

VEHÍCULOS Y VAGONES TANQUE Requisitos y Método de Ensayo.

VEHICLE AND RAIL TANKERS
Requirements and Testing Method.

2020-12-01
2ª Edición

ÍNDICE

PREFACIO	ii
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	1
2 TERMINOLOGÍA.....	1
3 DESCRIPCIONES.....	9
3.1 Generalidades	9
3.2 Construcción de tanques.....	10
4 UNIDADES DE MEDIDA	11
5 REQUISITOS TÉCNICOS Y METROLÓGICOS	11
5.1 Generalidades	11
5.2 Contenedor del tanque de medición	13
5.3 Dispositivos adicionales	17
5.4 Dispositivo de indicación de nivel (flecha)	19
5.5 Tabla de capacidades del tanque	20
6 PLACAS, DOCUMENTOS Y SELLADO	21
6.1 Placa de identificación.....	21
6.2 Documento del sistema de medición	21
6.3 Certificado de verificación	22
6.4 Sellos (precintos).....	23
7 CONTROL METROLÓGICO.....	23
7.1 Aprobación de Modelo.....	23
7.2 Verificación inicial	24
7.3 Verificación posterior.....	24
7.4 Verificación periódica.....	24
7.5 Verificación extraordinaria.....	24
7.6 Condición para realizar el ajuste del indicador.....	25
7.7 Ejecución de una verificación por parte de una UVM.....	25
8 MÉTODO DE ENSAYO.....	25
9 CÁLCULOS.....	33
10 BIBLIOGRAFÍA.....	33
Anexo A Esquema de Camión Tanque y Corte Transversal	34
Anexo B Modelo de Indicador de Nivel de Referencia (Flecha)	35
Anexo C Placa de identificación de verificación (ejemplo) y Localización.. ..	36

PREFACIO

A. Reseña histórica

A.1. La Dirección de Metrología del Instituto Nacional de Calidad, en adelante INACAL ha tomado como antecedentes la Recomendación Internacional OIML R 80-1:2009 “Road and rail tankers with level gauging – Part 1: Metrological and technical requirements” y el “Reglamento Técnico Metrológico a que se refiere a Portaria INMETRO N° 208 de 06 de Maio de 2016”, realizando adecuaciones técnicas y obteniendo la Norma Metrológica Peruana NMP 023:2020 “VEHÍCULOS Y VAGONES TANQUE. Requisitos y Método de Ensayo”. Esta Norma Metrológica Peruana reemplaza a la Norma Metrológica Peruana LVD-004:1992 “Vehículos Tanque”.

A.2. La presente Norma Metrológica Peruana ha sido elaborado mediante un “Sistema Ordinario” de elaboración de Normas Metrológicas Peruanas, de acuerdo a lo establecido en la letra “B)” del artículo 9 del “Procedimiento de Elaboración y Aprobación de Normas Metrológicas Peruanas” - 1ra edición, aprobado mediante resolución N° 002-2012/SNM-INDECOPI y publicado el 17 de mayo de 2012.

A.3. La presente Norma Metrológica Peruana presenta cambios editoriales y estructurales de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

---oooOooo---

VEHÍCULOS Y VAGONES TANQUE

Requisitos y Método de Ensayo

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1 La presente Norma Metrológica Peruana especifica los requisitos metrológicos y técnicos aplicables a vehículos y vagones tanque sometidos a control metrológico.

1.2 Se aplica a vehículos y vagones tanque destinados al transporte de productos líquidos derivados del petróleo sometidos a presión atmosférica siempre que estos sean utilizados en transacciones comerciales. Estos vehículos y vagones tanque, además de su función de medio de transporte, se utilizan como tanques de medición en los que cada compartimiento tiene una sola medida de volumen correspondiente a su capacidad nominal. En el anexo A se dan esquemas ilustrativos.

1.3 La presente Norma Metrológica Peruana no se aplica a vehículos y vagones tanque que transporten gas licuado de petróleo (GLP), agua, residuos, leche, aceite vegetal para consumo humano, líquidos calentados a una temperatura superior a 40 °C , productos a presión, líquidos con viscosidad superior a 20 mPa.s , ni a otros productos distintos a los indicados en 1.2.

1.4 La presente Norma Metrológica Peruana no incluye aspectos relacionados con seguridad (ver también 5.2.1).

2 TERMINOLOGÍA

La terminología utilizada en la presente Norma Metrológica Peruana está de acuerdo con el *Vocabulario Internacional de Metrología – Conceptos básicos y generales y términos asociados* [1] y el *Vocabulario internacional de términos en metrología legal* [2]. Además, para los fines de la presente Norma Metrológica Peruana, se aplican las siguientes definiciones.

2.1 Tanque de medición transportable

Recipiente, adecuado para su uso como dispositivo de medición de volumen para líquidos, fijado en un camión, semirremolque, remolque o vagón, que puede subdividirse en varios compartimientos de medición.

Tanque de medición transportable, en adelante denominado tanque de medición o tanque.

2.1.1 Vehículo tanque y vagón tanque

Vehículo tanque es el vehículo equipado con un tanque de medición fijado de forma permanente, pudiendo ser: camión tanque, semirremolque tanque, remolque tanque. De igual manera, vagón tanque es el vagón de ferrocarril equipado con un tanque de medición fijado de forma permanente.

2.2 Sistema de medición estática

Sistema que comprende un tanque de medición, equipado con dispositivos auxiliares y adicionales. Los sistemas de medición estática pueden utilizarse para medir la cantidad del líquido en el tanque lleno, por ejemplo, el volumen en las condiciones de funcionamiento o en las condiciones de base.

Sistema de medición estática, en adelante denominado sistema de medición.

2.3 Dispositivo auxiliar

Dispositivo destinado a desempeñar una determinada función, directamente asociada con la elaboración, transmisión o visualización de los resultados de medición.

2.4 Dispositivo adicional

Parte o dispositivo, distinto a un dispositivo auxiliar, requerido para asegurar la medición correcta o destinado a facilitar las operaciones de medición, o que podría afectar de cualquier manera la medición.

Dispositivos adicionales:

- colector;
- dispositivo de muestreo;
- indicador de gas;
- mirilla de vidrio;

- filtro, bomba;
- dispositivo de eliminación de gas;
- dispositivo antiremolino;
- válvulas, mangueras;
- entre otros.

2.5 Capacidad nominal (del tanque o compartimiento) (V_n)

Volumen indicado (marcado) en el tanque o su compartimiento. Es el volumen de líquido que el tanque de carga o compartimiento debe contener hasta el plano de referencia, materializado a través del indicador de nivel de referencia (flecha).

2.6 Capacidad total

Volumen máximo de líquido que un tanque o compartimiento puede contener hasta el desbordamiento.

2.7 Volumen de expansión

Diferencia entre la capacidad total y la capacidad nominal.

2.8 Volumen real (V_t)

Valor convencionalmente verdadero del volumen de líquido en un tanque o compartimiento a la temperatura de trabajo.

2.9 Error de volumen indicado

Diferencia entre el volumen indicado (V_i) del tanque o compartimiento y el volumen real (V_t).

2.10 Determinación de la capacidad del tanque o compartimiento

Conjunto de operaciones realizadas para determinar la capacidad de un tanque o compartimiento, utilizando métodos que cumplan con los requisitos técnicos y metrológicos, en este caso, mediante un método de medición volumétrico.

El método volumétrico contemplado en esta Norma Metrológica determina el volumen de líquido en el tanque mediante la medición del volumen de líquido que ingresa al tanque proveniente de medidores volumétricos patrones o medidores de caudal (contómetros). Se describe en 8.

2.11 Plano de referencia

Plano horizontal, hasta el cual el tanque de carga o compartimiento debe llenarse para contener el volumen correspondiente a su capacidad nominal.

2.12 Punto de referencia

Punto claramente identificado en el eje vertical de medición, con relación al cual se mide el nivel de líquido.

2.13 Punto de referencia superior (RPT)

Punto de referencia en la parte superior del tanque, en condiciones normales de funcionamiento por encima del nivel de líquido.

2.14 Punto de referencia inferior (RPB)

Punto de referencia en la parte inferior del tanque, en condiciones normales de funcionamiento por debajo del nivel de líquido. Específicamente, en la parte central de la superficie superior de la mesa de medición (ver 2.35).

2.15 Altura de referencia (H)

Distancia, medida en el eje vertical de medición, entre el punto de referencia superior y el punto de referencia inferior. También se le denomina altura del compartimiento.

2.16 Altura de espacio vacío (C)

Distancia medida en el eje vertical de medición, desde el plano de referencia hasta el punto de referencia superior.

2.17 Altura de líquido (h)

Distancia medida en el eje vertical de medición, desde el plano de referencia hasta el punto de referencia inferior.

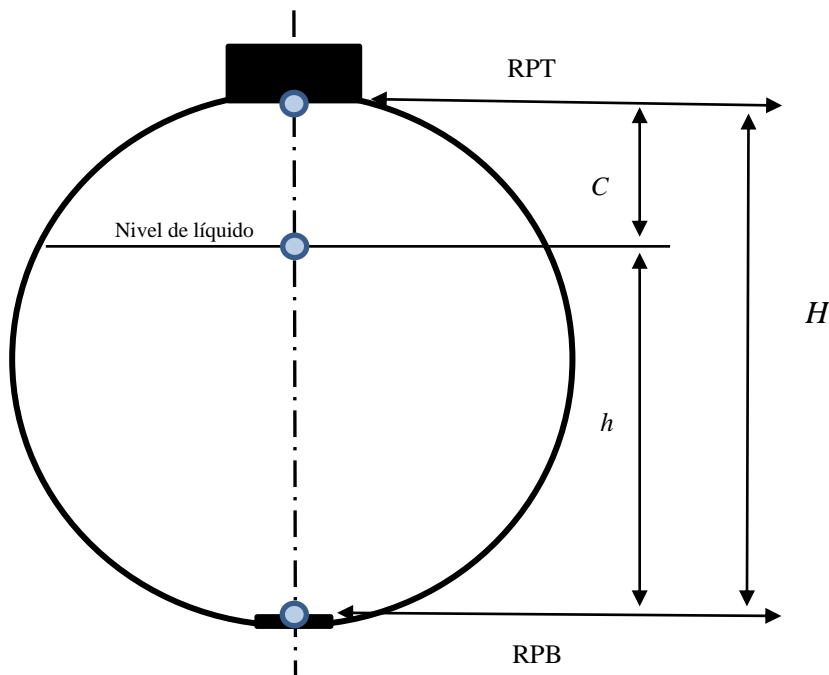


Fig. 1 Vista esquemática de un tanque a determinar 2.13 a 2.17

2.18 Sensibilidad de un tanque

Cociente de la variación del nivel de líquido, Δh , entre la variación relativa de volumen correspondiente, $\Delta V/V$, para el volumen contenido V en el nivel h .

2.19 Tabla de capacidades del tanque

Tabla que muestra la relación entre el nivel de líquido y el volumen contenido en el tanque (compartimiento) en ese nivel en las condiciones de referencia (incluyendo la posición del tanque).

2.20 Deflector

Dispositivo interno del tanque o compartimiento, por ejemplo, una pared divisoria u obstáculo dentro del tanque, destinado a amortiguar el movimiento del líquido durante el transporte y a incrementar la estabilidad mecánica del tanque.

Deflector, también llamado rompeolas

2.21 Recuperador de vapor

Tubería que atraviesa el tanque de carga o compartimiento externa o internamente destinado a recoger los gases provenientes del producto durante la carga o descarga.

2.22 Indicador de nivel de referencia (flecha)

Dispositivo instalado en el interior del tanque de carga o compartimiento, usado para materializar el plano de referencia del nivel del líquido. Sus características se indican en el numeral 5.4 y en el Anexo B.

2.23 Punto de transferencia

Punto en el cual se define que el líquido se ha descargado o recibido.

2.24 Manguera vacía (manguera seca)

Manguera y/o tubería que contienen producto líquido únicamente durante una transacción y por lo general se vacían completamente antes de concluir la transacción. Se conecta aguas abajo del punto de transferencia (el punto de transferencia se encuentra aguas arriba de la manguera de descarga o aguas abajo de la manguera de recepción).

2.25 Descargador directo

Tanque descargado por gravedad, teniendo cada uno de los compartimientos de medición su propia salida. Con frecuencia, se utiliza el adaptador de carga como salida.

2.26 Carga por arriba

Carga de un compartimiento de medición por la parte superior a través de la cubierta del orificio de llenado abierta para este fin. Solo aplica para calibración y/o verificación del tanque.

2.27 Carga por abajo

Carga de un compartimiento de medición por la parte inferior a través de un adaptador seco normalizado (por ejemplo, un adaptador API) y la válvula de fondo que está integrada a la parte inferior del compartimiento de medición y abierta para este fin.

2.28 Transacción

Descarga de productos líquidos desde uno o varios compartimientos de medición hacia un receptor.

La transacción también puede ser una recepción (por ejemplo, la carga de un camión tanque).

Las partes interesadas en una transacción pueden ser las propias partes o sus representantes (por ejemplo, el empleado de una estación de servicio, el conductor de un vehículo tanque).

2.29 Posición de referencia

Posición para la descarga (o carga) del tanque de medición de acuerdo con el plano de diseño. El punto cero de la inclinación representa el punto cero de ambas inclinaciones (longitudinal y transversal).

2.30 Condiciones de funcionamiento

Condiciones en las cuales se debe medir el volumen de líquido, en el punto de medición (ejemplo: temperatura; viscosidad, posición del tanque).

2.31 Condiciones de base

Condiciones especificadas en las cuales se convierte el volumen medido de líquido (ejemplo: temperatura, densidad, presión).

2.32 Condiciones nominales de funcionamiento

Condiciones de uso que dan el rango de valores de las magnitudes de influencia para las cuales se prevé que las características metrológicas especificadas de un instrumento de medición se encuentran dentro de límites dados.

2.33 Condiciones de referencia

Condiciones de uso establecidas para los ensayos de funcionamiento de un instrumento de medición o para una intercomparación de los resultados de medición.

NOTA: Las condiciones de referencia incluyen generalmente valores de referencia o rangos de referencia para las magnitudes de influencia que afectan al instrumento de medición.

2.34 Símbolos y abreviaciones

V_n	capacidad nominal (del tanque o compartimiento)
V_t	volumen total en las condiciones de funcionamiento
V_i	volumen indicado
H	altura de referencia
C	altura de espacio vacío
h	altura de líquido
V_0	volumen total en las condiciones de base
α_0	coeficiente de dilatación térmica
RPT	punto de referencia superior
RPB	punto de referencia inferior

2.35 Mesa de medición

Es la plancha metálica fijada en el fondo del tanque o compartimiento en forma horizontal y por cuya parte central pasa el mismo eje imaginario vertical del indicador de nivel de referencia (flecha).

3 DESCRIPCIONES

3.1 Generalidades

3.1.1 La determinación de la cantidad en un camión o vagón tanque implica:

- el método de medición para obtener el volumen;
- dispositivos auxiliares;
- condiciones de funcionamiento (factores de influencia);
- capacidad del tanque y su tabla de capacidades del tanque;
- el método de montaje del tanque.

3.1.2 En lo que respecta al tipo de descarga/recepción para el cual el tanque puede estar diseñado:

- únicamente descarga/recepción del compartimiento completo;

3.1.3 Los principales factores de influencia que pueden tener un efecto importante durante la determinación de capacidad y el uso de los tanques, son la presión y la temperatura.

(a) En lo que respecta a la presión, los tanques deben estar a la presión atmosférica.

(b) En lo que respecta a la temperatura, los tanques pueden estar:

- sin calentamiento y con o sin aislamiento térmico del contenido;
- con calentamiento y con o sin aislamiento térmico del contenido.

3.1.4 En lo que respecta a la capacidad del tanque, por lo general los vehículos tanque se encuentran entre 1,9 m³ y 50 m³ y los vagones tanque, entre 10 m³ y 120 m³.

3.1.5 Desde el punto de vista del montaje, los tanques de los vehículos tanque deben:

- estar montados directamente y de manera permanente sobre un chasis de camión, remolque o semirremolque.

3.2 Construcción de tanques

3.2.1 Si un tanque está dividido en compartimientos, cada compartimento debe ser considerado como un tanque separado y estar sometido a los requisitos de la presente Norma Metrológica Peruana.

3.2.2 Cada tanque debe estar compuesto de un cuerpo y dispositivos de descarga.

3.2.3 La forma y el montaje del tanque así como la instalación del dispositivo de descarga deben ser de tal manera que se pueda asegurar el vaciado completo del tanque.

3.2.4 El dispositivo de descarga debe constar de un tubo de descarga (que permita la descarga a un lado del vehículo), equipado con una válvula de cierre. Una válvula de pie puede cerrar el paso del líquido entre el tanque y el tubo descarga.

3.2.5 Los tanques deben consistir de:

3.2.5.1 Un domo con elementos de refuerzo que sirva de agujero de hombre y de cámara de expansión y para aumentar la sensibilidad del tanque. Se encuentra en la parte superior del tanque.

El domo puede estar equipado con lo siguiente:

- una abertura de llenado, provista de una cubierta a prueba de fugas;
- un orificio que permita observar el llenado;
- un dispositivo de ventilación o una válvula de seguridad de doble efecto.

El indicador de nivel puede encontrarse en el domo o en la parte superior del cuerpo, siempre y cuando se cumplan los requisitos de sensibilidad mencionados en 5.4.2.1.

3.2.5.2 Se puede instalar una escalera que dé acceso al domo y la plataforma, permitiendo de este modo que el operador realice la medición o verifique del tanque.

3.2.6 En el anexo informativo A, se dan ejemplos de vehículos tanque con medición de nivel mecánica.

4 UNIDADES DE MEDIDA

Las unidades de medida autorizadas son las del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP). Las longitudes deben darse en milímetros (mm), centímetros (cm) o metros (m) y los volúmenes en litros (L o l).

Se aceptan usar tanques en galones debido a que es una unidad de medida utilizada en el comercio de productos derivados del petróleo en el país. En tales casos, las indicaciones de volumen se deben realizar primero en litros seguido de la equivalencia en galones (1 galón = 3,785 412 L).

5 REQUISITOS TÉCNICOS Y METROLÓGICOS

5.1 Generalidades

5.1.1 Condiciones nominales de funcionamiento

Los sistemas de medición de acuerdo con la presente Norma Metrológica Peruana deben estar diseñados y fabricados de tal manera que sus errores no sobrepasen los errores máximos permitidos indicados en la tabla 1 en las siguientes condiciones nominales de funcionamiento:

Condiciones nominales de funcionamiento		
a) Temperatura ambiente	baja	+ 0 °C ⁽¹⁾
	alta	+ 40 °C ⁽¹⁾
b) Humedad	Hasta la condensación	
c) Inclinación	Horizontal.	

(1) Este valor puede ser modificado por la Dirección de Metrología del INACAL, de acuerdo a las reglamentaciones vigentes, puesto que depende de las condiciones climáticas y las condiciones esperadas de aplicación (en interiores, al aire libre, etc.).

5.1.2 Errores máximos permitidos

Los vehículos o vagones tanque presentan un error máximo permitido de acuerdo con la tabla 1.

Tabla 1. Error máximo permitido

	Error máximo permitido
Tanque de medición transportable	0,3 %

5.1.3 Condiciones para aplicar el error máximo permitido

5.1.3.1 El error máximo permitido de la tabla 1 se aplica a:

- La verificación inicial y las verificaciones posteriores del tanque.

5.1.3.2 El error máximo permitido en el volumen medido por el tanque o compartimento no incluye la variación de volumen del producto causada por la variación de la temperatura.

5.1.4 Condiciones de base

La temperatura de base es 20 °C. La presión de base es la presión atmosférica normal (0,1 MPa). Se permite el uso de otros valores por razones justificadas.

5.1.5 Capacidad nominal

La capacidad nominal de un tanque de medición o de su compartimento debe ser por lo menos 500 L salvo indicación diferente en el certificado de verificación inicial.

5.1.6 Otros requisitos

5.1.6.1 Las dimensiones y presiones de los neumáticos deben ser las recomendadas por el fabricante.

5.1.6.2 Los compartimientos deben ser identificados en orden numérico ascendente, a partir del compartimiento más próximo a la cabina del vehículo y sus respectivas capacidades nominales deben indicarse. Las indicaciones mencionadas deben ser legibles y de fácil visualización, ubicadas en los laterales externos del tanque, cerca de las bocas de inspección.

El vehículo o vagón tanque se construirá de forma que permita medir las dimensiones necesarias para la realización de las verificaciones.

5.1.6.3 La superficie del tanque no debe presentar abolladuras, rajaduras, perforaciones u otros que ocasionen fugas. Las válvulas deben estar en buenas condiciones y con dispositivos para ser precintados y/o sellados.

5.2 Contenedor del tanque de medición

5.2.1 Requisitos de seguridad y otros requisitos no metrológicos

5.2.1.1 Las autoridades involucradas en el transporte de mercaderías peligrosas (transporte de hidrocarburos) establecen condiciones para la construcción de vehículos y vagones tanque destinados para el transporte de líquidos contenidos en tanques, sin sobrecarga y libre de peligros. Pueden existir regulaciones adicionales para la seguridad en el trabajo y la protección contra incendios y explosiones. Estas condiciones deben cumplirse.

La aplicación de los requisitos antes mencionados debe ser compatible con la función de medición del tanque.

5.2.1.2 La especificación de la capacidad nominal debe tener en cuenta las regulaciones disponibles establecidos por el sector que establezcan el volumen de llenado máximo de los tanques.

5.2.2 Requisitos generales para la construcción del contenedor

5.2.2.1 La selección de las formas, materiales, elementos de refuerzo y métodos de conformado o ensamblaje debe ser tal que el contenedor sea lo suficientemente resistente a los agentes atmosféricos y los líquidos que contengan, y prácticamente no se deforme en las condiciones nominales de funcionamiento. El tanque y los compartimientos deberán ser construidos en formas, materiales y dimensiones tales que eviten, en condiciones nominales de funcionamiento, deformaciones que puedan modificar las capacidades en más de 0,2% entre dos ensayos consecutivos (repetibilidad).

5.2.2.2 El contenedor debe ser hermético. Por lo general, es suficiente evidencia de ensayos de seguridad.

5.2.2.3 La altura de referencia H de un tanque o cada compartimiento no debe variar durante el llenado más del mayor de los dos valores indicados en la tabla 2.

Tabla 2 Variación máxima permitida de la altura de referencia

Variación máxima permitida de la altura de referencia H (mm)	2 mm o $H/1000$
--	-----------------

5.2.2.4 La capacidad nominal de cada compartimiento no debe variar más de 0,1% , independientemente de si los compartimientos vecinos están llenos o vacíos.

5.2.2.5 El material del tanque debe seleccionarse de manera que su capacidad no varíe más de un tercio (1/3) del error máximo permitido especificado en la tabla 1 cuando la temperatura del tanque varía en el orden de ± 10 °C con respecto a la temperatura de referencia.

NOTA: Esta condición se cumple si el coeficiente de dilatación lineal del material del tanque es inferior a $33 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

5.2.2.6 Cada tanque o compartimiento debe tener una forma tal que no se retenga aire durante el llenado ni líquido durante el vaciado. Ninguna estructura interna deberá dificultar el llenado o vaciado completo, ni crear espacios ocultos o permitir la formación de bolsas de aire en el interior del tanque o compartimiento.

5.2.2.7 No se deben utilizar caños, molduras o tubos de ventilación y válvulas para cumplir con los requisitos antes mencionados.

5.2.2.8 Se debe asegurar el drenaje completo:

- mediante una forma adecuada del tanque; o
- mediante una pendiente de por lo menos 2 % (1,2°) del fondo del tanque con el vehículo en terreno horizontal;

5.2.2.9 Para la construcción de un tanque se debe considerar que el volumen de líquido que queda en el tanque o compartimiento después de haberlo drenado completamente, no debe ser superior a 0,03% de la capacidad nominal. Este volumen puede quedar en el tanque debido a las condiciones de construcción o montaje (por ejemplo, en las uniones).

5.2.2.10 Los deflectores y elementos de refuerzo que se pueden instalar en el tanque, deben tener una forma y estar provistos de orificios apropiados de tal manera que no se impida llenar, drenar e inspeccionar completamente el interior de cada compartimiento del tanque.

En ese sentido, los deflectores (rompeolas) deben poseer no menos de 3 aberturas, una inferior, en el fondo del tanque, una superior y la tercera localizada al centro, con diámetro tal que permita la inspección interna del tanque o compartimiento.

5.2.2.11 Está prohibido colocar dentro del tanque madera u objeto que permita ajustar la capacidad a un determinado valor, o cualquier otro cuerpo cuyo retiro o cambio podría modificar la capacidad del tanque.

5.2.2.12 Para los tanques construidos antes de la entrada en vigencia de la NMP 023:2020 están permitidos elementos internos fijos en los compartimientos de medición (por ejemplo, serpentines calentadores que ya no se usan y tubería de recuperación de vapor) si no retienen aire ni líquido; estos han estado presentes durante la primera determinación de capacidad y no se pueden modificar o desmontar. Estos elementos deben estar registrados en su certificado de verificación.

Los tanques fabricados a partir de la entrada en vigencia de la NMP 023:2020 no deben tener instalados elementos internos tubulares tales como serpentines calentadores, tubería de recuperación de vapor o tubería de refuerzo ni otros que tengan una cavidad en su interior o que puedan retener aire o líquido. Pueden tener instalados elementos de refuerzo no tubulares, si no retienen aire ni líquido.

5.2.2.13 La geometría del tanque o compartimiento debería ser tal que se amortigüen adecuadamente las ondas en la superficie del líquido.

5.2.2.14 Para eliminar los efectos de la inclinación, los tanques de medición deberían ser simétricos en la dirección tanto longitudinal como transversal y cada indicador de nivel (flecha) debe instalarse en el eje vertical imaginario que pasa por el centro del compartimiento.

Para semirremolques se permiten los tanques con cuello de ganso siempre y cuando no tenga efectos significativos de inclinación cuando se llenan los compartimientos contiguos al primero. Esto se evalúa mediante el ensayo de medidas contiguas, numeral 8.5.2.13.

5.2.2.15 Si no es posible una medición correcta en todas las inclinaciones que se pueda esperar durante el uso, el tanque debe estar equipado con un dispositivo que indique la inclinación real con respecto al alcance de inclinaciones requeridas para una medición correcta.

5.2.2.16 El interior del tanque de medición debe ser accesible para fines de inspección mediante un agujero de hombre en cada compartimiento que posea una tapa con las características indicadas por la autoridad competente en temas de seguridad (Osinergmin).. La tapa debe ser hermética.

5.2.2.17 La capacidad de un tanque de medición no debe desviarse en más de 10 % con respecto a la especificada en los documentos de diseño.

5.2.2.18 El domo, debe estar montado en la parte superior del cuerpo, al cual debe estar soldado.

5.2.2.19 El domo puede tener una forma cilíndrica o paralelepípedica, con paredes laterales verticales. Si el domo es paralelepípedo, puede tener la misma longitud que el tanque.

5.2.2.20 Si las paredes laterales del domo están montadas de tal manera que penetran en el interior del cuerpo del tanque y podrían formarse burbujas de aire durante el llenado, debe haber orificios o cortes de dimensiones apropiadas y en posiciones lo suficientemente altas para evitar la formación de burbujas de aire.

5.2.2.21 La sección transversal del cuerpo y del domo debe tener un eje de simetría vertical. Se permiten otras construcciones si se asegura una medición correcta de volumen.

5.2.2.22 La sección horizontal del domo debe tener dimensiones apropiadas para permitir la inspección del interior del tanque. Se recomienda un diámetro de por lo menos 450 mm.

5.2.2.23 Todo tanque o compartimiento deberá tener un volumen de expansión como mínimo de 1,5% de su capacidad nominal.

Si el tanque será usado para trasladar producto de una localidad fría a una localidad cálida, se debería construir con un volumen de expansión lo suficientemente grande considerando la mayor dilatación que podría tener el producto. En algunos casos, esto puede implicar un volumen significativamente mayor que 1,5%.

5.2.2.24 La autoridad puede establecer requisitos adicionales de construcción con fines de seguridad.

5.3 Dispositivos adicionales

5.3.1 Dispositivo de descarga

5.3.1.1 El dispositivo de descarga debe asegurar la descarga completa y rápida por gravedad del líquido contenido en el tanque. Para este fin, el dispositivo de descarga debe estar conectado a la parte más baja del cuerpo del tanque.

5.3.1.2 En el caso de tanques de construcción especial para aeropuertos, se permite la presencia de un dispositivo para recolectar el agua y las impurezas depositadas por el líquido contenido. Este dispositivo debe tener un tubo de drenaje separado, de diámetro pequeño, cuando el tubo normal de descarga no está conectado a la parte más baja del tanque. El tubo de drenaje debe tener una válvula con precinto de seguridad para evitar descargas no autorizadas.

El dispositivo recolector puede estar montado:

- en toda la parte inferior del tanque; o
- en una zona reducida de esta parte inferior.

5.3.1.3 El tubo de descarga debe ser lo más corto posible y tener una pendiente suficiente hacia la válvula de cierre. Se recomienda una pendiente resultante de por lo menos 2°.

5.3.1.4 Cada compartimiento debe tener una tubería de descarga independiente. Las tuberías de descarga deben identificarse claramente con el número correspondiente al

compartimiento al que pertenecen. Se permite la presencia de un colector de descarga en las siguientes condiciones:

Los colectores deben tener dispositivos de control adecuados que impidan el reflujo de un compartimiento a otro o proporcionen evidencia de dicha situación.

5.3.1.5 Se debe indicar la presencia del colector en el certificado de verificación.

5.3.1.6 Las válvulas de cierre deben ser fácilmente accesibles y colocarse en la parte trasera o en el lado apropiado del tanque.

Las tuberías de descarga, válvulas y sus conexiones no deben presentar fugas.

5.3.1.7 Si un tanque consta de más de un compartimiento de medición, cada compartimiento debe estar provisto de un dispositivo de cierre (manual o automático) separado en cada línea de descarga. Se debe evitar mezclas no deseadas de los productos de diferentes compartimientos mediante dispositivos constructivos o de control.

5.3.1.8 Cerca de la parte más baja de cada línea de descarga, se pueden instalar detectores de líquido o mirillas, si es necesario, para verificar la vaciedad.

5.3.1.9 La tubería cuya cantidad de llenado afecte el resultado de medición, no debe ser flexible y debe instalarse rígidamente.

5.3.1.10 Las líneas y dispositivos de control cuya manipulación podría falsear el resultado de medición, deben estar protegidos contra manipulaciones imprudentes.

5.3.1.11 Los dispositivos de ventilación en el sistema de medición deben estar protegidos contra el desmontaje y remoción, así como contra manipulaciones desde afuera.

5.3.2 Instalaciones para la medición externa y bombeo

5.3.2.1 Si se pretende conectar el tanque a dispositivos de bombeo o medición separados, éste debería estar equipado con los dispositivos de acoplamiento desmontables apropiados que deben ser lo más cortos posible y fáciles de conectar y desconectar.

5.3.2.2 En las instalaciones de bombeo, además de la bomba, debe haber como máximo un filtro, y los tubos deben ser muy cortos (sin válvulas ni derivaciones). La instalación debe realizarse de tal manera que se vacíe completamente después de cada vaciado del tanque, sin ninguna maniobra especial.

5.4 Dispositivo de indicación de nivel (flecha)

5.4.1 Requisitos generales

5.4.1.1 El dispositivo de indicación de nivel (flecha) debe garantizar una lectura segura, fácil e inequívoca, y prácticamente independiente de las inclinaciones del tanque en las condiciones nominales de funcionamiento.

5.4.1.2 El indicador de nivel (flecha) debe estar instalado dentro del domo. El indicador de nivel (flecha) debe estar fijo y ubicado al centro del compartimiento y a una distancia (equivalente a la altura de espacio vacío) como máximo del 10% de la altura del compartimiento o 155 mm medidos desde la parte superior (domo) del compartimiento (el que sea menor).

5.4.1.3. En el Anexo B se muestran las características físicas del modelo establecido para el dispositivo de indicación de nivel (flecha). Todas las partes mostradas deben ser de metal. El sombrero y el vástago deben ser roscados. Además, se permite (no es obligatorio):

- Que para la instalación del vástago en la pared del domo se usen elementos de refuerzo, como por ejemplo una “C” que contenga el vástago o una plancha soldada entre el extremo superior del vástago y el domo. Esto es siempre y cuando con esta adecuación el indicador de nivel (flecha) cumpla cabalmente su función, no perjudique la lectura ni la regulación del disco durante la verificación ni la lectura durante su servicio.
- Que el vástago no tenga las ranuras laterales.

5.4.1.4 Se debe realizar una medición válida del nivel de líquido únicamente cuando la superficie del líquido se ha calmado de manera que el resultado sea reproducible.

5.4.2 Requisitos referentes a la indicación de nivel para la descarga completa de compartimientos

5.4.2.1 La forma del tanque debe ser tal que, en la zona donde se realiza la indicación de nivel, se logre una sensibilidad igual o superior a los valores especificados en la tabla 3.

Tabla 3. Sensibilidad del tanque para la descarga completa de compartimientos

Sensibilidad mínima del tanque Δh por cada $\Delta V/V$ en mm / ‰ (es decir, en mm para 1/1000 de volumen medido)	1,5
--	-----

5.4.2.2 En todos los tanques, debe ser posible medir manualmente el nivel del líquido contenido con una variación máxima de 1 mm entre mediciones sucesivas..

Cuando el extremo inferior del dispositivo de medición está próximo al fondo del tanque, su eje debería interceptar el fondo del tanque, en forma perpendicular, a la mesa de medición. Esta mesa de medición es una plancha metálica horizontal y no desmontable para asegurar la repetibilidad de las mediciones. El área de la mesa de medición debe ser de 150 mm × 150 mm y su espesor debe ser entre 4 mm y 6 mm .

5.4.2.3 Se deben definir claramente y materializar los puntos de referencia RPB y RPT.

5.4.2.4 La unión del cuerpo con el domo debe ser tal que el dispositivo de medición pueda mantenerse en posición vertical cuando se realiza la medición.

5.5 Tabla de capacidades del tanque

5.5.1 El certificado de verificación debe contener una tabla de capacidades del tanque con el valor de nivel y volumen para cada compartimiento de medición.

5.5.2 Se debe determinar la tabla de capacidades del tanque para cada compartimiento del tanque de medición mediante el método volumétrico descrito en 8.

No se permite un cálculo de la tabla de capacidades del tanque basado únicamente en los documentos de construcción.

5.5.3 El rango de nivel de la tabla de capacidades del tanque debe abarcar solo los estados de llenado que se presentan en el funcionamiento práctico, es decir, con el nivel del líquido

solamente a la altura de la capacidad nominal del tanque. Puede haber medios para evitar o detectar el llenado de un compartimiento de medición hasta un nivel por encima del nivel permitido en la tabla de capacidades del tanque, y puede producirse una indicación visual y/o audible.

5.5.4 Los efectos sobre el volumen de la incertidumbre por inclinación deben ser despreciables, de lo contrario se deben considerar en la estimación de la incertidumbre del volumen.

5.5.5 El sensor o los sensores de inclinación debe(n) estar fijado(s) rígidamente al tanque.

5.5.6 La tabla de capacidades del tanque compilada durante la determinación de capacidad, deben indicarse en el certificado de verificación.

6 PLACAS, DOCUMENTOS Y SELLADO

6.1 Placa de identificación

6.1.1 Cada tanque debe estar provisto de una placa de identificación, que sea claramente visible y legible. La placa debe estar hecha de un material que no se deteriore en las condiciones nominales de funcionamiento, y debe permitir inscribir fácilmente los datos. Debe estar fijada de tal manera que no se pueda retirar sin romper los sellos de las unidades de verificación metrológica.

6.1.2 Se debe inscribir la siguiente información en esta placa:

- nombre o marca registrada del fabricante del tanque;
- modelo y año de fabricación (se puede indicar el año como parte del número de serie);
- número de serie del tanque;
- placa de rodaje del vehículo
- capacidad nominal del tanque o de cada compartimiento;

6.2 Documento del sistema de medición

6.2.1 Después de la verificación inicial de un sistema de medición, se debe redactar un documento del sistema de medición. Este documento debe contener por lo menos lo siguiente:

- plan de sellado;
- diagrama de tuberías;
- tabla de capacidades;

6.2.2 El documento del sistema de medición forma parte del sistema de medición y debe guardarse en el vehículo.

6.3 Certificado de verificación

6.3.1 De conformidad con las disposiciones de la Dirección de Metrología del INACAL, posterior a una verificación, se debe emitir un certificado de verificación.

6.3.2 En el caso de los vehículos o vagones tanque, el certificado de verificación debe incluir la siguiente información:

- organismo que ha emitido el certificado y número de certificado;
- nombre y dirección del solicitante;
- nombre y marca registrada del fabricante, modelo, año de fabricación y número de serie del tanque y del vehículo (incluye remolque y semirremolque si corresponde);
- placa(s) de rodaje del vehículo, si corresponde;
- número de identificación vehicular (VIN), si corresponde;
- configuración vehicular, si corresponde;
- número de compartimientos y serpentines calentadores, si procede;
- documento normativo y procedimiento de determinación de capacidad
- patrones utilizados y sus números de certificado de calibración;
- convenciones sobre el llenado de los tubos de descarga y, si procede, indicación de la presencia de un colector;
- capacidad nominal del tanque
- lugar y fecha de determinación de capacidad
- fecha de emisión del certificado;
- cargo, nombre y firma de la persona que realizó la determinación de capacidad y del responsable técnico;
- leyenda que indique de manera esquemática el significado de los símbolos utilizados;
- altura de acoplamiento durante la verificación (únicamente para los semirremolques);
- medidas externas del tanque.

Para cada compartimiento, el certificado de verificación debe indicar lo siguiente:

- capacidad nominal;
- volumen de expansión expresado en porcentaje de la capacidad nominal;
- incertidumbre de los valores de volumen indicados en el certificado;

- temperatura de referencia (para la cual se ha establecido la tabla);
- altura de espacio vacío, en centímetros con aproximación de 0,1 cm ;
- altura de referencia, en centímetros con aproximación de 0,1 cm ;
- altura de líquido en centímetros con aproximación de 0,1 cm ;
- sensibilidad del tanque en el nivel de la capacidad nominal, en unidades legales de medida.
- lugar y fecha de determinación de capacidad
- fecha de emisión del certificado;
- cargo, nombre y firma de la persona que realizó la determinación de capacidad y del responsable técnico;
- leyenda que indique de manera esquemática el significado de los símbolos utilizados;
- medidas externas del tanque;
- sensibilidad del tanque en el nivel de la capacidad nominal, en unidades legales de medida

6.4 Sellos (precintos)

6.4.1 Todos los sistemas de medición deben estar sellados de tal manera que se eviten y/o detecten las manipulaciones. Se establece los siguientes lugares para sellos:

- indicadores de nivel (flechas);
- sensor o sensores de inclinación;
- placa de identificación del sistema de medición

y, de estar presentes:

- sensores de temperatura;
- cubierta del domo y agujeros de hombre de compartimientos del tanque.

Los serpentines calentadores, si existen, deben estar sellados en su unión con el cuerpo del tanque.

6.4.2 Los sellos no se aplican al sistema de tuberías.

6.4.3 Los lugares para sellos deben disponerse de tal manera que sea posible la inspección administrativa externa sin obstáculos. Se fijan individualmente para cada tipo de sistema de medición en el certificado de verificación inicial y/o posterior.

7 CONTROL METROLÓGICO

7.1 Aprobación de Modelo

7.1.1 Los vehículos y vagones tanque quedan eximidos de la aprobación de modelo debido a sus características metrológicas y a que su fabricación no se realiza de manera masiva.

7.2 Verificación inicial

7.2.1 Los vehículos y vagones tanque recién fabricados o modificados deberán someterse a la verificación inicial para confirmar que cumplen con las características técnicas y metrológicas dadas de la presente norma.

7.2.2 Todo tanque debe someterse a una verificación inicial cuando ocurra:

- Le corresponde ser sometido a la primera verificación con esta versión de la norma NMP 023
- Cambio de su posición sobre el chasis;
- Transferencia de un chasis a otro;
- Modificaciones que puedan alterar sus características metrológicas;
- Indicio de violación del precinto que fija la flecha;
- Indicio de adulteración o falsificación en el certificado de verificación;
- Cualquier modificación que altere las características técnicas del certificado de verificación inicial.
- Cualquier deformación en el tanque o compartimento, provocado por una prueba hidrostática o por el uso;
- Cualquier modificación que altere las características técnicas del tanque.
- A petición del interesado o del propietario.

7.3 Verificación posterior

7.3.1 Las verificaciones posteriores pueden ser periódicas o extraordinarias.

7.4 Verificación periódica

7.4.1 Las verificaciones periódicas se efectuarán anualmente, para lo cual se verificará la permanencia de las características técnicas y metrológicas del tanque y el estado de conservación del mismo.

7.5 Verificación extraordinaria

7.5.1 verificación extraordinaria es la verificación posterior requerida en cualquier momento, en cumplimiento con sus funciones, por la autoridad fiscalizadora y/o reguladora.

7.6 Condición para realizar el ajuste del indicador

7.6.1 En todas las verificaciones mencionadas el error del tanque o compartimiento debería cumplir con el error máximo permitido enunciado en 5.1.2. Sin embargo, en todos los casos se procederá con el ajuste del indicador del nivel de referencia (flecha). El procedimiento operativo para este ajuste se ha indicado en 8.5.5.

7.7 Ejecución de una verificación por parte de una UVM

7.7.1 Solo las verificaciones iniciales y posteriores ejecutadas por las Unidades de Verificación Metrológica tienen validez legal para el control metrológico.

7.7.2 La verificación inicial o posterior de vehículos tanque por parte de una UVM debe ser en su sede autorizada.

7.7.3 La verificación inicial o posterior de vagones tanque por parte de una UVM debe ser en sitio.

8 MÉTODO DE ENSAYO

8.1 A los tanques sometidos a la verificación inicial y posterior se les evalúa según lo indicado a continuación.

8.2 Equipos y/o medios utilizados.

- Cinta métrica de 15 m de longitud con división mínima de 1 mm, calibrada.
- Cinta de sondaje de longitud no menor de 2 m, con división mínima de 1 mm, calibrada con una incertidumbre expandida menor o igual que 1,0 mm
- Termómetro con rango de 10 °C a 45 °C, con división mínima de 0,5 °C, calibrado.

- Medidor volumétrico de metal con capacidad mayor o igual que 2000 L (o 500 galones), clase de exactitud 0,1 calibrado o contómetro tipo volumétrico de clase de exactitud similar calibrado.
- Manómetro para llantas de 0 bar a 10 bar con división mínima menor que 0,4 bar, calibrado.
- Medidores volumétricos de trabajo de 10 litros, 5 litros y 1 litro, clase de exactitud 0,1 o 0,2, calibrados.
- Crema indicadora para la cinta de sondaje.
- Varilla de metal de 2 m o más para el orificio entre mamparos.
- Nivel de burbuja de al menos 60 cm con un error máximo de 0,5 mm/m calibrado.
- Probeta graduada de 1 litro.

En ausencia de los medidores volumétricos de 10 L y 5 L se pueden utilizar medidores volumétricos calibrados, con clase de exactitud 0,1 o 0,2 ; de 5 galones y 1 galón respectivamente.

8.3 Condiciones generales

8.3.1 El piso o plataforma debe ser totalmente plano y horizontal. Se hace la revisión colocando el nivel de burbuja en las zonas donde se ubicarán los neumáticos de los vehículos.

8.3.2 La manguera y/o la tubería mediante la cual se descarga el agua desde el medidor volumétrico patrón o contómetro hacia el tanque, debe estar instalada de tal manera que escurra completamente sin necesidad de movimientos manuales. Esto implica además que no tenga ninguna sección horizontal y que tampoco haya estrangulamiento de la manguera. Si el patrón es un contómetro, la manguera o tubería de salida debe ascender hasta una posición fija y luego solo descender hasta el tanque. La manguera o tubería no debe moverse por acciones como el encendido o apagado de la bomba ni por la apertura o cierre de válvulas.

8.3.3 La verificación debe ser realizada con agua como líquido de ensayo. Si el agua es reciclada, debe ser tratada con filtros u otros medios de tratamiento que eviten que sus impurezas puedan contaminar los patrones de medición o los tanques a evaluar.

8.3.4 El vehículo o vagón tanque debe presentarse en condiciones normales de uso, con sus accesorios, con los compartimientos sin combustible y limpios.

8.3.5 La verificación de los compartimientos debe ser realizada a una temperatura ambiente de $20\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$.

8.3.6 La variación de la temperatura del agua durante la verificación no debe sobrepasar

de ± 2 °C . Las mediciones de temperatura se realizan al inicio y al final de la verificación.

8.3.7 El vehículo tanque se estaciona sobre el piso o plataforma horizontal, donde se verifica el cumplimiento de las exigencias de la presente norma.

8.3.8 Para la verificación posterior puede ser necesario recibir el certificado de verificación inicial o un certificado de verificación anterior, en ambos casos certificados de verificación basados en la presente edición de la norma, los cuales se toman como referencia para ciertos requisitos.

8.4 Ensayos exclusivos para Verificación inicial

El vehículo tanque debe presentar los compartimientos sin vapores de producto.

8.4.1 Inspección interna

Se aplica solo en el caso que el tanque recién se haya construido y por lo tanto aún no se le ha ingresado producto y en el caso que el tanque haya tenido una modificación interna y por lo tanto haya tenido una desgasificación previa a la modificación. Aun así, se debe asegurar que no existan vapores que impliquen un riesgo de seguridad.

En el caso que el tanque haya tenido solo una modificación externa, no se realiza la inspección interna.

Para realizar la inspección interna se ingresa al tanque o compartimiento y se verifica los requisitos establecidos en el capítulo 5 de la presente norma.

Como parte de la evaluación del requisito 5.2.2.12, si el tanque posee un serpentín de calentamiento que fue instalado antes de la entrada en vigencia de la NMP 023:2020 y no se ha podido desmontar, el inspector debe recibir una declaración jurada del cliente donde se indique la fecha de instalación y que el serpentín ya no se usa. Si se cumple el requisito 5.2.2.12 se debe declarar en el certificado de verificación las consideraciones que permiten concluir que se cumple el requisito.

8.4.2 Determinación del volumen de expansión

Estando el tanque o compartimiento lleno hasta su plano de referencia, correspondiente a su capacidad nominal, se agrega un volumen medido mayor o igual al 1,5% de su capacidad nominal, usando medidores volumétricos. El agua debe alcanzar un nivel menor o igual al punto de referencia superior. Si se cumple es conforme al requisito de volumen de expansión mínimo de 5.2.2.23.

Para mayor exactitud, este ensayo se realiza después de la determinación de capacidad y ajuste de la flecha.

8.4.3 Dilatación del material del tanque

El inspector debe definir el coeficiente de dilatación lineal o cúbica en base a estas informaciones:

Material del tanque indicado en la placa de fabricación del tanque. De no haber este dato, una declaración jurada del solicitante acerca del material del tanque.

Tabla referencial del inspector que indique el coeficiente de dilatación en función del material del tanque.

Si el coeficiente de dilatación lineal es menor que $33 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ es conforme al requisito 5.2.2.5.

Si el coeficiente de dilatación cúbica es menor que $99 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ es conforme al requisito 5.2.2.5.

8.5 Ensayos para Verificación inicial y Verificación posterior

Para los tanques construidos antes de la entrada en vigencia de la NMP 023:2020, se debe revisar si en el certificado de verificación inicial se declara la presencia de elementos internos fijos en los compartimientos de medición (por ejemplo, serpentines calentadores que ya no se usan y tubería de recuperación de vapor) que no retienen aire ni líquido, han estado presentes durante la verificación inicial y no se pueden modificar o desmontar. En ese caso, si el cliente indica que no se ha modificado, se debe declarar en el certificado de verificación posterior estas consideraciones.

8.5.1 Determinación del volumen residual

Para empezar este ensayo se debe revisar que no haya nada de líquido al interior del tanque, por ejemplo visualmente o haciendo que el vehículo tanque descargue cualquier líquido residual mediante el uso de rampas o movimientos del vehículo.

Partiendo del tanque o compartimiento sin nada de líquido, se agrega un volumen de agua medido con los medidores volumétricos de menor capacidad. El volumen agregado debe ser como mínimo 0,1% de la capacidad nominal del tanque.

Se recupera por la válvula de descarga y se mide su volumen. La diferencia es el volumen residual que queda dentro del tanque. Si el volumen residual encontrado es menor o igual que el Volumen Residual Máximo Permitido es conforme.

El volumen residual máximo permitido para verificación inicial es de 0,03% de la capacidad nominal.

El volumen residual máximo permitido para verificación posterior es calculado mediante la fórmula:

$$VRMP = 0,00029 \times Vn + 0,7$$

Donde:

VRMP es el Volumen Residual Máximo Permitido en litros.

Vn es el Volumen Nominal del compartimiento en litros.

El ensayo de volumen residual para la verificación posterior se puede omitir si es que se cuenta con un certificado de verificación anterior (inicial o posterior) realizado con esta edición de la norma NMP 023, en el que se de conformidad a este ensayo y no se tenga ninguna condición que evidencie la necesidad de realizar el ensayo.

8.5.2 Medidas externas

8.5.2.1 Se registra las dimensiones del tanque: largo, ancho y altura en cada extremo.

8.5.2.2 Para cada extremo del tanque, se registran las distancias desde su borde inferior

hasta el piso o plataforma horizontal. Esto se realiza con el tanque vacío y con el tanque lleno.

8.5.2.3 Se registran las dimensiones y presión de los neumáticos delanteros y posteriores.

8.5.3 Determinación de la capacidad

8.5.3.1 Se registra la altura del compartimiento, desde la mesa de medición hasta el borde superior (por debajo del domo).

8.5.3.2 Se introduce una varilla de metal a cada orificio que hay encima del tanque entre las paredes de los compartimientos, para verificar que no haya líquido almacenado. De haberlo sería indicativo de fuga interna a través del mamparo.

8.5.3.3 Se abre el conducto que hay debajo del tanque, entre mamparos, para verificar que no caiga nada de líquido. De haberlo sería indicativo de fuga interna a través del mamparo. Se deja abierto el conducto para revisarlo cuando los compartimientos se estén llenando.

8.5.3.4 Se moja las paredes interiores de cada compartimiento. Para tal efecto no es necesario ingresar al compartimiento. Se puede usar una manguera de presión para lavado, o de lo contrario, se puede llenar cada compartimiento con agua, hasta por lo menos un tercio de su capacidad. Luego se descarga y se deja escurrir 30 segundos.

8.5.3.5 En el caso de tanques o compartimientos que posean una tubería de descarga comprendida entre dos válvulas de descarga, una a la salida del compartimiento y otra en el extremo de la tubería, la determinación de la capacidad del compartimiento se debe efectuar con la primera válvula abierta y la otra del extremo cerrada, teniendo la precaución de eliminar el aire encerrado en la tubería.

8.5.3.6 Se registra la temperatura ambiente y la temperatura del agua iniciales.

8.5.3.7 Se llena el tanque o compartimientos con agua mediante el contómetro o medidor volumétrico de metal. Cualquier error debido a la calibración del patrón o a la descarga en exceso o defecto debe ser corregido usando los medidores volumétricos de menor capacidad.

8.5.3.8 El orden de llenado de los compartimientos es del número menor al mayor, es decir, empezando por el más próximo al tracto.

8.5.3.9 Al llenar el primer compartimiento se mide la altura de líquido dos veces consecutivas, la diferencia debe ser menor o igual que 1 mm . La segunda de estas medidas será la medida principal contra la que se harán las posteriores restas.

8.5.3.10 Determinación de la sensibilidad

8.5.3.10.1 Estando el compartimiento lleno hasta su nivel de referencia, se agrega con uno o varios medidores volumétricos un volumen medido que permita variar la altura de líquido en 2,0 mm o 3,0 mm .

8.5.3.10.2 Se calcula:

$$\Delta h = d \times V_n / (V_a \times 1000)$$

Donde:

Δh es la sensibilidad del tanque o compartimiento en milímetros para 1/1000 de volumen medido

d es la variación de la altura de líquido en milímetros

V_n es el volumen nominal del tanque o compartimiento

V_a es el volumen agregado, expresado en las mismas unidades que V_n

Debido a la incertidumbre de medición por el método utilizado en la determinación de la sensibilidad del tanque se acepta valores a partir de 1,0 mm . Por lo tanto:

Si $\Delta h \geq 1,0$ mm entonces es conforme al requisito 5.4.2.1

8.5.3.11 Determinación del error

8.5.3.11.1 Si la diferencia entre la altura de la flecha y la altura del líquido es menor o igual que el triple de Δh entonces es conforme al requisito 5.1.2. La incertidumbre expandida del volumen de líquido en el tanque para la verificación inicial no debe exceder un tercio del error máximo permisible.

8.5.3.12 Se llena el segundo compartimiento y se sigue los mismos pasos que para el primer compartimiento.

8.5.3.13 Se vuelve a medir la altura de líquido del primer compartimiento. Si la variación es menor o igual que Δh entonces es conforme al requisito 5.2.2.4

- 8.5.3.14 Se sigue la misma secuencia para los demás compartimientos.
- 8.5.3.15 Se repite el llenado del primer compartimiento.
- 8.5.3.16 Se determina la altura de líquido del primer compartimiento y se compara con la medida anterior (medida principal). Si la diferencia con la medición anterior es menor o igual que el doble de Δh se declara conforme al requisito 5.2.2.1.
- 8.5.3.17 Se sigue la misma secuencia para los demás compartimientos, sin repetir la determinación de la sensibilidad.
- 8.5.3.18 Se registra la temperatura ambiente y la temperatura del agua finales.
- 8.5.4 Para cada compartimiento se registra la altura de referencia, desde la mesa de medición hasta el borde superior cuando está lleno y se obtiene su variación. Si la variación es menor o igual que el mayor de 2 mm y $H/1000$ entonces es conforme al requisito 5.2.2.3.
- 8.5.5 Para cada compartimiento se determina la altura de espacio vacío por la diferencia de la altura de referencia con la altura del líquido o midiéndola directamente con la plomada de la cinta de sondaje. Si la altura de espacio vacío resulta como máximo el 10% de la altura de referencia o 155 mm (el que sea menor) entonces es conforme al requisito 5.4.1.2.
- 8.5.6 Si todos los requisitos son conformes o el único requisito no conforme es el 5.1.2 debido a un error mayor que el error máximo permitido, se procede con el precintado. Si en cambio hay otro requisito no conforme no se realiza el precintado. Para realizar el precintado, se ajusta el indicador del nivel de referencia (flecha) al nivel del agua, colocando un precinto como elemento de fijación y como distintivo de verificación.
- 8.5.7 Se registran las distancias de las extremidades del tanque al plano horizontal sobre el cual descansan las ruedas del vehículo tanque cuando se encuentra lleno.
- 8.5.8 Se registra la presión final de los neumáticos del vehículo tanque.
- 8.5.9 Se fija la placa de identificación de verificación. Ver anexo C.

8.5.10 Se descarga el agua del tanque.

8.6.0 Si se ha precintado las flechas, al terminar la verificación de vehículo tanque también se debe sellar con precinto cada tapa de manhole para evitar el ingreso y modificaciones internas que puedan alterar la capacidad del tanque.

9 CÁLCULOS

9.1 Se debe disponer de una hoja de cálculo con la cual se realicen y queden registrados todos los cálculos de la verificación.

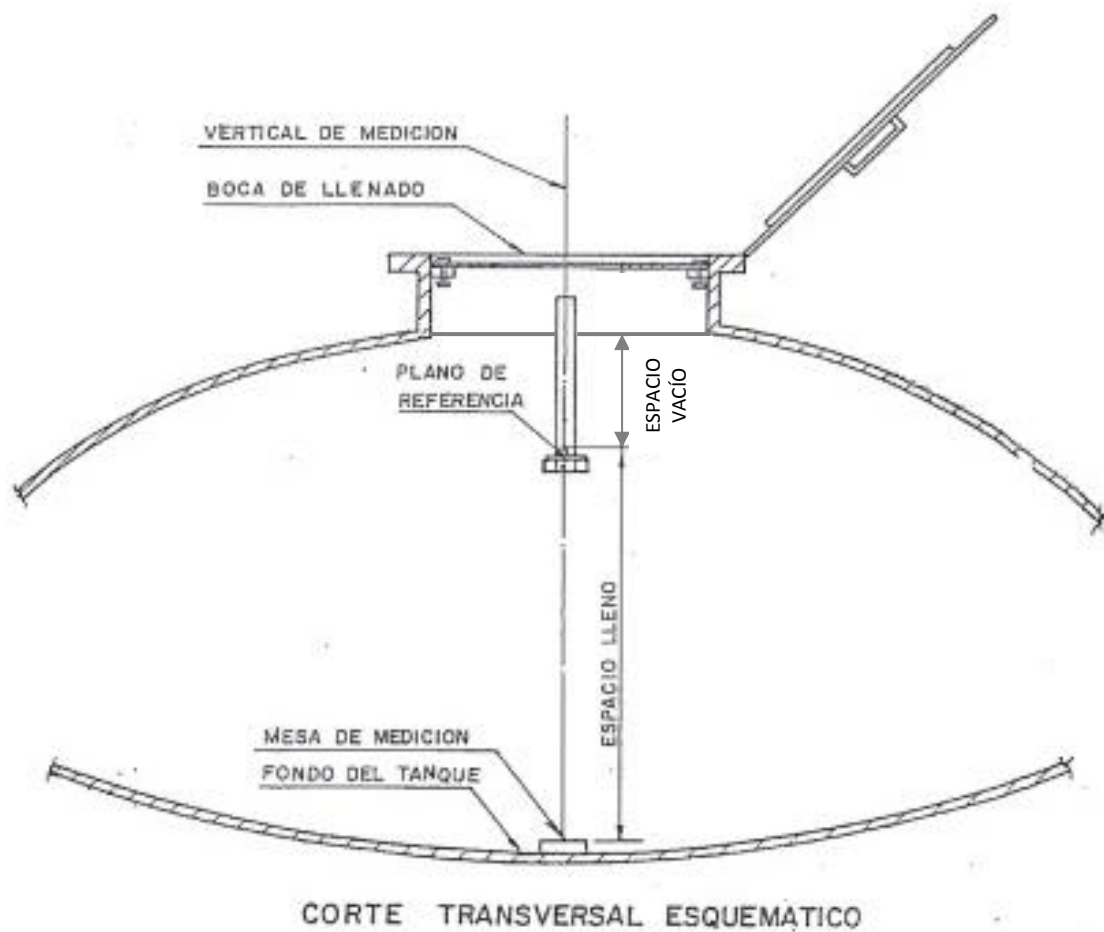
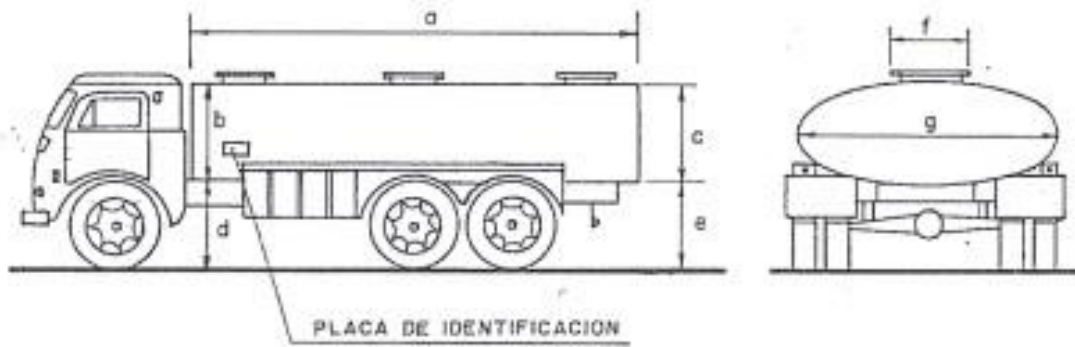
9.2 La incertidumbre expandida del volumen en la verificación inicial debe ser como máximo de 0,1%. Para verificación posterior debe ser como máximo 0,2%.

10 BIBLIOGRAFÍA

- [1] *Vocabulario Internacional de Metrología – Conceptos básicos y generales y términos asociados (VIM)*. BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP y OIML. Dirección de Metrología de INACAL, Lima, 2015.
- [2] *Vocabulario internacional de términos en metrología legal (VIML)*. INDECOPI, Lima, 2014.

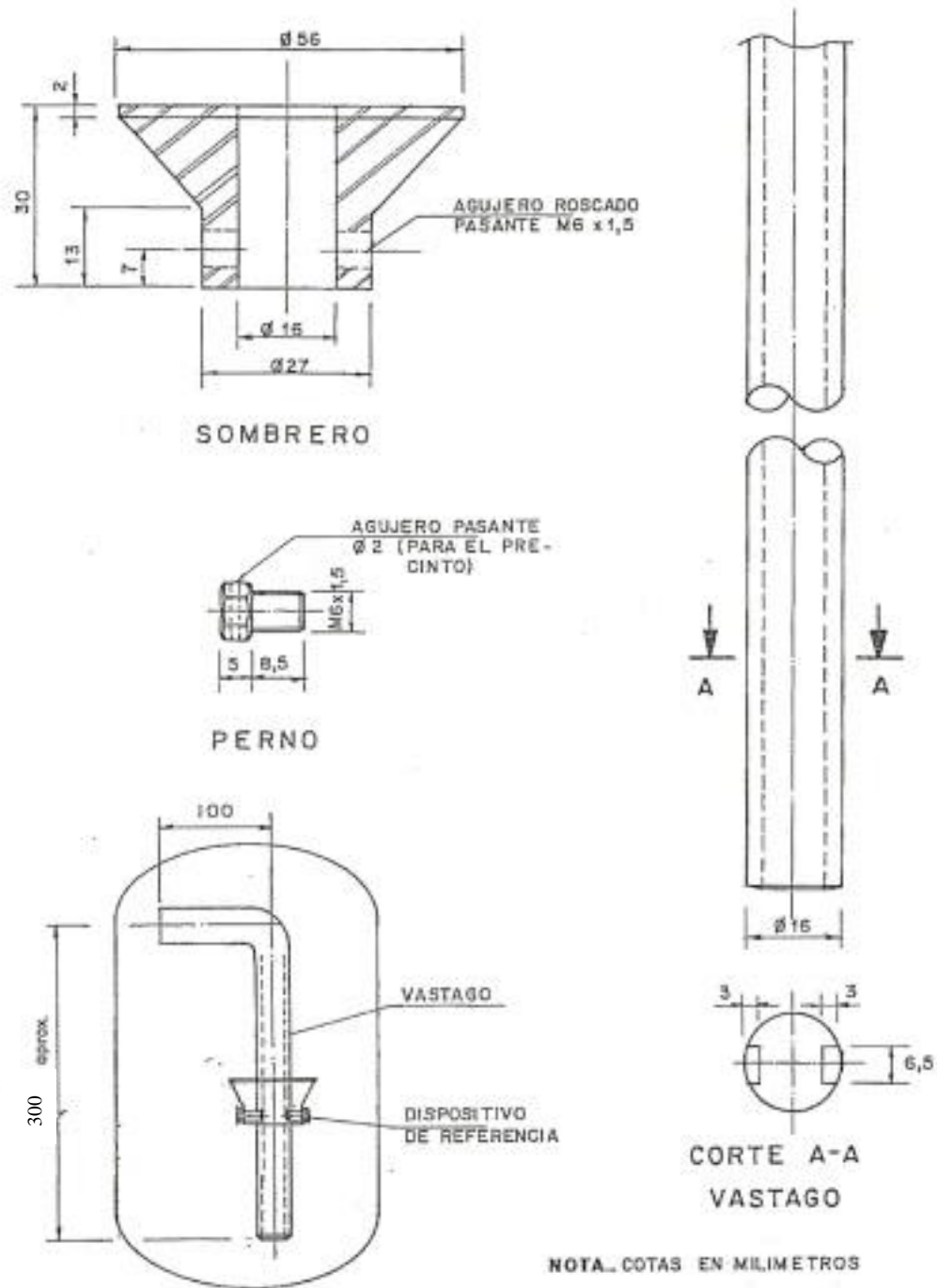
Anexo A

Esquema de Camión Tanque y Corte Transversal



Anexo B

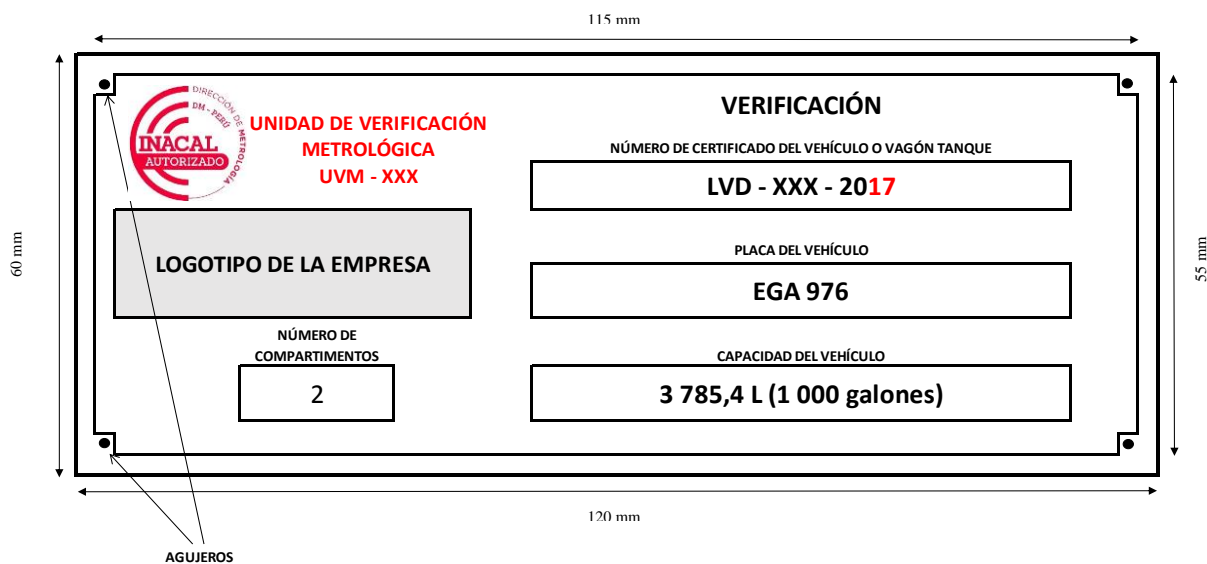
Modelo de Indicador de Nivel de Referencia (Flecha)



Anexo C

Placa de identificación de verificación

Ejemplo



Nota: Espesor de Placa 1 mm .

Localización de la Placa de identificación de Verificación



Nota: La Placa deberá estar adherida a un soporte fijo, instalado en el vehículo o vagón tanque