)
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación (ONNCCE)
- AQUASTORE
- Desarrollo y Sistemas S.A.
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES)

## ÍNDICE DEL CONTENIDO

<u>CAPÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN	1
2 REFERENCIAS	1
3 DEFINICIONES	3
4 ESPECIFICACIONES	3
5 BIBLIOGRAFÍA	17
6 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES	21
7 APÉNDICE A PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN PERIÓDICA DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN DEL ÁNODO DE SACRIFICIO (INFORMATIVO)	22
8 APÉNDICE B GUÍA DE ENSAMBLE PARA TANQUES DE VIDRIO FUSIONADO AL ACERO (INFORMATIVO)	39

## NORMA MEXICANA

### NMX-R-077-SCFI-2015

# AGUA POTABLE Y RESIDUAL –TANQUES PARA ALMACENAMIENTO – EMPERNADOS – VIDRIO FUSIONADO AL ACERO

## WATER AND WASTE WATER – STORAGE TANKS – BOLT – FUSED GLASS TO STEEL

### 1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN.

Establecer las especificaciones técnicas para el diseño, fabricación y construcción de tanques emperrados, vidrio fusionado al acero, los métodos de prueba y el procedimiento de evaluación de la conformidad para obtener la certificación oficial.

Esta Norma Mexicana es aplicable a quienes diseñan, fabrican, compran, comercializan, construyen y operan tanques de vidrio fusionado al acero de cualquier capacidad, que se utilizarán para el almacenamiento y/o regulación de agua potable y residual, en todo el territorio nacional.

### 2 REFERENCIAS

Para el cumplimiento y aplicación de la presente Norma Mexicana es necesario acudir a las Normas Oficiales Mexicanas, Normas Mexicanas, normas internacionales y normas extranjeras que se señalan a continuación:

NOM-008-SCFI-2002	Sistema General de Unidades de Medida.
NMX-B-248-CANACERO-2006	Industria siderúrgica – acero al carbono, alta resistencia baja aleación y alta resistencia baja aleación con formabilidad mejorada laminado en caliente, en calidad comercial, troquelado y estructural, en rollo – especificaciones
NMX-B-254-CANACERO-2008	Industria siderúrgica – acero estructural – especificaciones y métodos de prueba.
NMX-B-284-1987	Acero estructural de alta resistencia y baja aleación al manganeso vanadio.

NMX-B-326-1968	Composición química de los aceros inoxidables y resistentes al calor, forjados o laminados.
NMX-B-328-CANACERO-2006	Industria siderúrgica – tolerancias en los límites químicos especificados para aceros forjados y laminados – especificaciones y métodos de prueba.
NMX-B-480-CANACERO-2011	Industria siderúrgica – perfiles y plancha de acero de baja aleación y alta resistencia al capacitación, calificación manganeso – niobio – vanadio para uso estructural – especificaciones y métodos de prueba.
NMX-C-111-ONNCCE-2014	Industria de la construcción – agregados para concreto hidráulico – especificaciones y métodos de ensayo.
NMX-C-155-ONNCCE-2014	Industria de la construcción – concreto – concreto hidráulico – dosificado en masa – especificaciones y métodos de ensayo.
NMX-C-299-ONNCCE-2010	Industria de la construcción – concreto hidráulico estructural – agregados ligeros – especificaciones y métodos de ensayo.
NMX-C-403-ONNCCE-1999	Industria de la construcción – concreto hidráulico para uso estructural.
NMX-H-004-SCFI-2008	Industria siderúrgica – productos de hierro y acero recubiertos con zinc (galvanizados por inmersión en caliente) – especificaciones y métodos de prueba.
NMX-H-014-1984	Recubrimiento – zinc – peso del recubrimiento en artículos de acero galvanizado – método de prueba.
NMX-H-077-CANACERO-2009	Industria Siderúrgica – electrodos de acero al carbono para soldadura de arco metálico protegido – especificaciones.
NMX-H-099-1985	Soldadura – electrodos de acero al carbono para el proceso de soldadura de arco con electrodo tubular continuo.

### 3 DEFINICIONES

Las siguientes definiciones se aplicarán a esta Norma Mexicana:

#### 3.1 Panel

La unidad que se forma de la fusión del vidrio al acero al ser introducidos en un horno a temperatura entre 790 °C a 870 °C y que se utiliza para fabricar el tanque de almacenamiento.

### 4 ESPECIFICACIONES

#### 4.1 De los materiales

Los materiales a utilizar en la fabricación de los tanques de almacenamiento de agua a que se refiere la presente Norma Mexicana son los que se establecen en la tabla 1 (véase Tabla 1).

**Tabla 1. Especificaciones de los materiales**

Material	Especificación	
Tornillos al carbón	Deben ser de grado 2, 5 y 8 respectivamente	
Tuercas	Deben ser adecuadas para usarse con los tornillos seleccionados	
El encapsulado de las cabezas y tuercas de los tornillos	Encapsulado de las cabezas de los tornillos	Será hecho en copolímeros de polipropileno de alta resistencia a impactos. Dicho encapsulado llegará hasta las estrías del vástago.
	Encapsulado de las tuercas de los tornillos	Será hecho en copolímeros de polipropileno de alta resistencia a impactos. Dicho encapsulado llegará hasta la lámina y estará completamente relleno con el compuesto sellador.

Pernos del cuerpo del tanque	Encapsulado	<p>Será hecho en copolímeros de polipropileno de alta resistencia a impactos. Llegará hasta la lámina y estará completamente relleno con el compuesto sellador.</p> <p>Tendrá la capacidad de resistir a la luz ultravioleta y será de color negro. El material del encapsulado de la cabeza del perno deberá ser aprobado para estar en contacto con agua potable.</p>
	<p>Todos los pernos del cuerpo del tanque deberán instalarse de forma tal que la cabeza del perno quede hacia el interior del tanque y la arandela y tuerca queden hacia el exterior. En el caso de los pernos de los pisos de vidrio fusionado al acero, las cabezas de los pernos irán del lado de afuera con las tuercas encapsuladas del lado de adentro. Todos los pernos de las juntas traslapadas deberán escogerse de modo que las porciones roscadas no queden expuestas en el "plano de corte" entre las láminas del tanque. Además, las longitudes de los pernos se escogerán de modo que se obtenga una apariencia nítida y uniforme. No se permitirá un exceso de roscas expuestas más allá de la tuerca luego del apriete. Todos los pernos de las juntas traslapadas incluirán un mínimo de cuatro estrías debajo de la cabeza del perno, en el vástago, de modo que resistan la fuerza de rotación durante el apriete.</p>	
Pernos de Anclaje de La Cimentacion y Losa	Serán de roscas laminadas de ½" -13 UNC-2 <sup>a</sup> El material de los pernos será:	
	Grado 2 de SAE:	
	Resistencia a la tracción	510.0 kPa (74.0 lb/pulgada <sup>2</sup> ) mínimo.
	Carga de prueba	379.0 kPa (55.0 lb/pulgada <sup>2</sup> ) mínimo.
	Esfuerzo cortante permisible	125.23 kPa (18.16 lb/pulgada <sup>2</sup> )

Pernos de Anclaje de La Cimentacion y Losa	Grado 8 SAE/ con termo tratamiento para:	
	Resistencia a la tracción	1 034 kPa (150.0 lb/pulgada <sup>2</sup> ) mínimo.
	Carga de prueba	586.0 kPa (85.0 lb/pulgada <sup>2</sup> ) mínimo.
	Esfuerzo cortante permisible	253 865 kPa (36 820 lb/pulgada <sup>2</sup> )
	Grado 5 SAE/con termo tratamiento para:	
	Resistencia a la tracción	827.0 kPa (120.0 lb/pulgada <sup>2</sup> ) mínimo.
	Carga de prueba	586.0 kPa (85.0 lb/pulgada <sup>2</sup> ) mínimo.
	Esfuerzo cortante permisible	203.08 kPa (29.45 lb/pulgada <sup>2</sup> )
	Acabado de los pernos electro galvanizado de zinc.	
	Cimentación y losa de concreto y acero de refuerzo	La cimentación y la losa del tanque serán diseñadas por el fabricante para sostener con seguridad la estructura, sus cargas muertas y vivas, con anillo de comienzo de cimentación colocado rígidamente y sujetado a la losa de piso y a la contratrabe de concreto por medio de varilla de acero con pernos de anclaje, plato nivelador y ángulo perimetral antes del vaciado monolítico del concreto para la losa de piso.
El anillo de comienzo		Nivelado con la elevación diferencial máxima dentro del anillo que no excederá 3.175 mm (1/8 in), ni será mayor que 1.59 mm (1/16 in) en un tramo cualquiera de 3 m (10ft) de longitud.
Juego de cimentación		Consiste en dos platos niveladores (de 89 x 279 x 9.5 mm [3-1/2 x 11 x 3/8 in] de espesor), dos varillas de anclaje por plato nivelador de 457 mm (18 in) de largo y 19 mm (3/4 in) de diámetro y un ángulo





SECRETARIA DE ECONOMIA

Cimentación y losa de concreto y acero de refuerzo		perimetral y se usará para fijar el anillo inicial antes del vaciado del hormigón. No se permite la instalación del anillo inicial sobre pisos de concreto existentes, bloques de hormigón o ladrillos, usando suplementos como tuercas para ajustarlo y anclar el tanque al piso.
	Sello a prueba de agua	Fabricado de un elastómero de caucho butilo en la superficie interior del anillo inicial, debajo de la línea del hormigón de suelo. También se colocará un sello a prueba de agua impregnado en bentonita debajo del sello de caucho butilo.
	Diseño de la cimentación y la losa del tanque	Se basará en una capacidad mínima del suelo de 0.98 kg/cm <sup>2</sup> (2.0 lb/pulgada <sup>2</sup> ) o mayor según lo determine el estudio de mecánica de suelos.  Los diseños de la cimentación y la losa para resistencias de suelos menores que las especificadas y los diseños que se aparten de las normas del fabricante caerán bajo la responsabilidad del cliente, comprador o agente según los datos de cargas vivas y muertas provistos por el fabricante del tanque.
Paneles de vidrio fusionado al acero	Contenido de vidrio	>40%
	Espesor interno del vidrio	mayor a 0.4604µm por panel
	Número de capas de recubrimiento interno de vidrio:	3
	Número de capas de recubrimiento externo de vidrio:	2
	Prueba interna de discontinuidad	>1 100 volt para cero defectos.

Paneles de vidrio fusionado al acero	Los requisitos de diseño para el acero de resistencia ligera	Serán de grado 30 con resistencia máxima a la tracción <math><340\text{ kPa}</math> (49 312 lb/pulgada <sup>2</sup> ).
	Los requisitos de diseño para el acero de resistencia alta	Serán de grado 50 con una resistencia a la tracción máxima permisible de 179 300 kPa (26 000 lb/ pulgada <sup>2</sup> )
	El efecto creado por el proceso de fusión del revestimiento de vidrio se tomará en cuenta al determinar la resistencia final del acero. En ningún caso se usará un límite elástico mayor que 345 000 MPa (50 000 lb/ pulgada <sup>2</sup> )	
	Cuando se utilicen paneles con múltiples líneas verticales de pernos fabricados de acero grado 50, la superficie neta de la sección no será mayor que el 85% de la superficie bruta.	
	Los bordes de los paneles que componen el tanque	Serán redondeados mecánicamente y revestidos con un recubrimiento de acero inoxidable 316 y se aplicará a estos bordes por medio de un rociado termal ARC de 0.127 $\mu\text{m}$ (5 mils)
	El recubrimiento deberá tener un esfuerzo tensil	10.34MPa (1.50 lb/ pulgada <sup>2</sup> )
	Después de la fabricación y antes de la aplicación del sistema de revestimiento, se deberán limpiar todos los paneles a fondo con un proceso de baño cáustico y enjuague caliente, seguido de inmediato por un secado con aire caliente.	
	Se deberá efectuar una inspección de los paneles en busca de señas de materias extrañas y corrosión. Todos los paneles que demuestren estas señas deberán volverse a limpiar hasta obtener un nivel aceptable de limpieza.	
	Procedimientos diferentes al enunciado deberán garantizar la misma calidad respaldados por ficha técnica del fabricante.	
	Revestimiento	Todos los paneles deberán recibir una capa inicial de vidrio de óxido de níquel catalítico en ambos lados, incluyendo los bordes.

Paneles de vidrio fusionado al acero	<p>Se aplicará una segunda capa de vidrio milimizado a ambos lados de los paneles, incluyendo los bordes.</p> <p>Se aplicará una tercera capa reforzada de color blanco de Dióxido de Titanio milimizado en la superficie interior de todos los paneles o una tercera capa de vidrio similar de color blanco.</p> <p>Las láminas se someterán a una fusión a una temperatura mínima de 816 °C (1 500 °F), adhiriéndose estrictamente a los procedimientos de control de calidad de procesos del fabricante, incluyendo el tiempo de fusión, la humedad del horno, y el control de la temperatura.</p> <p>El proceso de revestimiento es el proceso de 3 recubrimientos. El color interno de las láminas deberá ser blanco. El color exterior podría ser diferente al de azul cobalto, según las especificaciones; sin embargo, la fusión del color se aplicará sobre una base de azul cobalto.</p>	
	El espesor de la película seca del recubrimiento interior	Deberá ser mínimo de 0.4604 $\mu\text{m}$ (18.0 mils).
	El espesor de la película seca del recubrimiento exterior	Deberá ser de 0.279 $\mu\text{m}$ (11.0 mils)
	Procedimientos diferentes al enunciado deberán garantizar la misma calidad y deberán estar respaldados por la ficha técnica del fabricante para su correspondiente evaluación.	
	Acero estructural del tanque	El material básico para la fabricación de los paneles del tanque y accesorios será de acero al carbón:
Los requisitos de diseño para el acero de resistencia ligera		Serán de grado 30 con resistencia máxima a la tracción <340 MPa (49 312 lb/pulgada <sup>2</sup> ).



SECRETARIA DE ECONOMIA

Acero estructural del tanque	Los requisitos de diseño para el acero de resistencia alta serán de grado 50	Con una resistencia a la tracción máxima permisible de 179.30 kPa (26.0 lb/ pulgada <sup>2</sup> ).
	El efecto creado por el proceso de fusión del revestimiento de vidrio se tomará en cuenta al determinar la resistencia final del acero. En ningún caso se usará un límite elástico mayor que 345.0 MPa (50 038 lb/ pulgada <sup>2</sup> ). Cuando se utilicen paneles con múltiples líneas verticales de pernos fabricados de acero grado 50 la superficie neta de la sección no será mayor que el 85% de la superficie bruta.	
Fundiciones	El sistema de fusión del vidrio al acero se realizará mediante la técnica de tres capas y una fusión ( <b>3C1F</b> ). El efecto creado por el proceso de fusión del revestimiento de vidrio se tomará en cuenta al determinar la resistencia final del acero. En ningún caso se usará un límite elástico mayor de 345.0 MPa (50 038 lb/ pulgada <sup>2</sup> ).	
Piezas forjadas	Los materiales de las placas y láminas de acero al carbono deben ser de un acero formado en horno abierto, horno eléctrico o de proceso basado en oxígeno.	
Preparación de los paneles	<p>El acero debe limpiarse de todo aceite y lubricante. El óxido de hierro y el óxido deben ser removidos de la superficie de acero limpiando con chorro de arena o por decapado. El acero debe ser preparado con aplicaciones de óxido de níquel catalítico cuando los tanques son fabricados de acero rolado al caliente. Los recubrimientos de vidrio deben ser aplicados con rocío húmedo, recubrimiento por flujo, inmersión, o deposición electroforética, el espesor del recubrimiento debe ser de 0.460µm (18 mils), los recubrimientos de vidrio deben ser curados o fusionados al acero con fuego, la temperatura debe estar por encima de 1,200 °F ó 650 °C y preferentemente en el rango de 1,450 °F a 1,600 °F ó 790 °C a 870 °C. Las superficies interior y exterior recubiertas deben ser inspeccionadas por un defecto visible o Holiday.</p> <p>La inspección de recubrimiento interior debe incluir una prueba de detección de Holidays de 1,100 voltios, cualquier defecto en recubrimiento debe ser reparado y debe pasar la inspección antes del embarque.</p>	
Pernos para unir los paneles	Los pernos usados en las juntas traslapadas del tanque serán de roscas laminadas de 1/2 in-13 UNC-2 <sup>a</sup> .	
	Grado 2 de SAE:	
	Resistencia a la tracción	510.0 kPa (74.0 lb/in <sup>2</sup> ) mínimo.

Pernos para unir los paneles	Carga de prueba	379.0 kPa (55.0 lb/in <sup>2</sup> ) mínimo.
	Esfuerzo cortante permisible	125.23 kPa (18.16 lb/ in <sup>2</sup> ).
	Grado 8 SAE/con termo tratamiento para:	
	Resistencia a la tracción	1 034.0 kPa (150.0 lb/ libra <sup>2</sup> ) mínimo
	Carga de prueba	827.0 kPa (120.0 lb/libra <sup>2</sup> ) mínimo.
	Esfuerzo cortante permisible	253.85 kPa (36.82 lb/libra <sup>2</sup> )
	Grado 5 SAE/con termo tratamiento para:	
	Resistencia a la tracción	827.0 kPa (120.0 lb/libra <sup>2</sup> ) mínimo.
	Carga de prueba	586.0 kPa (85.0 lb/libra <sup>2</sup> ) mínimo.
	Esfuerzo cortante permisible	203.08 kPa (29.45 lb/libra <sup>2</sup> ) mínimo.
Acabado de los pernos	Electro galvanizado de Zinc	
Encapsulado de la cabeza de los pernos y las tuercas de los tornillos	<p>El encapsulado de toda la cabeza del perno, será hecho en copolímeros de polipropileno de alta resistencia a impactos. Dicho encapsulado llegará hasta las estrías del vástago. El encapsulado de las tuercas de los tornillos, también será hecho en copolímeros de polipropileno de alta resistencia a impactos. Dicho encapsulado llegará hasta la lámina y estará completamente relleno con el compuesto sellador.</p> <p>El encapsulado tendrá la capacidad de resistir a la luz ultravioleta y será de color negro. El material del encapsulado de la cabeza del perno deberá ser aprobado para estar en contacto con agua potable.</p> <p>Todos los pernos del cuerpo del tanque deberán ser instalados de manera tal que la cabeza del perno quede hacia el interior del tanque y la arandela y tuerca queden hacia el exterior. En el caso de los pernos de los pisos de vidrio fusionado al acero, las cabezas de los pernos irán del lado de afuera con las tuercas encapsuladas del lado de adentro.</p> <p>Todos los pernos de las juntas traslapadas deberán ser adecuadamente seleccionados que la parte roscada no quede expuesta en el "plano de corte" entre las láminas del tanque.</p>	



SECRETARIA DE  
ECONOMIA

NMX-R-077-SCFI-2015

11/61

	<p>Además, la longitud de los pernos quedará de modo que se obtenga una apariencia nítida y uniforme. No se permitirá exceso de rosca expuesta más allá de la tuerca luego del apriete.</p> <p>Todos los pernos de las juntas traslapadas incluirán un mínimo de cuatro estrías debajo de la cabeza del perno, en el vástago, de modo que resistan la fuerza de rotación durante el apriete.</p>
Pernos de anclaje de la estructura	Grado 50.
Pernos estructurales de acero para la cimentación	Los pernos de anclaje de la cimentación deberán ser de Grado 36, 55, o 105. Los pernos de anclaje se suministran con gruesos unificados (UNC) tuercas con una tolerancia de 2da clase. Las tuercas de los pernos de anclaje serán hexagonales, de grado 36 y para los tornillos de 55 o Grado DH de Grado 105.
Pernos de anclaje para la cimentación	Grado 36, 55, ó 105. Tuercas para pernos de anclaje deben ser hexagonales, de grado 36 y para los tornillos de 55 o Grado DH de Grado 105.
Juntas y selladores	<p>El sellador de las juntas traslapadas</p> <p>Compuesto de poliuretano de un solo componente y curado contra la humedad.</p> <p>Adecuado para el contacto con agua potable.</p> <p>Se usará para sellar las juntas traslapadas, las conexiones empernadas y los bordes de las láminas.</p> <p>Después de su curado, el compuesto sellador adquirirá una consistencia similar al caucho y tendrá adhesión excelente al revestimiento de vidrio, bajo porcentaje de encogimiento y será adecuada para aplicación interior y exterior.</p> <p>Tendrá una resistencia al cloro residual hasta de 100 ppm.</p> <p>No se permitirá el uso de empaques de neopreno ni cintas selladoras.</p> <p>Será resistente al endurecimiento y agrietamiento.</p>



SECRETARIA DE ECONOMIA

Juntas y selladores		<p>Será esencialmente sólido y no contendrá plastificantes o retardadores que causen contracción por la intemperie. Será resistente al ozono y la luz ultravioleta.</p> <p>Permanecerá flexible en operación continua en un intervalo de temperatura.</p>
	Velocidad de curado a 23 °C (73 °F) y 50% de humedad relativa:	
	Tiempo de secado al tacto	6 a 8 horas.
	Tiempo de curado final	10 a 12 días.
	Fuerza de tensión	225 libras por pulgada cuadrada
	Elongación Final	275%
	Dureza	45-50
Techo	<p>El techo será tipo domo geodésico de aluminio, de luz libre y autoportable de la estructura periférica, con las principales fuerzas horizontales contenidas por un anillo integral de tensión de aluminio. El marco se compondrá de miembros estructurales de aluminio con los acoples en orden sobre la superficie de una esfera. La disposición de los miembros dará lugar a un patrón de espacios triangulares. Estos espacios deberán estar cerrados con paneles de aluminio de calibre ligero. Los miembros deberán juntarse apernando sus bridas a las placas de refuerzo de aluminio.</p> <p>Todos los componentes metálicos de la estructura de la cúpula de aluminio serán de aluminio o acero inoxidable serie 300.</p> <p>No se deberán utilizar acero galvanizado, aluminizado, pintado o niquelado en ningún lugar del domo por encima de las placas base de soporte de montaje.</p> <p>Materiales que sean diferentes a la estructura de soporte deberán estar aislados de la cúpula de aluminio por medio de una empacadura compatible elastómera. Los componentes metálicos deben ser solamente de aleaciones de aluminio compatibles con el producto almacenado y de acero inoxidable. Se prohíbe el uso de piezas de acero al carbono o galvanizadas. Se prohíbe también, el uso del sistema de techado conocido como "V-beam".</p> <p>La superficie de paneles debe ser diseñada como un sistema hermético a la entrada de agua, bajo cualquier condición de carga y temperatura. Los bordes de los paneles deben ser sellados con</p>	



SECRETARIA DE  
ECONOMIA

NMX-R-077-SCFI-2015

13/61

Techo	<p>empaques, cubiertos y firmemente sujetos con un listón o barra de manera que se produzca un acoplamiento positivo que evite el deslizamiento y desengranaje de los paneles bajo la acción de cargas y durante cambios de temperatura. Aquellos diseños que incorporen paneles solapados o elementos de fijación (pernos o tornillos) que penetren el panel y se fijen a los elementos estructurales, están expresamente prohibidos.</p> <p>El diseño debe impedir encharcamiento de agua en las juntas mediante el uso de cubiertas de eje con brida. Todo el sellador de las tapas de eje deberá estar completamente encapsulado bajo la brida. Queda estrictamente prohibido el sellador que quede expuesto luego de su aplicación en el exterior de las tapas de eje, con el fin de lograr la hermeticidad al agua.</p> <p>Los paneles de cierre de aluminio se instalarán continuamente a lo largo de sus bordes a los miembros estructurales mediante barras de listón, que engranan a los paneles en un acople entrecerrado. Estas barras de listón también deberán de asegurar un empaque de sello intemperizado de elastómero que forma un sello hermético continuo a lo largo de los bordes del panel. La superficie superior de las barras de listón debe ser totalmente al ras con las superficies del panel y de ninguna manera permitirá que el agua se encharque en las juntas de la cubierta. Están expresamente prohibidos los diseños que incorporen barras de listón alzadas, paneles superpuestos y/o diseños que incorporen sujetadores que penetren los paneles y se fijen a los miembros estructurales.</p> <p>Las fuerzas de conexión serán transferidas a través de las placas nodales conectadas a las pestañas superior e inferior de los puntales de la viga. Las conexiones deberán diseñarse como conexiones de momento; se utilizará un mínimo de cuatro pernos para conectar la placa nodal a cada pestaña de puntal.</p> <p>El análisis estructural se efectuará utilizando modelos de análisis de rigidez. Los modelos estructurales computarizados deberán incluir el efecto de las irregularidades geométricas como aberturas para entradas y miembros de soporte perimetrales. Deberán adoptarse disposiciones completas para permitir la expansión térmica. Los sujetadores se diseñarán con un factor de seguridad a la resistencia de rotura de 2.34 y 1.65 a resistencia a punto cedente. A fin de asegurar que los elementos de fijación (o sujeción) queden firmemente apretados, con resistencia al aflojamiento y con un torque uniforme, el 100% de tales elementos que se utilicen en los nodos o platos de unión deben ser del tipo utilizado en la Industria Aeronáutica, similar al sistema Huck conocidos en la industria como "lockbolts".</p>
-------	--





SECRETARIA DE  
ECONOMIA

NMX-R-077-SCFI-2015

14/61

Material del Techo	Pernos y sujetadores	Serán de acero inoxidable, serie 300, Aleación Grupo 1. Los contra pernos serán de aluminio 7075-T73 o acero inoxidable 305. Los tornillos serán de aluminio o acero inoxidable, serie 300.
	Placas y Paneles	El material de las placas y los paneles deberá ser de aluminio aleación 3003-H16, 3105-H154, 6061-T6, 5052-H32 o 5052-H36; acabado de molino AA - M10 ya fabricados.
	Refuerzos de anillo de tensión	Será de 0.95 cm (0.375 pulgadas) de espesor mínimo.
	El material de los paneles	Será de un espesor mínimo de 0.127 cm (0.05 pulgadas).
	Perfiles estructurales	Los perfiles estructurales de aluminio serán aleación 6061-T6. Los miembros estructurales de aluminio serán de un mínimo de 114.30 mm (4½ pulgadas) de profundidad. Para asegurar estabilidad torsional, los miembros estructurales del domo deben incorporar una viga "I" doble. Se prohíbe terminantemente el uso de vigas "I" sencilla.
	Anillo de tensión	Los perfiles estructurales del anillo de tensión serán de aluminio 6061-T6. El diseño del anillo de tensión se basará en la sección neta de los miembros y no incluirá salientes en la brida superior utilizados para la fijación de los paneles, agujeros de los pernos o piernas salientes que no están conectadas a través de las juntas.



SECRETARIA DE  
ECONOMIA

NMX-R-077-SCFI-2015  
15/61

Material del Techo	Formas misceláneas	Las formas de aluminio misceláneas serán aleación 6061-T6 o 6063-T5.
	Empacaduras	Todos los empaques deberán ser de silicona o neopreno y resistentes al ozono.  Si se utilizan empaques de neopreno, estos deberán ser protegidos de la exposición a la luz ultravioleta.  Los empaques deben tener un espesor mínimo de 3.18 mm (1/8 pulgadas).
	Sellador	Todos los selladores serán de silicona resistente al ozono y a la luz ultravioleta.
	Sellados de penetraciones misceláneas	Todos los otros sellados de penetraciones deberán ser sellos de goma resistentes a la intemperie.
	Cojinetes de soporte	Las superficies de cojinetes que se aceptan para los cojinetes corredizos de son de Teflón a acero inoxidable solamente. Para evitar daños en el teflón y reducir el coeficiente de fricción del cojinete, el Teflón no debe rasgar sobre superficies de aluminio.
Pruebas	Luego de completada la instalación, se debe realizar una prueba de hermeticidad a la entrada de agua sobre el techo. Para ello se debe rociar con agua la superficie externa del domo, utilizando una manguera con una presión estática mínima de 50 libras/pulgada <sup>2</sup> (3.5 Kg/cm <sup>2</sup> ). Se debe evitar rociar el agua de prueba sobre bocas de venteo o de visitas abiertas. Si luego de rociada el agua sobre la superficie externa, <b>NO</b> se evidencia agua en el interior del tanque, se considerará como que el domo es hermético a la entrada de agua. Cualquier fuga o entrada debe ser reparada o corregida. El agua a ser rociada debe ser agua potable.	

Adicionalmente a lo señalado en la tabla 1, los materiales a ser incorporados en cualquier parte del tanque, para cumplir con las disposiciones de la presente Norma Mexicana, deberán ser nuevos y en perfectas condiciones, deberán cumplir con los requisitos de esta Norma Mexicana.

En el caso de que el almacenamiento previsto sea agua potable, todos los materiales que estén en contacto o con el agua deberán tener los tratamientos o recubrimientos necesarios para evitar la contaminación del agua. Para lo anterior, el fabricante o constructor del tanque deberá entregar copia de los informes de laboratorio correspondientes.

Para el caso de los paneles se deberá observar, además de lo establecido en la tabla 1, lo siguiente (véase Tabla 2):

**Tabla 2. Propiedades físicas y mecánicas.**

Propiedad	Característica
Espesor de la pared.	Ningún panel debe tener un espesor menor a 2.0 mm).
Dureza de la superficie.	La dureza de la superficie (interior y exterior) será de al menos 90% de la dureza mínima especificada por el fabricante de resina curada.
Contenido de Vidrio.	El contenido de vidrio del panel no deberá ser menor a 80%.
Modulo de elasticidad.	La elasticidad del panel en tensión o flexión no deberá ser inferior a Modulo Young $12 \times 10^6$ .
Resistencia a la tensión.	La resistencia inicial, no envejecida, a la tracción del panel en la dirección más débil será de no menos de 100 MPa (14.50 libras por pulgada cuadrada).
Resistencia a la abrasión	Taber-8 mg loss (CS-17, 100g, 100 ciclos).
Conductividad termal.	20.4 BTU in/hr ft <sup>2</sup> °F
Adherencia.	> 34.47 kPa (5.0 libras por pulgada cuadrada) a la base del acero.
Resistencia a la flexión.	El primer estiramiento máximo del panel no envejecido en la dirección más débil no deberá ser inferior a 165 MPa (23 931.2268 libras por pulgada cuadrada).

Resistencia al corte.	La resistencia inicial, no envejecida, al último corte del panel en la dirección más débil no deberá ser inferior a 93 MPa (13 488.5096 libras por pulgada cuadrada).
Resistencia al corte.	La resistencia inicial, no envejecida, al último corte del panel en la dirección más débil a 295 MPa (42 786.1327 libras por pulgada cuadrada).
Fuerza soportada	La resistencia inicial, no envejecida, de la resistencia al corte del panel en la dirección más débil no deberá ser inferior a 200 MPa (29.0 libras por pulgada cuadrada).

#### 4.2 Diseño y construcción del tanque.

##### Metodología del Diseño

Los elementos estructurales para el tanque se diseñaran para todas las cargas determinadas por los reglamentos vigentes en el país y en la región donde se instalará.

No se permiten el empalme de dos paneles para cumplir con los espesores de diseño.

## 5 BIBLIOGRAFÍA

NOM-008-SCFI-2002	Sistema General de Unidades de Medida.
NOM-230-SSA1-2002	Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistema de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo.
ISO 37:2011	Rubber, vulcanized or thermoplastic – determination of tensile stress – strain properties.
ISO 48:2010	Rubber, volcanized or thermoplastic – determination of hardness (hardness between 10 irhd and 100 irhd).
ISO 178:2010	Plastics – determination of flexural properties.
ISO 527-1:2012	Plastics – determination of tensile properties – part 1: general principles.
ISO 527-2:2012	Plastics – determination of tensile properties – part 2: test conditions for moulding and extrusion plastics.
ISO 604:2002	Plastics – determination of compressive properties.
ISO 868:2003	Plastics and ebonite – determination of indentation hardness by means of a durometer (shore hardness).

ISO 871:2006	Plastics – determination of ignition temperature using a hot air furnace.
ISO 2039-1:2001	Plastics – determination of hardness – parte 1: ball indentation method.
ISO 2039-2:1987	Plastics – determination of hardness – part 2: Rockwell hardness.
ISO 6916-1:1995	Flexible cellular polymeric materials – sponge and expanded cellular rubber products – specification – Part 1: Sheeting.
ISO 9370:2009	Plastics – instrumental determination of radiant exposure in weathering tests – general guidance and basic test method.
ASTM A36	Standard Specification for Carbon Structural Steel
ASTM A193/193M	Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting for High Temperature or High Pressure Service and Other Special Purpose Applications.
ASTM A283 C	Standard Specification for Low and Intermediate Tensile Strength Carbon Steel Plates, Grade C.
ASTM A285 C	Standard Specification for Pressure Vessel Plates, Carbon Steel, Low- and Intermediate-Tensile Strength.
ASTM A307-07B	Historical Standard: Especificación normalizada para tornillos y pernos de acero al carbono, con 60 000 psi de resistencia a la tracción.
ASTM A325- 10	Standard specification for structural bolts, steel, heat treated, 120/105 ksi minimum tensile strength.
ASTM A490	Standard Specification for Structural Bolts, Alloy Steel, Heat Treated, 150 ksi Minimum Tensile Strength
ASTM A490 – 14a	Standard specification for structural bolts, alloy steel, heat treated 150ksi minimum tensile strength.
ASTM A516 X3	Standard Specification for Pressure Vessel Plates, Carbon Steel, for Moderate- and Lower-Temperature Service.

ASTM A1011 SS Grade 33	Standard Specification for Steel, Sheet and Strip, Hot – Rolled, Carbon, Structural, High – Strength Low – Alloy, High – Strength Low – Alloy with Improved Formability, and Ultra – High Strength.
ASTM C509	Standard Specifications for Elastomeric Cellular Preformed Gasket and Sealing Material.
ASTM C518	Standard Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus
ASTM C581 - 03(2008) E1.	Standard practice for determining chemical resistance of thermosetting resins used in glass-fiber-reinforced structures intended for liquid service.
ASTM C920	Standard Specification for Elastomeric Joint Sealants.
ASTM C1115-00	Standard Specification for Dense Elastomeric Silicone Rubber Gaskets and Accessories
ASTM D395	Standard Test Methods for Rubber Property—Compression Set
ASTM D412	Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers—Tension
ASTM D573	Standard Test Method for Rubber—Deterioration in an Air Oven
ASTM D638 – 10	Standard test method for tensile properties of plastics.
ASTM D695	Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics
ASTM D790 – 10	Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials
ASTM D883 – 11	Standard terminology relating to plastics, D1921-06 E1 standard – test – methods – for – particle – size(sieve analysis) of plastic material.
ASTM D1055 – 09	Standard specifications for flexible cellular materials-latex foam. (Withdrawn 2014)

ASTM D1505-03	Standard Test Method for Density of Plastics by the Density-Gradient Technique
ASTM D2240 - 05(2010)	Standard test method for rubber property—durometer hardness.
ASTM D2290 – 08	Standard test method for apparent hoop tensile strength of plastic or reinforced plastic pipe by split disk method.
ASTM D4167 - 97(2007)	Standard specification for fiber – reinforced plastic fans and blowers.
ASTM D6465 - 99(2012)	Standard guide for selecting aerospace and general purpose adhesives and sealants.
ASTM F593	Standard Specification for Stainless Steel Bolts, Hex Cap Screws, and Studs.
ASTM F970	Standard Test Method for Static Load Limit
ASTM F1077 – 05	Standard guide for selection of committee F16 fastener specifications (Withdrawn 2014)
ASTM F1173 - 01(2006)	Standard specification for thermosetting resin fiberglass pipe systems to be used for marine applications.
ASTM A688	Standard Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Feedwater Heater Tubes.
AWWA D-103-09	Standard for Factory-Coated Bolted Steel Tanks for Water Storage.
AWWA-D-121-12	Bolted Aboveground thermosetting fiberglass reinforced plastic panel-type tanks for water storage.
AASHTO Division 2 Section 25	Elastomeric bearings
ASCE 7-02	Minimum design loads for buildings and other structures.
ASCE 8-02	Specification for the Design of Cold-Formed Stainless Steel Structural Members.
NTP 339.534 2003	Geosintéticos. Método de ensayo normalizado para la determinación de la densidad y gravedad específica (densidad relativa) de plásticos por desplazamiento.



Aluminum Association Specifications for Aluminum Structures

Aluminum Association Aluminum Design Manual 2010; Specifications and Guidelines for Aluminum structures

Federal Specification TT-S-00230C

Federal Specification A-A-59588

Especificación estándar para pernos de acero inoxidable, tornillos de cabeza hexagonal y clavos

## **6 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES**

Esta Norma Mexicana no coincide con ninguna norma internacional, por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.



## APÉNDICE A (Informativo) Procedimientos de Inspección Periódica del Sistema de Protección del Ánodo de Sacrificio

### A.1 Introducción

El sistema de protección catódica controla la corrosión de las superficies internas sumergidas de los tanques de almacenamientos de líquido. Mientras que el sistema está diseñado de para ser simple y robusto además de requerir mínima inspección y mantenimiento, la operación apropiada del sistema debe verificarse después de la instalación y luego del llenado con el tanque con líquido. El sistema necesitará también inspección para determinar si se requiere de los ajustes para mantener el control de corrosión interna del tanque. Las inspecciones periódicas tal como se describen en la Garantía del Fabricante y en el Manual del Usuario son vitales para mantener la garantía del tanque.

**IMPORTANTE:** El diseño de los sistemas de protección catódicas se basa en parte en la cantidad de objetos de metal sumergidos interiores recubiertos y/o sin recubrimiento que están en contacto con el líquido almacenado. La presencia de las tuberías interiores, aireadores y mezcladores sitúan una demanda pesada en el sistema de protección catódica y en estos artículos se debe tomar en cuenta puesto que el sistema está siendo diseñado así como cuando se requieren los ajustes. Las propiedades del líquido juegan también un papel importante el diseño del proceso. Los líquidos que son muy conductivos tales como desperdicios de líquido permiten la corriente protectora generados por los ánodos para fluir con mayor facilidad que los líquidos con más resistencia como algunas aguas potables.

### A.2 Requerimientos del Equipo

#### A.2.1. Multímetro

Se requiere un multímetro digital que tenga una alta entrada de impedancia para realizar las lecturas apropiadas. El multímetro digital necesita tener una resolución de 1 mV o más al medir las potencias de 2 V y su salida de impedancia necesita tener 10 MΩ o más. Los medidores con más baja impedancia arrojarán lecturas erróneas. Asimismo, el multímetro debe tener la capacidad de leer mV de CD (Corriente Directa) y mA de CD.

#### A.2.2. Electrodo de Referencia Cobre/Sulfato de Cobre

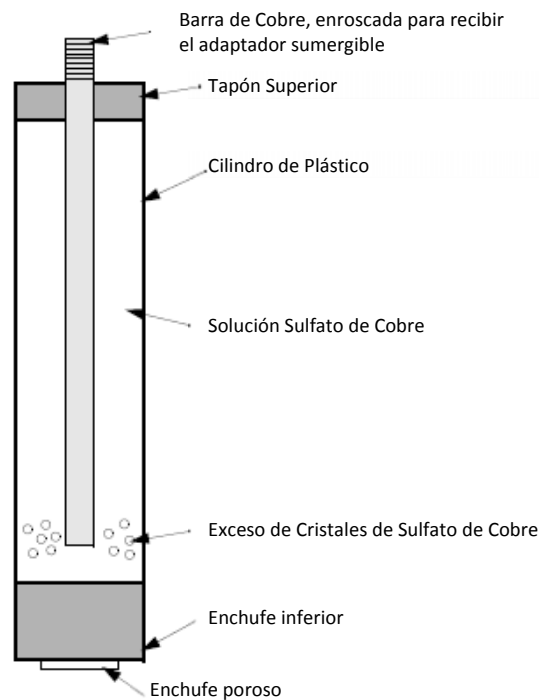
El electrodo de referencia Cobre/Sulfato de Cobre puede utilizarse en agua potable y desperdicio de líquido o de agua en donde no hay concentraciones de cloruro arriba de 500 ppm.



SECRETARIA DE  
ECONOMIA

NMX-R-077-SCFI-2015  
23/61

El electrodo de referencia usado para medir el potencial del acero en el tanque está disponible de manera comercial. Este electrodo consiste en un caparazón cilíndrico, con un tapón superior que contiene una barra de cobre y una conexión eléctrica externa y un enchufe poroso inferior que está lleno de una solución saturada de sulfato de cobre en agua destilada. La Figura A.1 muestra un típico Electrodo de Referencia Cobre/Sulfato de Cobre de referencia.



**Figura A. 1. Electrodo de referencia cobre / sulfato de cobre**

El Electrodo de Referencia de Cobre/Sulfato de Cobre requiere algo de mantenimiento para que dé resultados satisfactorios. Las superficies de la barra de cobre expuestas a la solución saturada de sulfato de cobre deben limpiarse periódicamente. La barra puede limpiarse usando una esponja o una lija. No deberá limpiarse con una lima de metal, un papel abrasivo de carburo abrasivo o cualquier material o herramienta de metal. No deberán usarse productos compuestos de limpieza. Necesita limpiarse siempre que se formen películas azules grisáceas en la barra o cuando el potencial entre los dos electrodos de referencia exceda a los 10 mV en la prueba descrita en el siguiente párrafo. Las barras de cobre pueden contaminarse por el pH de dedos sin protección, polvo, aceite o cualquier sustancia ajena que pueda estar en contacto previo a su anejió n a la tubería. El sulfato de cobre utilizado será al menos de un material de grado técnico. El agua usada deberá desmineralizarse o destilarse. Cuando se llene el electrodo de referencia, el tapón superior se quita y se agrega 1" de cristales de sulfato de cobre. El agua que se agrega debe llenar completamente el electrodo. Esto es importante al medir el potencial de los tanques altos puesto que la presión del agua puede implosionar parcialmente lleno un electrodo de referencia. Unas pocas burbujas pueden tolerarse. El electrodo de referencia deberá

sacudirse para disolver algunos cristales de sulfato de cobre. Es importante que la solución del sulfato de cobre en los electrodos esté saturada. La solución está saturada cuando los excesos de cristales están presentes. Si los excesos de cristales no están presentes luego de sacudir el electrodo, se deberán agregar más cristales. Espere al menos 24 horas luego de llenar el electrodo antes de usarlo para la prueba de campo.

Para asegurar que el electrodo de referencia cobre/sulfato de cobre está funcionando apropiadamente, el diferencial de potencial entre los dos electrodos de referencia cobre/sulfato de cobre se mide usando el multímetro. Diseñe un electrodo de referencia como el electrodo de calibración y el otro como el electrodo de campo. No usar el electrodo de calibración para tomar medidas de campo; manténgalo limpio en un lugar seco. Conecte los dos electrodos de referencia al multímetro de la siguiente manera: utilizando cables cortos de guías prueba, conecte un electrodo de referencia a la terminal positiva (+) del multímetro y el otro electrodo de referencia a la terminal negativa del multímetro (COM). Establezca la medida a voltaje a la escala de corriente directa que leerá de 0 a 100 mV.

Sumerja los dos electrodos de referencia (aproximadamente de 50.8 a 76.2 mm (2 a 3 in) de profundidad) en un contenedor de plástico lleno de agua fresca. Si el voltaje entre los dos electrodos de referencia da una lectura de menos de 10 mV, el electrodo de campo se puede utilizar para llevar a cabo las medidas potenciales del tanque. Si el voltaje entre los electrodos de referencia da una lectura mayor que 10 mV, limpie el electrodo de referencia de campo como se describió arriba. Luego de la limpieza, mida de nueva cuenta la diferencia de voltaje entre los electrodos de referencia. Si el voltaje entre los electrodos de referencia aún da una lectura mayor a 10 mV, limpie el electrodo de referencia de calibración como se describió arriba. Si la diferencia de voltaje aún continúa mayor a 10 mV, se necesitará comprar un nuevo electrodo de referencia de campo.

Cuando el electrodo de referencia se tenga que almacenar por más de unos cuantos días, la celda deberá vaciarse. La solución saturada, completa con los cristales no disueltos, puede retenerse en un bote de plástico limpio para usarse de nueva cuenta. El electrodo deberá enjuagarse con agua destilada y dejar que se seque y luego almacenarlo en un lugar seco y limpio. Cuando el electrodo de referencia se tenga que usarse otra vez, la solución almacenada se podrá reutilizarse siempre y cuando permanezca claro (no lechoso) y que contenga cristales de sulfato de cobre no disueltos. Puede agregarse más agua destilada o cristales de sulfato de cobre si es necesario para llenar el electrodo con la solución que contenga cristales de sulfato de cobre no disueltos.

El enchufe poroso en el tapón inferior del electrodo de referencia se puede reemplazar separadamente si se daña. El enchufe poroso tiende a quebrarse si se deja en temperaturas congelantes.

### **A.2.3 Conexiones de Prueba y Abrazaderas**

Al menos dos cables de prueba se requieren para realizar las medidas del potencial del acero sumergido en los tanques. Uno de los cables de prueba debe ser a prueba de agua y deberá estar anexado al electrodo de referencia. Este cable de prueba deberá ser al

menos de un metro y medio de largo que el requerido para alcanzar la parte superior del tanque desde la parte inferior del mismo. El cable deberá ser de calibre #16 AWG y deberá tener aislamiento de PVC. La conexión a prueba de agua en uno de los extremos de este cable de prueba está atornillada en la barra de cobre enroscada en el tapón superior del electrodo de referencia cobre/sulfato de cobre. El conector a prueba de agua sella la parte superior del electrodo de referencia. La tuerca de nudo montado con el electrodo de referencia debe quitarse de la barra de cobre para que el cable a prueba de agua selle apropiadamente en la parte superior del electrodo de referencia. El cable de prueba deberá fijarse al enchufe banana en el extremo opuesto a la conexión a prueba de agua. Este enchufe necesita encajarse en el enchufe del multímetro. Las longitudes estándares de los cables de prueba son de 7.60, 15.30, 30.40 y de 45.70 m con los conectores a prueba de agua y los enchufes tipo banana son de 1/8 de pulgada están disponibles comercialmente. Este cable deberá ser al menos de 2 m, encajado con un enchufe tipo banana en un extremo y con una abrazadera en el otro. El cable deberá ser de calibre #16 AWG y deberá tener aislamiento de PVC. La abrazadera necesita ser lo suficientemente larga para encajar con las roscas externas expuestas de los tornillos de acero galvanizado usados en el ensamble del tanque.

Un cable adicional se necesitará cuando se tomen las lecturas potenciales entre el líquido almacenado y una de las barras del núcleo del ánodo. Este cable adicional es necesario porque el cable estándar con el adaptador sumergido quizás no sea lo bastante largo para tomar las medidas potenciales del ánodo del circuito abierto.

### **Instrumento de Electrodo de Referencia Sumergible**

Incluye el peso del latón y se integra con un adaptador sumergible. Diseñado para inmersión en cualquier líquido electrolito incluyendo concentraciones de cloruro donde el Electrodo de Referencia Cobre/Sulfato de Cobre no puede usarse. Usarse en donde los ánodos de aluminio se usan para protección catódica.

El instrumento de electrodos sumergibles se embarcan completos. No es necesario preparar químicos en el campo.

Se pueden almacenar "secos" o en agua de la llave (con un nivel de agua arriba del agujero central en nivel con el electrodo en una orientación vertical)

Si se almacena "seco", el electrodo deberá sumergirse con agua de la llave al menos arriba del agujero central nivelado (con el electrodo en una orientación vertical) por la noche, o al menos 12 horas antes de usarse.

Asimismo, luego del embarque, el electrodo deberá sumergirse en agua de la llave al menos arriba del agujero central nivelado (con el electrodo en orientación vertical) por la noche, o al menos 12 horas antes de usarse.

### 1. Cuidados de Mantenimiento y Almacenaje

No se requiere un mantenimiento regular, pero se recomienda la calibración anual por parte del fabricante.



Figura A. 2. Electrodo de referencia IonX sumergible CuSO<sub>4</sub> con adaptador

#### A.2.4 Medidor de Resistividad

Un medidor de resistividad digital se usa para medir la resistividad del líquido almacenado.

### 3. Medidor de pH Digital a Prueba de Agua o de Tiras de Plástico

Usado para medir el nivel pH del líquido almacenado.



Figura A. 3. Medidor de pH Digital HM a Prueba de Agua. pH-200 o pHydriion Espectral 1-14 Tiras de Plástico del Indicador de pH

### **A.3 Descripción de Medidas Usadas en la Inspección Periódica del Tanque y Protección Catódica.**

#### **A.3.1 Información del Sitio y las Propiedades del Líquido**

La información específica relacionada con el sitio del tanque, el sistema de protección catódica y el líquido almacenado son guardados.

#### **A.3.2 Medidas Potenciales del Ánodo del Circuito Abierto.**

Esta prueba se realiza para verificar el tipo del ánodo y si las conexiones del ánodo están instaladas apropiadamente y se ponen a funcionar como se especifica.

#### **A.3.3 Medidas de Salida de la Corriente del Ánodo**

Esta prueba se realiza para determinar la corriente de salida de cada ánodo y para verificar si las conexiones del ánodo están instaladas apropiadamente.

#### **A.3.4 Medidas Potenciales del Tanque al Líquido "Encendido"**

Esta prueba se realiza con los ánodos conectados (por ejemplo, con la protección catódica) para determinar el nivel de la protección catódica a través de las superficies del tanque en contacto con el líquido almacenado.

#### **A.3.5 150mV Medias de Descomposición Potencial de la Protección Catódica.**

Esta prueba se realiza bajo circunstancias especiales en donde los criterios de protección catódica básica no son evidentes.

**IMPORTANTE:** Las Medidas Potenciales del tanque al Líquido "Encendido" son tomadas tal como se encuentran sin desconectar ninguno de los cables #12 AWG HMWPE son de la barra del núcleo del ánodo o de la barra roscada (si se usan) al tornillo de la estructura del tanque. (La protección catódica ha sido aplicada).

### **A.4 Información de la Forma de la Protección Catódica del Ánodo de Sacrificio.**

#### **Inspección Periódica del Tanque y la Protección Catódica**

Las lecturas almacenadas en la Información de la Forma de Protección Periódica Catódica del Ánodo de Sacrificio.

#### A.4.1 Información del Sitio y las Propiedades del Líquido.

Complete los datos de abajo:

Tamaño tanque:

Diámetro: \_\_\_\_\_

Altura: \_\_\_\_\_

Tiempo y fecha de las lecturas tomadas: \_\_\_\_\_

Fecha de la instalación del sistema de protección catódica: \_\_\_\_\_

Equipo usado: \_\_\_\_\_

Marca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_

Número de serie: \_\_\_\_\_ Fecha de la última calibración: \_\_\_\_\_

Lecturas

Información del diseño

pH \_\_\_\_\_

Temperatura del líquido (°C) \_\_\_\_\_

Resistividad (Ω · cm) \_\_\_\_\_

Conductividad (μS/cm) \_\_\_\_\_

TDS (mg/l) \_\_\_\_\_

Tipo de cemento (marcar uno):

Aro iniciador incrustado

Enterrado

Piso de acero

CET

Nombre de los inspectores: \_\_\_\_\_

Información del diseño	Lecturas previamente tomadas	Lecturas actuales tomadas
pH	pH	pH
Temperatura del líquido (°C)	Temperatura del líquido (°C)	Temperatura del líquido (°C)
Resistividad (Ω · cm)	Resistividad (Ω · cm)	Resistividad (Ω · cm)
Conductividad (μS/cm)	Conductividad (μS/cm)	Conductividad (μS/cm)
TDS (mg/l)	TDS (mg/l)	TDS (mg/l)

Elimine la pequeña muestra del líquido del tanque y, usando el Medidor de Resistividad, mida y registre las propiedades del líquido.

**IMPORTANTE:** Poner particular atención a las unidades de medida mostradas en la pantalla del medidor. El medidor puede automáticamente ajustarse a las unidades para la conductividad a micro ohm o micro siemens (μΩ o μS), y las unidades para TDS a gramos/litros (g/l). Registre las unidades mostradas con precisión en la hoja de datos.

#### A.4.2 Selección del Ánodo

Si el líquido de resistividad del sitio es >2000 Ω-cm y el zinc fue originalmente especificado, los ánodos de magnesio pueden requerirse. Si el sitio de resistividad es mucho mayor a 2000 Ω-cm y los ánodos de magnesio fueron originalmente especificados, los ánodos del zinc pueden requerirse. Los ánodos de magnesio se usarán en agua potable de todos modos.

### A.4.3 Medidas Potenciales del Tanque al líquido "Encendido"

Superior \_\_\_\_\_ mV  
 20' \_\_\_\_\_ mV  
 40' \_\_\_\_\_ mV  
 60' \_\_\_\_\_ mV  
 80' \_\_\_\_\_ mV  
 100' \_\_\_\_\_ mV  
 120' \_\_\_\_\_ mV  
 140' \_\_\_\_\_ mV  
 Inferior \_\_\_\_\_ mV  
 Nivel del líquido: \_\_\_\_\_ cm

Nota: Si las lecturas del multímetro están en voltios, multiplique por 1000 para convertirlos a mV

Tipo de líquido almacenado: Agua potable  Desperdicio de agua  Desperdicio animal  Otros: \_\_\_\_\_  
 Material del ánodo: Zinc  Magnesio  Aluminio   
 Colocación del ánodo \_\_\_\_\_  
 Número de ánodos conectados al tanque: \_\_\_\_\_  
 Número de ánodos anexados a cada ánodo primario: \_\_\_\_\_  
 Total de número de ánodos agregados: \_\_\_\_\_ Total número de ánodos: \_\_\_\_\_

Tabla A. 1 Abreviaturas usadas

Grados Centígrados	°C	Partes Por Millón	ppm
Grados Fahrenheit	°F	Total de Sólidos Disueltos	TDS
Mega Ohmios	MΩ	Voltios	V
Micro siemens por centímetro	μS/cm	mg/l = ppm	
Miliamperios	mA	1 microhmios = 1 = 1(S/cm = 1M^ Ω-cm	
Miligramos por litro	mg/l	RESISTIVIDAD (Ω·cm)=10 10 <sub>6</sub> _____ CONDUCTIVIDAD (μS/cm)	
Millivoltios	mV	°F = 1.8 x °C + 32	



## A.5 Medidas Potenciales del Tanque al Líquido “Encendido”

### A.5.1 Procedimiento de Medida

**IMPORTANTE:** No desconecte el sistema de la protección catódica antes de tomar la lectura.

El potencial del interior del tanque se mide al colocar el electrodo de referencia con el adaptador sumergible y el cable en el líquido almacenado y midiendo el potencial entre el electrodo de referencia y el tanque usando el multímetro.

Las lecturas potenciales “Encendidas” pueden tomarse de la plataforma de acceso en la parte superior del tanque. El electrodo de referencia, el adaptador sumergible y el cable deben desinfectarse antes de ser colocados en un tanque que contenga agua potable. Anexe el adaptador sumergible al electrodo de referencia y bien sujeto para producir una conexión a prueba de agua.

Conecte el multímetro y el sulfato de cobre saturado/sulfato de cobre o el electrodo de referencia  $\text{CuSO}_4$  tal como se muestra. Revisar polaridad. Conecte el cable positivo del multímetro al tornillo de la estructura del tanque tal como se muestra y el cable negativo del multímetro al apropiado electrodo de referencia. Recuerde quitar el tapón protector de la parte baja del extremo del electrodo de referencia apropiado antes de tomar medidas. El electrodo de referencia deberá estar tan cerca de la pared del tanque como sea posible. Establezca el multímetro a voltaje de corriente directa.

Baje el electrodo de referencia al líquido 30 cm abajo de la superficie del líquido y luego a intervalos de 6 m al fondo del tanque. Tome las lecturas y anote los signos y las unidades. Registre las lecturas en Forma de Información de Inspección Periódica de la Protección Catódica del Ánodo de Sacrificio.

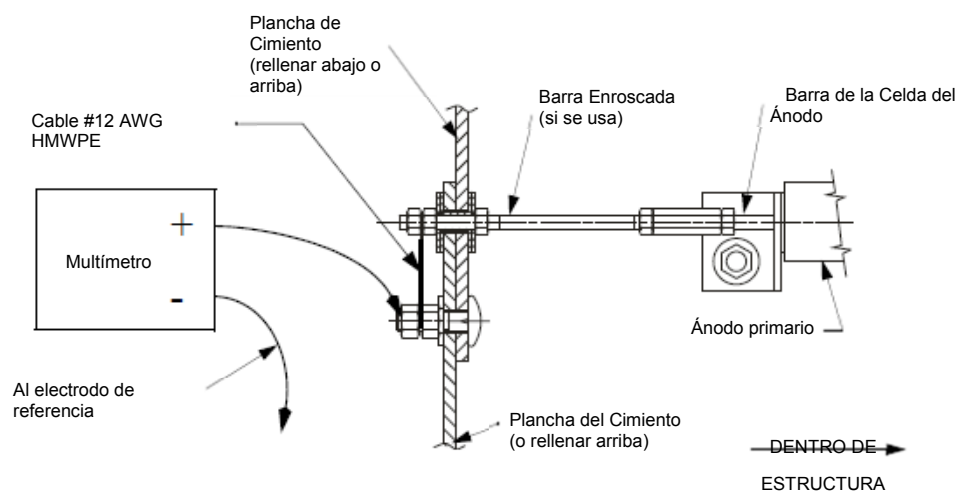


Figura A. 4 Medida Potencial del tanque al líquido “encendido”

Si todas las medidas potenciales "Encendidas" tomadas y registradas en la sección A.4.3 son iguales o más negativas que -900 mV, el tanque está protegido adecuadamente y no se necesitan ajustes. La inspección está completa.

Si cualquiera de las medidas potenciales "Encendidas" tomadas y registradas en la Sección A.4.3 son menos negativos que -900mV, el tanque no puede estar protegido adecuadamente. Proceda a la sección A.6.

#### **A.6 150mV Medidas de la Descomposición Potencial de la Protección Catódica (Tanque al Líquido "Apagado" Potencial)**

Asegure el electrodo de referencia al menos al lugar potencial "Encendido" negativo medido y registrado en la sección A.4.3. No lo mueva para el resto de la inspección. Desconecte todo los cables #12 AWG HMWPE en el extremo de los tornillos de la estructura en el exterior del tanque.

Después de desconectar el último cable #12 AWG HMWPE de cada tornillo de la estructura del tanque por fuera del tanque, inicie inmediatamente para tomar lecturas en intervalos de 10 minutos con el multímetro en el mismo lugar como se muestra en la Figura A.4. Registre el tanque al líquido "Apagado" en las lecturas potenciales en la Forma de Investigación de la Inspección Periódica en la Protección Catódica del Ánodo de Sacrificio.

Pare de tomar lecturas si la diferencia entre el tanque al líquido potencial "Encendido" y el potencial "Apagado" es de 150 mV o más, continúe tomando lecturas por 5 horas o hasta que las lecturas potenciales del tanque al líquido cambien por no más de 2 mV en un período de una hora.

Si las lecturas caen lentamente (de 1 a 3 mV por hora) o no cae por 50 mV en la primera hora, los ánodos están agotados, pasivos o hay un corto circuito entre uno o más de los ánodos y el tanque. Descontinúe las medidas potenciales el tanque al líquido "apagado". Los resultados serán equivocados. Si después de 72 horas no es capaz de obtener una diferencia de 150 mV entre el tanque al líquido potencial "Encendido" y potencial "apagado", ir a las secciones A.7 y A.8 y mida el circuito abierto potencial del ánodo y la corriente de salida del ánodo para cada ánodo. Llame al servicio de campo, si los ánodos están instalados apropiadamente y si el circuito potencial abierto del ánodo y las lecturas del la corriente de salida del ánodo están dentro de las especificaciones.

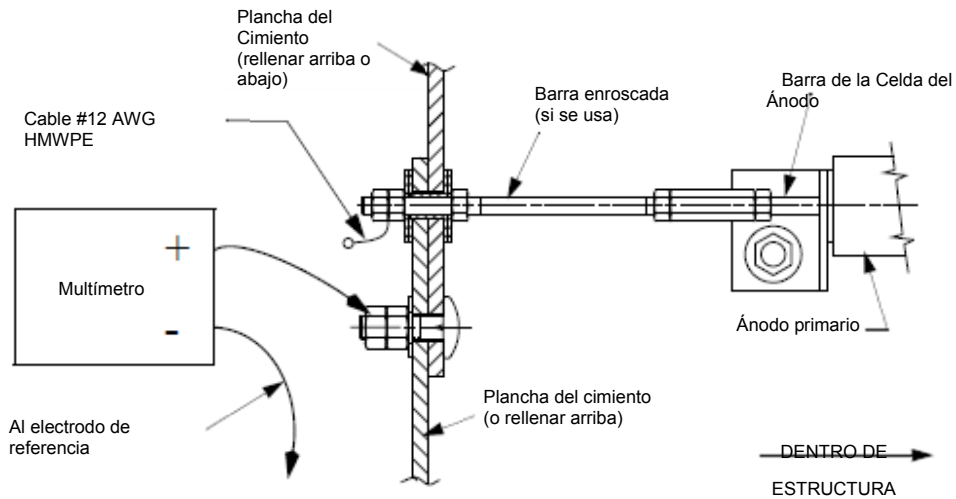


Figura A. 5 Conexiones del multímetro para medir el tanque al líquido potencial

**A.6.1 Medidas potenciales del Tanque "apagado" (indique si + ó -) (vs Cu/CuSO<sub>4</sub>)**

Superior	_____	mV
20'	_____	mV
40'	_____	mV
60'	_____	mV
80'	_____	mV
100'	_____	mV
120'	_____	mV
140'	_____	mV
Inferior	_____	mV

Nota: Si las lecturas del multímetro están en voltios, multiplique por 1000 para convertirlos a mV

**NOTA A1:** Tome la lectura potencial el tanque al líquido "Apagado" inmediatamente después de desconectar el último cable #12 AWG HMWPE al tornillo de la estructura del tanque. Registre la lectura en la forma de arriba y conserve las lecturas de abajo.

**A.6.2 Medidas Potenciales del Tanque "Apagado) (indique si + o -) (vs Cu/CuSO<sub>4</sub>)**

10min _____	mV	110min _____	mV
20min _____	mV	2h _____	mV
30min _____	mV	2 1/2h _____	mV
40min _____	mV	3h _____	mV
50min _____	mV	3 1/2h _____	mV
60min _____	mV	4h _____	mV
70min _____	mV	5h _____	mV
80min _____	mV	12h _____	mV
90min _____	mV	24h _____	mV
100min _____	mV	48h _____	mV
		72h _____	mV

Nota: Si las lecturas del multímetro están en voltios, multiplique por 1000 para convertirlos a mV

**A.6.3 150 mV Cálculo de la Formación de la Descomposición Potencial de la Protección Catódica.**

	<u>Prendido</u>		<u>Apagado</u>		<u>Resultado</u>
10min	_____ mV	-	_____ mV	=	_____ mV
20min	_____ mV	-	_____ mV	=	_____ mV
30min	_____ mV	-	_____ mV	=	_____ mV
40min	_____ mV	-	_____ mV	=	_____ mV
50min	_____ mV	-	_____ mV	=	_____ mV
60min	_____ mV	-	_____ mV	=	_____ mV
70min	_____ mV	-	_____ mV	=	_____ mV
80min	_____ mV	-	_____ mV	=	_____ mV
90min	_____ mV	-	_____ mV	=	_____ mV
100min	_____ mV	-	_____ mV	=	_____ mV
110min	_____ mV	-	_____ mV	=	_____ mV
2h	_____ mV	-	_____ mV	=	_____ mV
2 1/2h	_____ mV	-	_____ mV	=	_____ mV
3h	_____ mV	-	_____ mV	=	_____ mV
3 1/2h	_____ mV	-	_____ mV	=	_____ mV
4h	_____ mV	-	_____ mV	=	_____ mV
5h	_____ mV	-	_____ mV	=	_____ mV
12h	_____ mV	-	_____ mV	=	_____ mV
24h	_____ mV	-	_____ mV	=	_____ mV
48h	_____ mV	-	_____ mV	=	_____ mV
72h	_____ mV	-	_____ mV	=	_____ mV

#### **A.6.4. Criterios para la Protección Catódica Adecuada**

El tanque está adecuadamente protegido si alguno de los tanques al líquido "Apagado" potencial es más negativo que 850 mV o si hay al menos 150 mV de diferencia entre el potencial "Apagado" y el menos negativo.

### **A.7 Medida Potenciales para Ánodo para Circuito Abierto.**

#### **A.7.1 Procedimiento de la Medida**

De las secciones A.7 a la A.8 deben estar completadas para cada ánodo o cada lugar del ensamble del ánodo en el tanque antes de movernos a otro ánodo. Empiece con el ánodo más cerca del lugar de la celda de referencia. Anote el número de lugar del ánodo en el dibujo del "Ánodo Construido en el Diagrama de Instalación". Utilice esta convención numérica para registrar información. Luego muévase en las manecillas del reloj al siguiente ánodo cercano hasta que haya completado todos.

Conecte el multímetro y el cobre saturado calibrado/sulfato de cobre como se muestra en la Figura A.6. Conecte el cable positivo del multímetro al extremo suelto del cable #12 AWG HMWPE y el cable negativo del multímetro al electrodo de referencia.

Si el cable de prueba no es lo suficientemente largo para alcanzar todos los ánodos, conecte el cable de extensión al cable de prueba del electrodo de referencia. Conecte otro cable de prueba a la terminal positiva (+) del multímetro. Establezca el multímetro a Voltios de CD y tome lectura y registrar las medidas del circuito abierto potencial en la Forma de Información de la Inspección Periódica de la Protección Catódica del Ánodo de Sacrificio.

Las lecturas potenciales deberán tomarse en cuenta y ser registradas en cada ubicación del ánodo de la barra del núcleo. Las lecturas típicas de voltaje serán más cerca al tanque al líquido "Encendido" potencial.

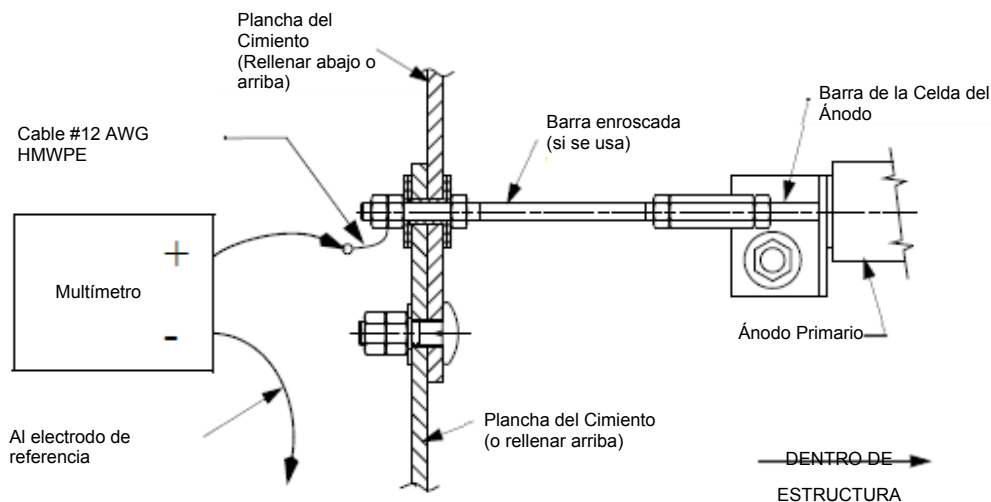


Figura A. 6 Conexiones del Multímetro para Medir el Circuito Abierto Potencial del Ánodo.

## A.8 Medidas Potenciales para Circuito Abierto del Ánodo (VS Cu/CuSO<sub>4</sub>)

### A.8.1 Procedimiento de la Medida

Conecte el multímetro como se muestra en la Figura A.7. Anexe el cable de prueba negativo (-) al final del cable #12 AWG HMWPE. Anexe el cable positivo (+) al tornillo del tanque como se muestra en la Figura A.7. Establezca la función del multímetro a la escala de CD mA. Los cables de prueba deben estar conectados a los puertos apropiados en el multímetro para leer CD mA. La salida del ánodo en mili amperes se muestra en el multímetro. Tenga cuidado en registrar cuidadosamente los signos (+ ó -) y las unidades que se muestran en el multímetro. El valor medido deberá ser positivo (+) en el multímetro si el ánodo está funcionando apropiadamente y no está corto al tanque.

Lea y registre la salida de corriente en la Forma de Información de la Inspección Periódica de la Protección Catódica del Ánodo de Sacrificio, Ver Sección A.8.2 para un ejemplo. Si la lectura es 0, el ánodo está cortado al tanque. El servicio será requerido si el ánodo está corto al tanque. Si la lectura es de < 10 mA, el ánodo está agotado o pasivo y deberá ser remplazado tan pronto como sea posible. Si la lectura es <0, revisar la polaridad, registrar la lectura y la ubicación. El ánodo está recibiendo la corriente y no deberá reconectarse al tanque.

Si el ánodo no está corto o recibiendo corriente, reconecte el cable #12 AWG HMWPE al tornillo de la estructura del tanque. Muévase al siguiente ánodo y repita las secciones A.7 y A.8 para cada ánodo o ensamble de ánodo en el tanque.

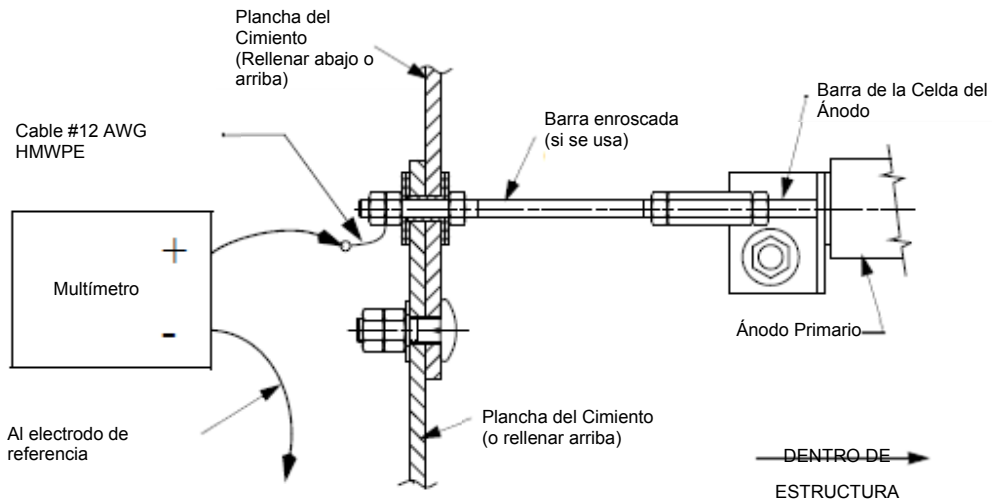


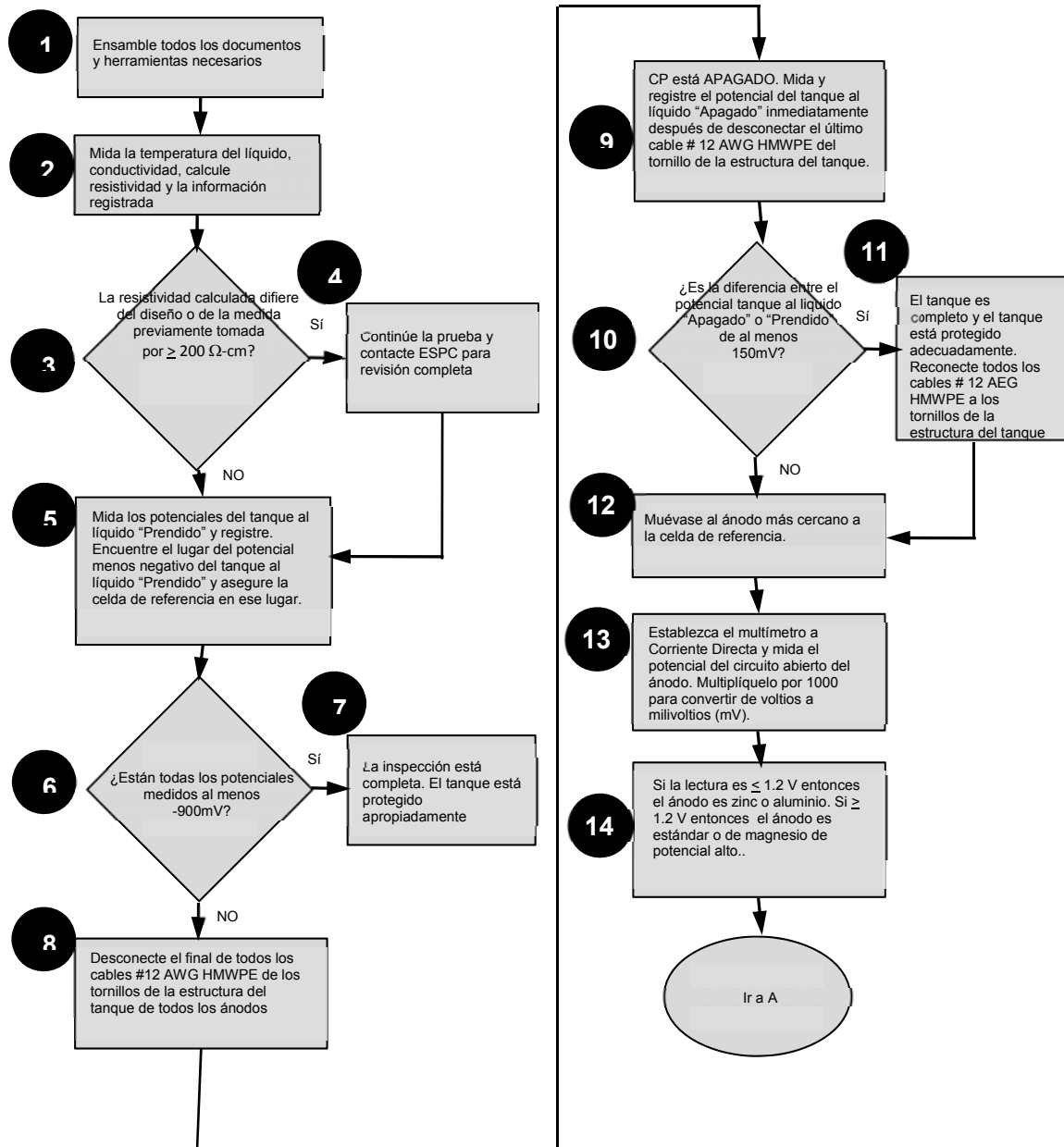
Figura A. 7 Conexiones del Multímetro para Medir Directo la Corriente de Salida del Ánodo.

### A.8.2 Medidas de la Corriente de Salida del Ánodo

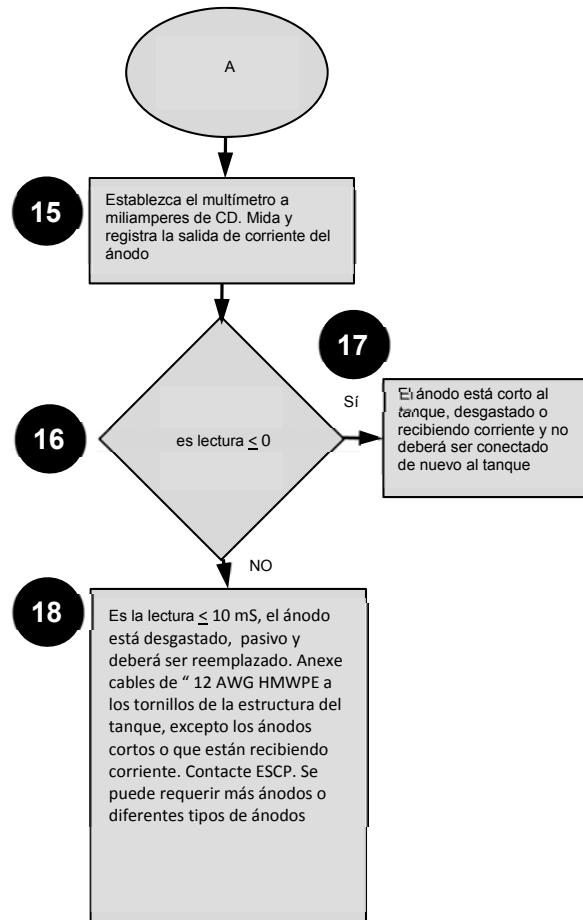
Ánodo #		Ánodo #	
1	_____ mA	11	_____ mA
2	_____ mA	12	_____ mA
3	_____ mA	13	_____ mA
4	_____ mA	14	_____ mA
5	_____ mA	15	_____ mA
6	_____ mA	16	_____ mA
7	_____ mA	17	_____ mA
8	_____ mA	18	_____ mA
9	_____ mA	19	_____ mA
10	_____ mA	20	_____ mA

**NOTA A2:** Indique cuál de los ánodos está acortado al tanque o recibiendo corriente y no reconectarlo al tanque.

**A.9 Diagrama de Flujo de Procedimiento de Inspección de la Protección Catódica del Ánodo de Sacrificio**







## **APÉNDICE B (Informativo)**

### **Guía de ensamble para tanques de vidrio fusionado al acero**

#### **Introducción**

El propósito de esta Guía de Ensamble del Tanque es proporcionar a los clientes y sus agentes con información relacionada a los procedimientos de construcción generales para los tanques de vidrio fusionado al acero, cómo se practican por las diferentes empresas especialistas en la construcción de los tanques. Esta Guía proporcionará al ingeniero o al inspector la información suficiente para entender y realizar sus deberes al observar la construcción del tanque.

#### **B.1 Especificaciones Generales del Tanque**

##### **B.1.1 Declaración General**

La siguiente información es general en su naturaleza, de manera que todas las partes pueden no pertenecer a todos los trabajos. Si existe un conflicto, entre la información dentro de un paquete específico presentado y el contrato, esto anulará la información presentada en esta Guía de Ensamble del Tanque.

##### **B.1.2 Ubicación y Preparación del Lugar**

Los artículos en la siguiente lista son normalmente la responsabilidad del cliente y deben cumplirse antes de que la construcción pueda comenzar.

1. El lugar debe ser accesible para la entrega de materiales y equipo de construcción.
2. Debe haber el suficiente espacio en la ubicación del tanque y el equipo de construcción.
3. El suelo debe ser adecuado para soportar el tanque y sus contenidos.
4. El lugar debe permanecer accesible para futuras inspecciones, mantenimiento y reparación del tanque y el equipo relacionado.

##### **B.1.3 Cimentación**

Las especificaciones del diseño de la cimentación son normalmente la responsabilidad del cliente, comprador o agente. La información específica respecto del diseño de la cimentación y la instalación está disponible en el paquete entregado para cada trabajo.

#### **B.1.4 Equipo de Construcción**

La construcción de los tanques de vidrio fusionado al acero requiere de la nivelación de anillos completos de las cubiertas de la chapa de manera que los anillos subsecuentes pueden ser ensamblados debajo de ellos. El tanque es ensamblado de arriba hacia abajo, mientras que el equipo de construcción opera desde una ubicación o en un nivel cercano.

El tanque debe ser sujetado cuando se deje sin atender, especialmente si se experimentan o se anticipan condiciones de tiempo adversas. Los tirantes de sujeción deben ser usados entre el anillo del fondo de la cubierta y el anillo de la cimentación. El número de tirantes usados dependerá de las condiciones del tiempo y la altura del tanque, pero no deben ser menos de dos por cubierta.

#### **B.1.5 Herramientas y Equipo de Construcción**

Un probador de voltaje es usado para revisar la capa de vidrio de las cubiertas durante la construcción del tanque. Después de que cada anillo de las cubiertas ha sido instalado, las cubiertas son probadas por fugas eléctricas. Las pruebas de un piso de acero con capa de vidrio también son requerido, pero puede esperar hasta que todas las capas de la cubierta han sido instaladas. Un probador de resistencia con una almohadilla húmeda con salida de 9 V es usado con agua de la llave o destilado.

Cuando la resistencia de la capa cae a 50,000 - 80,000  $\Omega$ , sonará una señal audible. Un ligero gorjeo indica que la resistencia es mayor a 80,000  $\Omega$  y debe ser ignorado. El sellador usado durante la construcción del tanque es también usado para arreglar cualquier discontinuidad. Solamente las superficies interiores húmedas requieren pruebas.

Se usa una herramienta de unión manual o hidráulica para extender las uniones entre las cubiertas adyacentes. La expansión de uniones es realizada en todas las cubiertas de los pernos a través de las capas que están apretadas.

#### **B.1.6 Materiales de Construcción**

- **B.1.6.1 Selladores**

El sellador es un uretano contra humedad usado para sellar las uniones que se traslapan y proporciona protección a los bordes de las cubiertas. El material es suministrado ya sea en cartón, plástico o tubos de aluminio o paquetes envueltos tipo salchicha (sausage package). Las pistolas portátiles de enmasillado con o sin un sistema de apoyo de aire son usados para suministrarlo. El sellador debe ser almacenado en un ambiente fresco y seco. Puede ser aplicado a las cubiertas secas en temperaturas en exterior por debajo de los -6 °C (20 ° F), pero debe ser almacenado en un ambiente tibio cerca del lugar de trabajo si se suministra en temperaturas por debajo de los 4 °C (40 °F). Debido a que el rango de secado del sellador puede variar, dependiendo de la temperatura y la humedad, algunos procedimientos descritos en esta guía pueden requerir modificación para acomodar tales

variantes en el rango de secado del sellador. El sellador de silicón es usado algunas veces para aplicaciones especiales y es aplicado usando una pistola de sellado portátil.

- **B.1.6.2 Sujetadores**

Los pernos de la estructura son de varias longitudes y grados, las arandelas y las tuercas son usadas para la construcción de tanques y compartimentos. Las tablas del programa de sujetadores de los dibujos de la norma, proporcionan información de la aplicación.

- **B.1.6.3 Almacenamiento en Campo**

Las láminas deslizantes, los empaques del tejado (roof packs) y otros materiales deberán ser almacenados en un ambiente fresco y seco. Puede usarse protección adicional contra el clima para proteger a largo plazo de la acumulación de humedad.

## **B.2 Equilibrio y Cimentación de la Construcción**

La información proporcionada en esta sección aplica a tanques con arrancadores de cimentación corta, media o alta y piso de concreto. Todos los tanques deben ser colocados en un área bien drenada con suelo adecuado para soportar la fuerza, como sea determinado por un ingeniero competente en suelo/cimentación.

### **B.2.1 Preparación y Excavación del Lugar**

La información requerida para la excavación es proporcionada en los lineamientos de preparación del lugar, los dibujos de la norma y otra documentación apropiada de ingeniería. Es necesaria la revisión de esos materiales por el instalador de la cimentación antes de iniciar la excavación.

### **B.2.2 Instalación de la Tubería a través del Piso**

Toda la tubería que pasará a través del piso debe ser ubicada e instalada antes de comenzar el trabajo de nivelación de la construcción. Se requieren bloques de empuje en donde una tubería cambie de dirección. Los canales para tubería no deben permitir que la tierra tenga contacto directo con la tubería. Los canales para tubería deben ser llenados con material según sea especificado por el ingeniero en campo.

### **B.2.3 Colocación de Refuerzo de Acero para el Equilibrio**

A continuación están los Procedimientos de Colocación de Refuerzos de Acero de Equilibrio.

1. Determinar la posición angular de los ensambles de la placa niveladora y la ubicación del estribo usando un tránsito.
2. Dirigir las varillas de posicionamiento adyacentes en cada cuarta ubicación del estribo.

3. Posicionar los estribos del fondo o la varilla de refuerzo a lado de las varillas posicionadas, usando bloques de concreto o con banquillos para obtener la altura adecuada. Anexar a las varillas posicionadas usando un alambre para atarlo.
4. Colocar el fondo del juego de la barra de refuerzo circunferencial y acóplelo al fondo de los estribos o de la barra de refuerzo de soporte usando un cable para atarlo.
5. Instalar los estribos sobrantes o las barras de refuerzo de apoyo y acoplar la barra de refuerzo usando un cable para unirlos.
6. Instalar la barra circunferencial restante.
7. Si los estribos son utilizados, coloque la parte superior de los estribos sobre cada fondo del estribo, ajustando la altura del estribo de acuerdo con el dibujo de la norma de cimentación. Una los estribos.
8. Una los juegos superiores de las barras de refuerzo circunferencial a cada parte superior del estribo.
9. Remover las varillas de posicionamiento.

#### **B.2.4 Colocación de Cimentación de Concreto y Placa Niveladora**

1. El concreto debe ser sacudido mientras es colocado, pero las buenas prácticas dictan que la vibración no debe ser usada para mover el concreto.
2. Nivele la parte superior del concreto, pero no extienda con una paleta.
3. Use un tránsito para mantener la altura apropiada alrededor de la cimentación.
4. Inserte las placas niveladoras en el concreto fresco en las ubicaciones predeterminadas. Inserte la barra de refuerzo circunferencial y ate las barras como es requerido en los lugares determinados.
5. Forme la ranura en la cimentación del concreto. La ranura debe ser ubicada entre los pernos del interior y el exterior de la cimentación de cada ensamble de placa niveladora.

#### **B.2.5 Excavación para Relleno y Colocación**

1. Excavar la inclinación interior según especificaciones en el dibujo de la norma, después de que la cimentación de concreto haya curado adecuadamente.

2. Coloque el relleno, si se usa, y compacte según se requiera.
3. Después de la compactación, el relleno o la tierra sin mover debe cumplir con las especificaciones en dibujo de cimentación de la norma.

#### **B.2.6 Instalación del Cárter**

El cárter, si es ubicado en el centro o en otra ubicación, deberá ser instalado antes de la colocación del refuerzo de acero en la cimentación del piso. El cárter puede o no incluir una tubería interna/externa.

#### **B.2.7 Instalación del Cárter Con Tubería Interna/Externa**

1. Arregle la tubería interna/externa sobre el nivel del piso, si aplica.
2. Monte el cárter en la tubería.
3. Si se usa un sellador de uniones, apriete el ensamble de manera que no se deslice bajo su propio peso. El apretado final no debe ser realizado en este momento, de manera que el cárter pueda ser ajustado en la tubería para una ubicación adecuada.
4. Una vez que la altura adecuada del cárter ha sido conseguida, el ensamble de sellador de uniones, si es usado, deberá ser apretado cuidadosamente. El apretado desnivelado o el apretado excesivo pueden causar daño o fugas del sellado.

#### **B.2.8 Instalación del Cárter Sin Tubería Interna/Externa**

1. Coloque una gota de sellador sobre el círculo del perno del cárter e instale la placa cubierta del cárter.
2. Posicione y dirija los postes de soporte del cárter en el suelo o en el relleno.
3. Sujete el cárter en los postes de soporte y ajuste la altura y ubicación del cárter.

#### **B.2.9 Instalación del Anillo de Cimentación**

1. Use un tránsito para checar las placas niveladoras para la altura y consistencias adecuadas.
2. Instale un ángulo de cimentación en la placa de cimentación usando sellador y los sujetadores especificados. Habrá una compensación del extremo del ángulo relativo a la línea del perno primario de la placa.

3. Instale las varillas de anclaje por las placas de cimentación para los tanques de arrancador alto.
4. Coloque los ensambles de la primera hoja de cimentación/el primer ángulo de cimentación en las placas niveladoras.
5. Aplique gotas de sellador sobre las líneas verticales de pernos de la siguiente hoja de cimentación y junto con la línea horizontal de pernos que no esté ya cubierta con el ángulo de cimentación.
6. Instale un inserto de punta en la línea horizontal de pernos de manera que tope contra el extremo de la primera hoja de cimentación.
7. Posicione los ensambles de la segunda hoja de cimentación / el ángulo de cimentación en las placas niveladoras y acople a los ensambles de la primera hoja de cimentación / el ángulo de cimentación. No apriete los sujetadores.
8. Instale los ensambles de empalme del ángulo de cimentación usando los sujetadores adecuados pero no los apriete.
9. Expande la unión de las hojas de cimentación vertical y comience a apretar la secuencia.
10. Repetir los pasos 5-9 para el resto de los ensambles de la hoja de cimentación / el ángulo de cimentación.

#### **B.2.10 Pulido y Nivelación de la Hoja de Cimentación**

Esta fase de la construcción es realizada para asegurar que el anillo está pulido y a nivel.

1. Tome medidas desde el poste del centro o del cárter a cada hoja de cimentación, en o justo arriba de la línea horizontal de pernos del ángulo de cimentación. La consistencia en donde sean tomadas las medidas es importante.
2. Totalice todos los valores y divida por el número de medidas tomadas para obtener el radio promedio de las hojas de cimentación expandidas.
3. Pula el ángulo de cimentación para este valor moviendo el anillo de cimentación hacia adentro o hacia fuera en cada placa niveladora. Apriete cada sujetador usado para sostener el ángulo de cimentación con la placa niveladora una vez que la dimensión apropiada sea alcanzada.
4. Revise el nivel de cimentación usando un tránsito y la varilla meta. Tome las lecturas desde el borde superior de los pernos apretados pasando a través de la línea horizontal de pernos de las hojas de cimentación.

5. Ajuste la altura de la placa niveladora para lograr la altitud y nivel adecuados en todo el anillo de cimentación. Cuando no sea necesario el ajuste de altitud adicional, apriete las tuercas de los pernos de la cimentación.
6. Vuelva a checar la concentricidad del ensamble del anillo de cimentación.
7. Instale los kits de ángulos pulidos a las placas de cimentación sin usar sellador.

#### **B.2.11 Colocación del Refuerzo de Acero del Piso**

1. Coloque la barra de refuerzo circunferencial interna alrededor del ensamble de la cimentación y acople a la superficie superior de cada varilla de anclaje a un dobléz de 90°.
2. Coloque la barra de refuerzo circunferencial externa alrededor del ensamble de cimentación y acople a las varillas de anclaje y las barras de unión en una manera similar a la descrita para la barra de refuerzo circunferencial interna anterior.
3. Coloque la barra de refuerzo de cimentación del piso arriba del suelo normal o del relleno y soporte según sea necesario.
4. Coloque la barra de refuerzo alrededor del cárter y acople la barra de refuerzo interna a los soportes de varillas del cárter.
5. Use alambre para unir todas las inserciones de barra de refuerzo y donde se acoplen las barras a las varillas de anclaje, barras de unión y varillas de soporte del cárter.

#### **B.2.12 Borde de la Cimbra**

Las formas son normalmente usadas para la creación de bordes en la cimentación del piso alrededor de todo el perímetro del ensamble de cimentación. Las formas pueden ser instaladas durante o después de colocar el piso y el acero del borde de refuerzo. Referirse al dibujo de la norma de de cimentación para los requerimientos dimensionales de los bordes de cimentación.

#### **B.2.13 Colocación de Tiras de Sellado**

Dos tipos de tiras de sellado son proporcionados para la instalación. La tira de sellado superior es de color gris y la inferior es de color negro. La instalación de la tira de sellado negra de material como el PVC u otra tubería plástica no es recomendada.

Las tiras de sellado deben ser aplicadas justo antes de colocar el concreto. Las tiras de sellado no deberán ser aplicadas durante la precipitación de lluvia o a temperaturas por debajo de los -6°C (20°F). Los procedimientos de instalación general son los siguientes:



1. Limpie con un trapo limpio la superficie circunferencial del cárter, la penetración de la tubería o el anillo interior de la cimentación en donde las tiras de sellado van a ser aplicadas.
2. Aplique la primera capa de la tira de sellado, proporcionada con las tiras de sellado, a la superficie limpia usando una brocha.
3. Permita que la primera capa seque según las instrucciones de la etiqueta del contenedor del material de la primera capa.
4. Instale las tiras de sellado en las superficies cubiertas, asegurándose de que las tiras mantienen contacto con las superficies cubiertas.
5. Al aplicar las tiras de sellado grises a las hojas de cimentación y al cárter, doble verticalmente las tiras de sellado sobre las tiras previamente instaladas. Las tiras grises aplicadas a las tuberías interiores/exteriores deben también ser inclinadas verticalmente en los extremos de las tiras de sellado.
6. Las tiras de sellado negras deben ser instaladas directamente debajo y apretadas contra las tiras de sellado negras. El contacto total debe ser mantenido entre las tiras de sellado negra y las superficies cubiertas.
7. Los extremos de las tiras de sellado negras deben topar pero no deben doblarse en la manera descrita para las tiras de sellado gris.

#### **B.2.14 Colocación del Piso de Concreto**

1. El concreto cerca de las hojas de cimentación debe ser sacudido debajo del ángulo de cimentación durante la colocación del concreto. Debe tenerse cuidado de que la vibración no se ponga en contacto con las hojas de cimentación o las tiras de sellado.
2. Empareje el acabado del piso cuando el concreto se haya puesto al punto de la paleta.
3. Limpie el concreto salpicado de las hojas de cimentación.

#### **B.3 Piso de "Vidrio" con Vidrio fusionado al acero**

##### **B.3.1 Descripción General**

El piso de vidrio fusionado al acero, también referido como "piso de vidrio", consiste en una serie de paneles atornillados juntos de piso de vidrio fusionado al acero. Dos (2) diseño de piso de vidrio con usos, dependiendo del diámetro del tanque. Un diseño utiliza paneles de piso en forma de pastel, con paneles interiores para ya sea a la pestaña

central del cárter, a la placa de la cubierta central del cárter o a la placa central sin un cárter central. El otro diseño incorpora paneles de piso rectangular en todas las superficies del piso interior y paneles especiales numerados alrededor del perímetro. En los últimos paneles ya sea del diseño de piso acoplado a un ángulo de piso. Cualquiera que sea el diseño instalado en la parte superior de una ringlera perforada u otra que no esté perforada. Se requiere una manta de fibra de caña o una capa de arena para acojinar el piso cuando éste es colocado directamente sobre un bloque de concreto, o cuando se usa una ringlera sin perforación. Cuando se usa la arena, una capa de plástico de 6 mil., es colocada sobre la arena antes de comenzar la colocación del panel del piso. El sellador es usado para sellar todas las uniones.

### **B.3.2 Procedimientos de Ensamble General**

#### **B.3.2.1 Piso de Vidrio Usando Paneles de Piso en forma de Pastel**

El ensamble del piso de vidrio que usa paneles de piso en forma de pastel, comienza en el cárter central o en la placa de cubierta central. El cárter o la placa de la cubierta central deben estar colocadas apropiadamente con respecto a la tubería, la cimentación los tornillos de anclaje (si son requeridos). El ensamble procede como sigue:

1. Alinear la línea primaria atornillada al panel de piso del arrancador #1 con el orificio del arrancador seleccionado del cárter o la placa de la cubierta central.
2. Aplique sellador a la capa superior del cárter o de la placa de la cubierta central en donde el panel de piso del arrancador #1 será localizado. Sin apretar atornille el panel de piso del arrancador #1 al cárter central o a la placa de la cubierta central.

**IMPORTANTE:** Los pasos 3 - 5 son para tanques de diámetros de 7.619 mts. y mayores solamente. Para los tanques más pequeños, proceda directamente al paso 9.

3. Aplique sellador a la línea de tornillos radial izquierda del panel de piso del arrancador #1 y a la cara superior del cárter. Sin apretar atornille el panel del piso del arrancador #2 al cárter o a la placa de la cubierta central y a el panel de piso del arrancador #1.
4. Continúe en dirección del sentido del reloj y sin apretar atornille los paneles de piso del arrancador al cárter o a la placa de la cubierta central y a cada panel de piso del arrancador adyacentes.
5. Apretar y tuerza todos los sujetadores usando una llave de impacto y una llave de torsión. Corte el sellador que sale con dificultad, asegurándose de que los bordes de la hoja están completamente cubiertos. Dependiendo de la temperatura y de la humedad, apriete los tornillos y cortando el sellador puede requerirse antes de completar el anillado de los paneles del piso que habían sido instalados sin apretar.

**IMPORTANTE:** Los pasos 6 - 9 son para tanques de 9.448 mts. diámetro o mayores solamente. Para tanques de 7.619 mts. de diámetro, proceda directamente al paso 10.

6. Coloque el panel del piso intermedio #1 sobre la línea de pernos circunferencial externa del panel de piso del arrancador #1, con una desviación de 1 tornillo en la dirección contraria a las manecillas del reloj.
7. Atornille ligeramente el panel del piso intermedio #2 a la línea de pernos radial izquierda del panel de piso intermedio #1 y a la línea de pernos circunferencial externa del panel de piso del arrancador.
8. Continuando en dirección de las manecillas del reloj, atornille ligeramente juntas el balance de los paneles de piso intermedios Apriete, tuerza y corte los paneles de piso intermedio como se describe en el paso 5. Instale las cubiertas protectoras como se describe en el paso 6.
9. Para tanques mayores a 31' de diámetro, repita los pasos del 7 - 9 para los anillos subsecuentes o paneles de piso intermedios.
10. Instale los tornillos a través de la pata horizontal de cada ángulo de piso. Use cinta para sostener las cabezas de los tornillos a la parte de abajo del ángulo.
11. Coloque el último panel de piso #1 sobre la línea circunferencial externa del panel de piso intermedio #1.
12. Instale sin apretar una placa de llenado en el extremo de un ángulo de piso, usando generosa cantidad de sellador. Aplique sellador en la superficie de la pata horizontal del ángulo de piso.
13. Localice el último panel de piso #1 sobre la pata horizontal del ángulo de piso y atornille ligeramente los componentes juntos.
14. Ligeramente atornille el último panel de piso #2 al panel de piso intermedio #2, al último panel de piso #1 y a los ángulos de piso #1 y #2.
15. Continuando en dirección de las manecillas del reloj, aplique sellador y atornille ligeramente el balance de los últimos paneles de piso a los últimos paneles de piso adyacentes, a los paneles de piso intermedios, y a los ángulos de piso. Apriete y tuerza todos los sujetadores y corte el exceso de sellador, según se describe en el paso 5 arriba.

**Notas Especiales:** El acoplado de los paneles de piso del perímetro a sus respectivos ángulos de piso durante la colocación inicial es recomendado, pero no requerido. No es necesario para todos los paneles de piso de un anillo ser instalados antes de que la colocación del siguiente anillo externo comience.

### **B.3.2.2 Piso de Vidrio Usando Páneles de Piso de forma Rectangular**

El ensamble del piso de vidrio usando páneles de piso de forma rectangular, comienza en el perímetro. Todos los páneles de piso de perímetro están numerados para facilitar el proceso de ensamble. El ensamble comienza en un punto designado junto con el perímetro, a casi la posición de las 10 horas. Un dibujo detallado de la construcción del layout del panel de piso de vidrio para cada diámetro de tanque individual es usado para determinar la orientación adecuada de los páneles de piso de vidrio, de los ángulos de piso, tuberías, líneas verticales de cubiertas de tornillos y los compartimentos del tanque. El ensamble procede de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha como sigue:

1. Instale tornillos a través de la pata horizontal de cada ángulo de piso. Use cinta para sostener las cabezas de los tornillos por debajo del ángulo.
2. Instale sin apretar una placa de llenado en el extreme de un ángulo de piso, usando generosas cantidades de sellador. Aplique sellador a la superficie superior de la pata horizontal del ángulo de piso.
3. Coloque el ángulo de piso en una posición de las 10 horas, tomando en consideración las ubicaciones de las tuberías y los compartimentos del tanque.
4. Ligeramente atornille el primer panel de piso del perímetro, como es indicado en el dibujo detallado de construcción adecuado al ángulo de piso.
5. El orificio de arranque de la línea de pernos circunferencial del ángulo de piso (dependiendo del diámetro del tanque) es igualado al ángulo de piso, como se muestra en el dibujo detallado de construcción.
6. Ligeramente atornille el segundo panel de piso del perímetro al primer panel de piso y al ángulo de piso. El borde derecho de los dos páneles será en una línea recta, sin desviación.
7. Ligeramente atornille cada panel del piso del perímetro del lado izquierdo sucesivamente al panel de piso del perímetro arriba, y al ángulo de piso con placa de llenado instalada, hasta que el borde izquierdo completo del piso ha sido atornillado sin apretar.
8. Apriete y tuerza todos los sujetadores usando una llave de impacto y una llave de torsión. Corte los excesos del sellador, asegurándose de que los bordes de la hoja están completamente cubiertos. Dependiendo de la temperatura y de la humedad, apretando los tornillos y cortando el sellador puede requerirse antes de que una fila vertical de páneles de piso haya sido instalada sin apretar.

9. Cheque las mediciones como se enlista en el dibujo detallado de construcción adecuado. Ajuste si es necesario para asegurar que el piso está correctamente ubicado.
10. Regrese al panel de piso de perímetro #1. Acople el siguiente panel de piso a la línea de pernos del lado derecho del panel de piso #1 y a la parte superior del ángulo de piso como se describe en el paso 2.
11. Ligeramente atornille los paneles de piso rectangular a los paneles de piso del perímetro previamente colocados. Trabajo de arriba hacia abajo.
12. La secuencia para instalar los paneles de piso del perímetro y luego instalar los paneles de piso rectangulares por debajo de ellos continúa hasta que todos los paneles han sido instalados.

**Notas Especiales:** Los números estampados en los paneles de piso del perímetro corresponderán a aquellos mostrados en el dibujo de detalle de la construcción proporcionado. La forma y tamaño de los paneles de piso del perímetro variarán. Por esto, puede ser necesario colocar más de un panel de piso del perímetro antes de anexar un panel de piso rectangular debajo.

Acoplar los paneles de piso del perímetro a sus respectivos ángulos de piso durante la colocación inicial es recomendado, pero no requerido.

No es necesario que todos los paneles de piso sean colocados desde la parte superior a la inferior antes de comenzar la colocación de otra columna de paneles de arriba a abajo.

### **B.3.2.3 Hojas de Cimentación (Todos los Tanques de Piso de Vidrio)**

Localice la línea de pernos vertical primaria de la hoja del arrancador #1 y coloque sobre el orificio marcado de la pata vertical del ángulo de piso #1.

1. Ligeramente atornille la hoja del arrancador #1 al ángulo de piso #1.
2. Instale un espaciador de punta en la línea de pernos horizontal adyacente a la línea de pernos vertical anexando las dos hojas de cimentación.
3. Instale la hoja de cimentación #2.
4. Repita los pasos 5 y 6, procediendo en dirección de las manecillas del reloj, aplicando sellador e instalando ligeramente las hojas de cimentación.
5. Expanda cada unión de la hoja vertical de cimentación.

6. Apriete y tuerza todos los sujetadores utilizando una llave de impacto y una llave de torsión. Corte los excesos del sellador asegurándose de que los bordes de las hojas están completamente cubiertos. Dependiendo de la temperatura y la humedad, apretar los tornillos y cortar el sellador puede ser requerido antes de completar el anillo de las hojas de cimentación que han sido ligeramente instaladas.

#### **B.3.2.4 Sillas de Anclaje**

Si las sillas de anclaje son usadas, instáelas como sigue.

1. Localice cada silla de anclaje en el perno de anclaje anexo, en donde los orificios prefabricados están localizados en las hojas de los arrancadores.
2. Aplique sellador e instale, apriete y tuerza cada sujetador de montaje de la silla de anclaje. Corte el exceso de sellador.
3. Instale las arandelas y tuercas separadoras en los pernos de anclaje sobre la parte superior de las sillas de anclaje. Apriete las tuercas fuertemente.
4. Una vez que las hojas de las cubiertas del tanque han sido unidas en el anillo del arrancador, apriete las tuercas contra las tuercas de las sillas de anclaje.

### **B.4 Construcción del tanque**

#### **B.4.1 Gatos de Construcción y Equipo**

Los equipos de fijación de construcción (gatos de construcción) son usados en la mayoría de los procesos de construcción de tanques. En especial en situaciones en donde el uso de los gatos de construcción no es ideal, el tanque puede ser construido usando andamiajes. Esas situaciones especiales son manejadas de manera individual, y por lo tanto no será cubierta en esta Guía de Ensamble de Tanque.

La fijación adecuada de los gatos de construcción es muy importante, y el procedimiento para hacer esto es como sigue.

1. Un accesorio de anclaje es usado para ubicar apropiadamente los gatos con respecto a las hojas de cimentación.
2. En los tanques con pisos de concreto, los accesorios de anclaje de gatos se ancla al piso de concreto. En los tanques de piso de vidrio fusionado, el gato es elevado ligeramente y acoplado al accesorio de anclaje del gato.
3. Acople el poste ajustable del gato a la parte superior de cada gato de construcción y extiéndalos hacia abajo en donde están acoplados al piso o al accesorio central.

4. Nivele todas las placas del gato en preparación para el primer anillo de las hojas de la cubierta.
5. Una vez que todos los gatos son nivelados, instale los ejes de poder entre los gatos. En algunos tanques, los gatos están localizados en las uniones de las alternativas verticales, y los ensambles de conectores de ejes de poder están localizados en las otras uniones alternativas verticales.
6. Atornille las bases de soporte de las hojas a las hojas de cimentación. Hay dos o más bases de hojas de soporte por hoja de cubierta.
7. Instale un perno en el orificio roscado en cada placa del gato para facilitar la instalación y nivelación de la primera hoja de cubierta del anillo.

#### **B.4.2 Primera Hoja de Cubierta del Anillo**

1. Instale la primera hoja en los gatos, asegurándose de que los pernos están en su lugar. Asegure el borde izquierdo de la hoja a la placa del gato usando los pernos de empuje con los pernos de cierre.
2. Instale la segunda hoja en los gatos, usando el resto de los pernos y guías. La última porción izquierda de la hoja debería cubrir la línea de pernos vertical y el sellador de la primera hoja. Asegure la hoja al gato como se describe arriba para la primera hoja.
3. Instale los sujetadores apropiados junto con la línea de pernos vertical uniendo la primera y la segunda hoja juntas. No las apriete.
4. Repita los pasos 2 y 3 para todos pero al final de las hojas de cubierta del primer anillo.
5. Remueva los pernos de cierre y los pernos de empuje acoplados al lado izquierdo de la primera hoja al gato. Permita que el borde izquierdo se mueva fuera de la placa del gato.
6. Instale la cubierta al interior de la hoja de la primera capa, luego acople la superficie externa a la hoja de la cubierta adyacente. Instale los sujetadores adecuados apretando a mano. Reemplace los pernos de empuje con los pernos de cierre en la unión vertical entre la primera y la última hoja.
7. Remueva los pernos de apoyo de las placas del gato.
8. Expanda cada borde vertical de la hoja de la cubierta.

9. Apriete y tuerza todos los sujetadores usando una llave de impacto y una llave de torsión. Dependiendo de la temperatura y la humedad, se puede requerir apretar los tornillos antes de que las hojas de cubierta del anillo completo hayan sido ligeramente instaladas.

#### **B.4.3 Construcción del Tejado**

Dos diseños de techo son instalados comúnmente en los tanques de de vidrio fusionado al acero. Estos diseños son del techo articulado de vidrio fusionado al acero para tanques de 9.448 mts. de diámetro y tanques más pequeños, y los domos de techo de aluminio para tanques de diámetros más grandes.

#### **B.4.4 Techo Articulado**

Los techos articulados de 6.096 mts. de diámetro o menos son hechos en páneles de techo articulado de una pieza en forma de pastel en vidrio fusionado al acero. Los techos articulados de 7.619 mts. y 9.448 mts. de diámetro están hechos de páneles de techo articulado de vidrio fusionado al acero acoplado a los páneles superiores del techo, conocido como ensambles de panel del techo. Los páneles del techo se traslapan sobre los páneles de techo articulado sin desviarlos.

Acople los dos páneles usando el sellador que es normalmente realizado antes de acoplar la tapa del techo y el primer anillo de la cubierta. La instalación del ensamble del panel del techo en el sentido contrario de las manecillas del reloj en la hoja de la cubierta del primer anillo es realizada como sigue.

1. Acople el ensamble de anclaje del poste central al cárter del centro.
2. Instale la tapa del techo en el ensamble del mástil central. No debe usarse sellador y los pernos necesitan solamente apretarse con la mano.
3. Ajuste la altura de la tapa del techo para una adecuada alineación con la línea de pernos horizontal de la parte superior para la hoja de cubierta del primer anillo. Los páneles del techo articulado deben limpiar los gatos.
4. Instale el primer ensamble del panel del techo a la parte interna de la tapa del techo y a la línea interna horizontal de pernos de la hoja de la cubierta del primer anillo. La línea de pernos radial del ensamble de panel del techo debe ser desviado de la línea de pernos vertical de las hojas de las cubiertas. Instale los sujetadores apropiados a mano.
5. Acople el segundo ensamble del panel del techo a la parte interna del ensamble del primer panel del techo. Instale los sujetadores apropiados a mano.
6. Proceda en dirección contraria a las manecillas del reloj alrededor del tanque.



7. Instale el último ensamble del panel del techo a la parte interna del ensamble del techo previamente instalado y a la parte superior del primer ensamble del panel del techo.
8. Apriete y tuerza todos los sujetadores usando una llave de impacto y una llave de torsión. Dependiendo de la temperatura y la humedad, puede ser requerido apretar los pernos antes de completar el ensamble del techo que ha sido ligeramente instalado.
9. Desconecte el ensamble del poste central desde la tapa del techo y remueva el ensamble del poste central desde el interior del tanque.

#### **B.4.5 Techo de Domo de Aluminio**

El techo de domo de aluminio puede ser construido en el lugar en que están las hojas de cubiertas del anillo superior, o construido en el suelo y levantado hacia el anillo superior de las hojas de cubierta como un ensamble completo. En cualquier caso, las zapatas de montaje del techo de aluminio se acoplan al ángulo formado que han sido acopladas a la línea horizontal superior de las hojas de cubierta del primer anillo. El techo del domo de aluminio está hecho de una estructura de aluminio de hierro en I, páneles de aluminio ligero en peso y cubre uniones. Aunque el techo de domo de aluminio es acoplado a la cubierta del tanque en el ángulo del perímetro del techo, el acoplamiento permite el movimiento necesario entre el techo y el tanque.

#### **B.4.6 Instalación de la Hoja de la Cubierta del Tanque**

Cada anillo sucesivo de las hojas de las cubiertas es acoplada al anillo sobre el mismo con un (1) orificio desviado en dirección de las manecillas del reloj. Cuando las placas del gato de construcción sean atornilladas al anillo de las hojas de la cubierta y elevadas en preparación para la instalación del siguiente anillo de las hojas de cubiertas, el tanque es girado en dirección contraria a las manecillas del reloj. El procedimiento para acoplar los anillos siguientes a las hojas de las cubiertas es como sigue.

1. Coloque los pernos de empuje con los de cierre a través de las hojas junto con la línea de pernos vertical y en las placas del gato. Use un desarmador de punta hexagonal a través de las hojas y en el orificio de la punta en cada placa del gato que es requerido para la tercera y todas las elevaciones de aquí en adelante.
2. Eleve los gatos hasta obtener la distancia apropiada entre la línea de pernos del fondo del anillo de la hoja de cubierta y de las bases de la hoja.
3. Levante la primera hoja de cubierta para ser acoplada y colóquela en las bases de soporte de la hoja. Se puede proporcionar ayuda al usar un carrito para el techo u otro equipo.

4. Cheque la altura apropiada del tanque y ajuste según sea necesario usando los gatos de construcción.
5. Acople la hoja de cubierta a la hoja de cubierta de arriba. Ligeramente instale los sujetadores apropiados.
6. Levante la segunda hoja de la cubierta para ser acoplada y colocada en las bases de soporte de la hoja.
7. Acople la hoja de la cubierta a la hoja de arriba y a la hoja de cubierta previamente instalada. Ligeramente instale los sujetadores apropiados.
8. Proceda en dirección contraria a las manecillas del reloj alrededor del tanque.
9. Expanda cada borde vertical de la hoja de cubierta.
10. Apriete y tuerza todos los sujetadores usando una llave de impacto y una llave de torsión. Dependiendo de la temperatura y la humedad, puede requerirse apretar los tornillos antes de que el anillo completo ha sido ligeramente instalado.
11. Cheque cada anillo completado de las hojas de cubierta para la continuidad eléctrica usando un probador holiday con una esponja húmeda.

El siguiente procedimiento es usado en preparación para meter una nueva elevación usando los gatos de construcción.

1. Baje el tanque ligeramente hasta que el fondo del anillo de las hojas de cubierta estén descansando en las bases de soporte de la hoja.
2. Remueva los pernos y los tornillos de cabezas hexagonales (levante el #3 y los siguientes).
3. Incline los gatos hacia adentro, lejos de las hojas de cubiertas y bájelos hasta que la altura adecuada sea lograda para la siguiente elevación.
4. Vuelva a atornillar los gatos al fondo del anillo de las hojas de la cubierta e instale los tornillos de cabeza hexagonal, (levante el #3 y los siguientes).
5. Eleve el tanque a una elevación adecuada para instalación del siguiente anillo de las hojas de la cubierta.

#### **B.4.7 Instalación del Canal de Aire**

Los refuerzos de la red de cerchas de aire galvanizadas son facilitados según sean requeridos. La ubicación y el tamaño de los refuerzos requeridos son indicados en cada paquete de entrega del tanque.

Los anillos de refuerzo de la red de cerchas consisten de siete segmentos por hojas de cubierta. Ellos se acoplan a la línea horizontal de pernos usando tornillos estándar y son unidos juntos para formar un anillo continuo usando tornillos de cabezas hexagonales, tuercas estándar y arandelas especiales. La instalación ocurre durante o pronto después de que se hace la instalación de un anillo de hojas de cubierta.

#### **B.4.8 Tanque Conectado a la Cimentación**

El procedimiento para la instalación del último anillo de las hojas de cubierta, y su acoplamiento al anillo de cimentación es como sigue.

1. Eleve el tanque a la elevación adecuada para la instalación del último anillo de las hojas de la cubierta y su anclaje a las hojas de cimentación.
2. Remueva las bases de soporte de la hoja y sostenga los anclajes de la hoja #1 con la hoja de cimentación. No debe haber nada atornillado a la línea horizontal de pernos entre las hojas.
3. Acople la hoja anclada con la desviación estándar y ligeramente instale los sujetadores de la línea horizontal de pernos de la parte superior y del fondo.
4. Repita los pasos 2 y 3 hasta que las hojas ancladas han sido instaladas.
5. Apriete y tuerza todos los sujetadores usando una llave de impacto y una llave de torsión. Dependiendo de la temperatura y de la humedad, puede ser requerido apretar los pernos antes de completar las hojas de cubierta de los anillos que han sido ligeramente instalados.
6. Cheque el anillo completado de las hojas de cubiertas para la continuidad eléctrica usando un probador holiday con una esponja húmeda.
7. Los gatos de construcción y otros equipos y materiales pueden ser retirados de dentro del tanque en este momento. Ellos pueden ser removidos a través de la abertura de la puerta de acceso de la cubierta o a través de la abertura de la última hoja anclada antes de que la última hoja sea instalada.

## **B.5 Instalación de Compartimentos del Techo**

### **B.5.1 Descripción General**

La instalación de Compartimentos del Techo puede ser realizado antes o después de que la instalación de todas las hojas de cubierta esté terminada. El equipo de construcción a menudo utilizará una carretilla para facilitar el manejo de las hojas de cubierta más pesadas, para tanques con un techo articulado de vidrio fusionado al acero. Si es utilizada una carretilla, debe ser retirada antes de que los compartimentos del techo puedan ser instalados.

### **B.5.2 Instalación del Ventilador**

El ventilador de gravedad es ubicado en el centro de la tapa del techo. El ensamble está compuesto de la tapa del techo, la pestaña de montaje y la cubierta superior. La instalación debe proceder como sigue.

1. Limpie el polvo y escombros desde afuera de la superficie de la tapa del techo.
2. Aplique una gota de sellador sobre la tapa exterior del techo fuera de la línea circunferencial de los pernos.
3. Posicione el ventilador de gravedad con la cubierta superior removida, sobre la tapa del techo y ligeramente instale los tornillos.
4. Apriete y tuerza los tornillos y reinstale la cubierta superior del ventilador de gravedad.

### **B.5.3 Instalación de Perforación en el Techo Articulado**

La perforación del techo puede ser instalada antes o después de que los paneles del techo articulado de vidrio fusionado al acero han sido instalados en la parte superior del anillo de la cubierta. La instalación debe proceder como sigue.

1. El patrón de perforado de aberturas ha sido instalado en fábrica con orificios pre-perforados, requiriendo que las ranuras sean cortadas en campo. Realice esta operación usando una sierra de pistón, posicionando la cuchilla de corte junto con el borde externo de los orificios pre-perforados. Una sierra circular con linterna de corte o de disco no debe ser usada para esta operación.
2. Aplique sellador a los bordes de la abertura de perforación y sobre la línea de pernos exterior.
3. Remueva la cubierta perforada desde el marco perforado, posicione el marco en el panel del techo y ligeramente instale los tornillos.

4. Apriete y tuerza los tornillos y reinstale la cubierta perforada en el marco perforado.

#### **B.5.4 Instalación de la Pasarela y Enrejado**

El ensamble del enrejado es instalado después de que la instalación del techo está completa. En el techo articulado de vidrio fusionado al acero, una pasarela y un ensamble de enrejado corre desde la escalera de acceso a la tapa del centro del techo, con un enrejado adicional localizado alrededor del ensamble del ventilador central.

La pasarela y el ensamble del enrejado son construidos ya sea de componentes en acero galvanizado sumergido caliente o en aluminio. Los ensambles se atornillan juntos usando sujetadores adecuados de acero inoxidable, con sellador o capas de neopreno usados en donde los soportes se acoplan directamente a los paneles del techo. Los dibujos de detalle de construcción, dependiendo del diseño del techo y el diámetro del tanque, son usados para asistir en el ensamble de la pasarela y del enrejado.

#### **B.6 Instalación de Compartimentos del Tanque**

##### **B.6.1 Ensamblajes de Escalera/Caja**

Una escalera con caja y una plataforma de descansillo es proporcionada con los tanques. Dependiendo de la altura del tanque, algunos ensambles de escalera/cajas también incluirán uno o más escalones de plataformas. Las secciones individuales de los ensambles de la escalera/caja son construidos en el suelo. El acoplamiento de las secciones en los anillos de las hojas de la cubierta es entonces realizado durante el proceso de construcción del tanque. Los procedimientos de instalación general son como sigue.

1. Ensamble la escalera, las secciones de la caja y los soportes de montaje mientras está en el piso. Se usan dos estilos de soporte de montaje de la escalera en dos longitudes. La aplicación depende del diseño del techo y si o no los refuerzos de la cercha del canal de viento son instalados.
2. Acople la plataforma superior de descanso, si aplica, a la parte superior e inferior de las líneas horizontales de pernos de la parte superior de las hojas de la cubierta del anillo, usando los soportes de montaje. El acoplamiento es realizado después de que el techo, si aplica, ha sido instalado. Si se ha instalado un techo de domo de aluminio, se requieren accesorios de uniones del techo.
3. Acople el ensamble de la escalera con o sin caja, a las hojas de la cubierta del tanque usando los soportes de montaje.
4. Según son instaladas las hojas de las cubiertas, acople las secciones los ensambles de escalera/caja y las plataformas.

5. Se pueden requerir componentes de perforación de ensamble de la escalera/caja en campo y/o de las hojas de cubiertas de vidrio fusionado al acero para algunos tanques. Esto es debido a la amplia variedad de tamaños de tanques en los cuales se acoplan los ensambles de la escalera/caja.

#### **B.6.2 Notas Especiales:**

El último peldaño de la escalera debe, en la mayoría de los casos, ser por lo menos de 215 cm (84 in) sobre la línea gradual.

El uso del dispositivo de bloqueo del acceso de la escalera es recomendado.

#### **B.6.3 Instalación de Boquillas**

Instale la placa de refuerzo del respaldo como sigue.

1. Use la pestaña de montaje del tanque como plantilla, centrando sobre la manga de abertura en el hoyo del centro de la placa del respaldo de refuerzo.
2. Trace el espacio libre del orificio y transfiera el punzado del patrón de la pestaña del montaje en la placa de respaldo de refuerzo.
3. Corte en campo el espacio libre del orificio en la placa de respaldo de refuerzo. No use una linterna de corte o disco para esta operación.
4. Perfore los orificios en la placa de respaldo del refuerzo. Al terminar, la placa de respaldo de refuerzo puede ser usada como plantilla para el espacio libre de la manga y los hoyos de montaje de la pestaña en la hoja de la cubierta y, si es requerida, en la segunda placa de respaldo de refuerzo.
5. Coloque la placa de respaldo de refuerzo en la cubierta de manera que no haya interferencia con ninguna línea horizontal o vertical de pernos de las hojas de cubierta.
6. Trace el hoyo en el espacio libre de la manga en la hoja de la cubierta, pero no transfiera el punzado en los hoyos de montaje de la placa de respaldo del refuerzo en la hoja de la cubierta.
7. Corte en campo el hoyo del espacio libre en la manga y perfore el hoyo en la pestaña de montaje del tanque en la hoja de la cubierta.
8. Monte la(s) placa(s) de respaldo de refuerzo en la hoja de la cubierta del tanque sin sellador. La placa de respaldo de refuerzo ahora son las plantillas para el perforado de los hoyos de montaje del perímetro en la hoja de la cubierta.

9. Perfore y haga los hoyos en la hoja de la cubierta, continuando usando la placa de respaldo del refuerzo como plantilla. Use sujetadores para sostener la placa de respaldo de refuerzo en posición después de que los primeros dos hoyos han sido perforados y hechos.
10. Después de que todos los hoyos han sido perforados y hechos, retire las placas de respaldo de refuerzo y limpie todos los pedazos de metal y escombros de las superficies de contacto.
11. Aplique sellador a la hoja de la cubierta junto con los patrones de personas de las placas de refuerzo y en todo el campo corte los bordes de la hoja de cubierta y de las placas de refuerzo.
12. Vuelva a ensamblar los componentes e instale con los sujetadores adecuados.
13. Apriete y tuerza todos los sujetadores.
14. Corte todo el sellador sobrante.

#### **B.6.4 Instalación de la Puerta de Acceso de la Cubierta**

Los ensambles de las puertas de acceso de 24", 30" y 36" se montan a la pared lateral del tanque dentro del anillo más bajo de altura completa de las hojas de las cubiertas. La instalación puede proceder solamente después de que el procedimiento del acople del tanque ha sido completado. El ensamble de la puerta de acceso usa uno o dos placas de refuerzo. Si dos placas de refuerzo son usadas, la placa a ser colocada dentro del interior del tanque debe ser puesta dentro del tanque antes de que la última hoja haya sido acoplada. El diseño estándar de la puerta de acceso incluye un ensamble de montaje del cuello de la puerta soldada, mientras que el diseño de peso ligero no tiene ensamble de montaje del cuello soldado de la puerta.

La instalación de todos los ensambles de acceso a la cubierta procede en una manera similar a la descrita en la Instalación de Boquillas anterior. La mayor diferencia es que los hoyos en la hoja de la cubierta y la(s) placa(s) de refuerzo han sido pre-perforadas en fábrica, requiriendo que sean hechos los hoyos solamente. El procedimiento de instalación es como sigue.

1. Monte la(s) placa(s) de refuerzo en la hoja de la cubierta de la puerta de acceso con cubierta pre-perforada sin usar sellador. Coloque y apriete los sujetadores en hoyos alternativos.
2. Haga los hoyos en la hoja de la cubierta sin los sujetadores instalados.
3. Después de que todos los hoyos sin sujetadores han sido hechos, instale las guías y sujetadores adecuados.
4. Retire los sujetadores en todos los hoyos no hechos y repita el paso 2.

5. Desensamble las placas de refuerzo y remueva todos los chips de metal y escombros de las superficies de contacto.
6. Aplique sellador a la hoja de la cubierta junto con los patrones de los pernos de las placas de refuerzo.
7. Vuelva a ensamblar los componentes con las guías y sujetadores.
8. Apriete y tuerza todos los sujetadores.
9. Corte el exceso de sellador, completamente cubra los bordes de la hoja.

#### **B.6.5 Equipo de la Tubería de Desagüe**

Una variedad de diseños de tubería de desagüe son instalados en los tanques de vidrio fusionado al acero. La instalación de todos los diseños deben seguir los lineamientos proporcionados en el capítulo de Instalación de Boquillas (ver B.6.3) de esta Norma Mexicana. Debe tenerse cuidado de asegurar que los soportes que sostienen la tubería de desagüe están correctamente localizados. El sellador debe ser usado en donde los soportes coinciden con las superficies de la hoja de la cubierta.

#### **B.6.6 Sistema de Protección Catódico**

Los tanques de agua pueden utilizar un Sistema de Protección Catódico usando ánodos de sacrificio de magnesio para proporcionar protección adicional de la corrosión para el tanque. Los ánodos son igualmente espaciados alrededor del tanque cerca del piso, y están atornillados a través de los hoyos de personas en las hojas de las cubiertas. En los tanques con piso de vidrio, el extremo interno de cada ánodo es acoplado a un sujetador existente usado durante la construcción del piso de vidrio. En los tanques de piso de concreto, el extremo interno es acoplado usando un ángulo de clip y un sujetador de concreto. Las pinzas de batería y las barras de línea pueden ser usadas para asegurar la continuidad entre los ánodos, las hojas de cubierta del tanque y los paneles de piso de vidrio. Los tanques de agua algunas veces utilizan un sistema actualizado de Protección Catódica. Tal sistema es diseñado y proporcionado por otros. Tanto el ánodo de sacrificio del Sistema de Protección Catódico, los cables de batería y las barras de línea pueden ser usadas para asegurar la continuidad a través de todas las hojas de las cubiertas del tanque y los paneles del piso de vidrio.

**México, D.F., a**

**El Director General de Normas**

**Lic. Alberto Ulises Esteban Marina**