



Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología

“Instalación patrón para la calibración de metros contadores de líquidos diferente de combustible”

Autores: M. Sc. Regla Caridad Inchaurtieta Ramos, Laboratorio de Volumen y Flujo del Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología (INIMET) —NC-ONN-CITMA. Cuba. E mail: regla@inimet.cu

oautores: Lic. José Záldivar Chacón, M. Sc. Rodes Yanet Valdivia Medina, Téc. Karel Ramos Batista, Niurka Alonso Benítez, Miriam Alfonso Caamaño, Sergio Sánchez Gutiérrez, Pedro Manuel Díaz Rivero, Laboratorio de Volumen y Flujo del Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología (INIMET) —NC-ONN-CITMA. Cuba. E mail: regla@inimet.cu

Noviembre 2025

“Instalación patrón para la calibración de metros contadores de líquidos diferente de combustible”

Índice	Página
Resumen	3
Palabras claves	3
Introducción	4
Desarrollo	5
Valoración económica	9
Conclusión	9
Referencias bibliográficas	10
Anexos	11

1. Resumen

Este trabajo es la base de un proyecto de investigación del Laboratorio de Volumen y Flujo del Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología (INIMET). Cuba no cuenta con la infraestructura para dar trazabilidad metrológica a los metros contadores de líquido diferente de combustible que existen en el país por lo que se trazaron varios objetivos específicos para poder ejecutar una serie de actividades que nos permitieran alcanzar resultados concretos que tributan en el desarrollo de la instalación patrón para la calibración de metros contadores diferente de combustible

- Realizar la valoración del terreno del área constructiva donde se ubicará la instalación patrón a través de EPROYIV para realizar el estudio topográfico y constructivo generó un proyecto técnico del estudio topográfico y arquitectura e ideas conceptuales, en el área constructiva que permitió conocer el estado constructivo de la nave identificando cada una de las partes deterioradas o en mal estado incluyendo cubierta y marquetería, realizar levantamiento eléctrico e hidráulico sanitario y realizar tarea técnica de mecánica de suelo aportando soluciones constructivas, por otro lado el levantamiento de las partes integrantes de dicha instalación y valoración del estado técnico nos permitió conocer cada uno de los elementos integrantes existentes actualmente, realizar también hasta la fecha la defectación, limpieza y mantenimiento a 2 monitores que forman parte de las pizarras que permiten operar los puestos de trabajos de los bancos de calibración y a 2 electroválvulas neumáticas de dichos bancos, así como identificar otros elementos que deben irse sometiendo de manera paulatina al mismo proceso. Además se ha podido valorar y debatir ideas sobre la infraestructura que se necesita para garantizar la trazabilidad metrológica de uno de los patrones que conformara la instalación así como todo lo relacionado con la reparación parcial de este patrón y se crean las condiciones necesarias para realizar levantamiento metrológico de los instrumentos de medición.
-

2. Palabras claves

Instalación de calibración, metros contadores, trazabilidad metrológica

“Instalación patrón para la calibración de metros contadores de líquidos diferente de combustible”

3. Introducción

El Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología (INIMET), INM de la República de Cuba, con confirmación y reconocimiento de la Organización regional internacional a la cual pertenecemos COOMET por la ISO/IEC 17025, norma de los requisitos técnicos para demostrar competencia técnica en los laboratorios de calibración, con 3 evaluaciones como experiencia con resultados satisfactorios, además de contar con un SGC Certificado por la Lloyds Registers actualmente ICDQ por la ISO 9001 del 2015 tiene como misión desarrollar y crear patrones, en este caso en la magnitud de volumen y flujo. El objetivo del Laboratorio de Volumen de dicho Instituto es poder desarrollar una instalación para la calibración de metros contadores de líquidos diferente de combustible

Las mediciones de volumen y flujo tienen gran incidencia en las transacciones comerciales, y los metros contadores son los instrumentos de medición a través de los cuales se realizan estas mediciones. Para esto es necesario disponer de un sistema metrológico de primer nivel en mediciones de flujo ya que estas mediciones están presentes en las industrias farmacéutica, siderúrgica, metalúrgica, alimentaria, la agricultura, entre otras, y permitiría minimizar los costos de fabricación, aumentar la calidad de los productos manufacturados y un mejor control en los procesos de transferencia de fluidos. De ahí la importancia de garantizar la trazabilidad metrológica a los metros contadores que existen en el país.

Metro contador (para cantidades de líquidos (volumen o masa)): Instrumento destinado a medir continuamente y mostrar la cantidad de líquido que pasa a través del dispositivo de medición en condiciones de medición. Un metro contador incluye al menos un dispositivo de medición, un totalizador, una calculadora (incluidos los dispositivos de ajuste o corrección, si están presentes) y un dispositivo indicador.

El término "metro contador" es considerado sinónimo de "contador", "flujómetro" y "caudalímetro".

“Instalación patrón para la calibración de metros contadores de líquidos diferente de combustible“

4. Desarrollo

El laboratorio de volumen y flujo cuenta con 2 bancos de calibración de metros contadores conformados por los siguientes instrumentos de medición, 3 recipientes metálicos patrones de capacidad 100, 1000 y 2000 L clase de exactitud 0,2 %, 4 rotámetros con rango de flujo desde 0,02 hasta 125 m³/h clase 1,5 % para el control de flujo en cada línea de trabajo, las líneas de trabajo son de diámetro nominal DN hasta 100 mm, instrumentos de medición auxiliares como termómetros de líquido en vidrio con valor de división 0,1 °C y manómetros de hasta 1 MPa con valor de división de 0,02 MPa. Además cuenta con un recipiente metálico patrón de capacidad 2500 L clase de exactitud 0,1 %.



Fig. 1 Banco de calibración con recipientes patrones de capacidad 100 L, 1000 L y 2000 L

Los Institutos Nacionales de Metrología (INM) de Alemania, Estados Unidos, México cuentan con instalaciones para las mediciones de flujo, certificadas y con altas tecnologías incorporadas. En la Tabla No. 1 se resumen algunas características principales de las instalaciones de calibración de estos INM.

“Instalación patrón para la calibración de metros contadores de líquidos diferente de combustible”

Tabla No.1. Instalaciones de calibración de algunos INM del mundo.

INM	PTB (ALEMANIA)	NIST (E.U)	CENAM (MÉXICO)
ALCANCE	(0,3 a 2100) m ³ /h	(0,48 a 2280) m ³ /h	(1,5 a 720) m ³ /h
DIAMETRO	(20 a 400) mm	(100 a 400) mm	(25 a 250) mm
METODOS DE CALIBRACIÓN	Gravimétrico- Volumétrico	Gravimétrico- Volumétrico	Gravimétrico- Volumétrico
SISTEMA DE PESAJES (Método gravimétrico)	3 sistemas (0.3, 3, 30) t	3 sistemas (1.1, 3.7, 22.5) t	2 sistemas (1.5, 10) t
PROBADOR DE TUBO (Método volumétrico)	250 L	2 L y 20 L	500 L y 1000 L
INCERTIDUMBRE	0,02 %	0,033 %	0,03 (masa) (0,04 a 0,05) volumen

De acuerdo a los instrumentos patrones de medición que disponemos y en busca de resultados de las mediciones con nivel de exactitud y de incertidumbre deseados nuestra Instalación será gravimétrica – volumétrica (método de calibración) para calibración con agua como líquido de trabajo y tendrá un alcance desde 0,3 m³/h hasta 150 m³/h con diámetro nominal desde 15 mm hasta 100 mm. La incertidumbre expandida con k=2 de la instalación deseada será (0,05.-0, 10) %.

Para el desarrollo de la Instalación patrón se definieron los siguientes objetivos específicos:

- ❖ Realizar estudio de factibilidad, ideas conceptuales, proyecto técnico, estudio topográfico y arquitectura en el área constructiva donde se ubicará la instalación patrón para la calibración de metros contadores de líquidos diferente de combustible.
- ❖ Caracterizar la instalación patrón para la calibración de metros contadores de líquido diferentes de combustible.
- ❖ Implementar el servicio de calibración de metros contadores de líquidos diferentes de combustible.
- ❖ Ejecutar el servicio de calibración de metros contadores de líquidos diferentes de combustible.

Para el cumplimiento de estos objetivos se planificaron y organizaron una serie de actividades que permitieran alcanzar resultados definidos

“Instalación patrón para la calibración de metros contadores de líquidos diferente de combustible“

La Tabla No. 2 muestra el objetivo, el resultado y las actividades desarrolladas hasta la fecha

Objetivo (No.)	Resultado	Actividades
Realizar estudio de factibilidad, ideas conceptuales, proyecto técnico, estudio topografico y arquitectura en el área constructiva donde se ubicará la instalación patrón para la calibración de metros contadores de líquidos diferente de combustible	1. Proyecto técnico del estudio topográfico y arquitectura e ideas conceptuales, en el área constructiva donde se ubicará la instalación patrón para la calibración de metros contadores de líquidos diferente de combustible.	<p>Valoración del terreno del área constructiva donde se ubicará la instalación patrón.</p> <p>2 Subcontratación a EPROYIV para realizar el estudio topográfico y constructivo de la instalación.</p> <p>3 Evaluar condiciones del terreno y constructivas de la instalación según los resultados del Proyecto técnico.</p>
	2. Realizar estudio y valoración de las condiciones técnicas de la instalación patrón para la calibración de metros contadores de líquido diferentes de combustible.	2.1 Realizar levantamiento de cada una de las partes y accesorios de la instalación patrón y valoración de su estado técnico.
		2.2 Realizar visita e intercambio de ideas y experiencias con el laboratorio de la Yuri Gagarin.
Caracterización de la instalación patrón para la calibración de metros contadores de líquido diferente	1 Caracterizar la instalación de calibración de metros contadores de líquido diferente de combustible que permita asegurar la	1.1 Levantamiento metrológico de los instrumentos de medición.

“Instalación patrón para la calibración de metros contadores de líquidos diferente de combustible“

de combustible.	trazabilidad de las mediciones de volumen y flujo en el INIMET.	1.2 Montaje de la instalación patrón. 1.3 Puesta en marcha de la instalación patrón para la calibración de metros contadores de líquido diferente de combustible. 1.4 Elaborar plan de calibración de los instrumentos patrones de medición por magnitud. Publicación de los resultados
-----------------	---	--

Tabla No.2 objetivo, resultado y actividades desarrolladas hasta la fecha

Estos resultados nos permitieron:

1. Proyecto técnico del estudio topográfico y arquitectura e ideas conceptuales, en el área constructiva donde se ubicará la instalación patrón para la calibración de metros contadores de líquidos diferente de combustible.
 - conocer estado constructivo de la nave identificando cada una de las partes deterioradas o en mal estado incluyendo cubierta y marquetería
 - realizar levantamiento eléctrico e hidráulico sanitario
 - realizar tarea técnica de mecánica de suelo aportando soluciones constructivas
2. Realizar estudio y valoración de las condiciones técnicas de la instalación patrón para la calibración de metros contadores de líquido diferentes de combustible.
 - conocer cada uno de los elementos y partes integrantes de la instalación de calibración existentes actualmente
 - realizar la defectación, limpieza y mantenimiento a 2 monitores de las pizarras que permiten operar los puestos de trabajos de los bancos de calibración

“Instalación patrón para la calibración de metros contadores de líquidos diferente de combustible“

- realizar la defectación, limpieza y mantenimiento a 2 electroválvulas neumáticas de dichos bancos
- identificar otros elementos que deben irse sometiendo de manera paulatina al mismo proceso

Uno de los patrones que conformará la instalación y se identificó debe someterse a mantenimiento y reparación es el recipiente metálico patrón de 2500 L clase de exactitud 0,1% el cual garantiza la trazabilidad metrológica del metro contador OVAL de agua del laboratorio que interviene en el aforo de tanques por el método volumétrico y en la verificación/calibración de metros contadores servicios de gran demanda, por lo que se valoró crear las condiciones y la infraestructura necesaria para realizar la calibración de este instrumento de medición que hoy se encuentra fuera de servicio.

- La visita e intercambio de ideas y experiencias con el laboratorio de la EMI Yuri Gagarin no pudo realizarse ya que los compañeros por diversas razones no están realizando servicios hasta el próximo año 2026 por lo que se pospone la realización de esta actividad inicialmente planificada para el mes de julio para cuando sea posible.
3. En estos momentos nos encontramos creando las condiciones necesarias y dando los primeros pasos de la caracterización de la instalación de calibración de metros contadores de líquido diferente de combustible a través del levantamiento metrológico de los instrumentos de medición que conformaran la instalación.

“Instalación patrón para la calibración de metros contadores de líquidos diferente de combustible”

5. Valoración económica

En el año 2024 este proyecto contó con un financiamiento de 517 957,62 CUP :

- 2do Semestre fue aprobado y recibido 517 957,62 CUP de ellos ejecutados 517 957,62 CUP
- Total de gastos de 517 957,62 CUP
-

En el año 2025 este proyecto cuenta con un financiamiento de 600 050, 00 CUP :

- 1er trimestre fue aprobado y recibido 148 650,00 CUP de ellos ejecutados 113 311,50 CUP
 - 2do trimestre fue aprobado y recibido 182 650,00 CUP de ellos ejecutados 80 711,23 CUP
 - Total de gastos de 194 022,73 CUP
 - 3er trimestre fue aprobado y recibido 144 650,00 CUP de ellos ejecutados 88 953,78 CUP
 -
- Total de gastos de 282 976,51 CUP

6. Conclusión

El estudio de factibilidad, proyecto técnico, estudio topográfico y arquitectura en el área constructiva, donde se ubicará la instalación patrón para la calibración de metros contadores de líquidos diferentes de combustible permitió:

- valorar el estado técnico parcial a la nave, por lo que se propone la mejor ubicación de la instalación dentro del área disponible
- proponer soluciones constructivas con acondicionamiento físico-ambiental y peritaje técnico de dicha área.
- obtener ideas conceptuales en la parte correspondiente al sistema de distribución de electricidad , hidráulica y sanitaria así como un levantamiento topográfico

El levantamiento y valoración del estado técnico permitió:

- conocer cada uno de los elementos y partes integrantes de la instalación de calibración existentes actualmente
- realizar también hasta la fecha la defectación, limpieza y mantenimiento a 2 monitores de las pizarras que permiten operar los puestos de trabajos de los bancos de calibración y a 2 electroválvulas neumáticas de dichos bancos
- identificar otros elementos que deben irse sometiendo de manera paulatina al mismo proceso.

Como recomendación proponemos generalizar los resultados al SENAMET

“Instalación patrón para la calibración de metros contadores de líquidos diferente de combustible“

9. Referencias bibliográficas

NC 7-2017 Barras de acero para refuerzo de hormigón. Especificaciones

NC 283-2003 Densidad de materiales naturales, artificiales y de elementos de construcción como carga de diseño.

NC 284-2003 Edificaciones. Carga de uso

NC 250-2005 Requisitos de durabilidad para el diseño y construcción de edificaciones de obras civiles de hormigón estructural

NC 120-2014 Hormigón hidráulico. Especificaciones

NC 207-3-2019 Requisitos generales para el diseño y construcción de estructuras de hormigón (Parte 3: Elementos estructurales- capítulo del 21 al 28)

NC 775-1-2010 Bases para el Diseño y Construcción de Inversiones Turísticas. Parte 1: Requisitos Básicos

NC 775-11:2012 Bases de Diseño y Construcción de Inversiones Turísticas. Parte 11: Requisitos de comunicaciones

NC 674-3:2019 Requisitos de Alcance y contenido de los Servicios Técnicos. Parte 3: Ideas conceptuales

OIML R49-1, Contadores de agua destinados a la medición de agua potable fría y agua caliente Parte 1: Requisitos metrológicos y técnicos, 2013.

DG 01: 2020, Instrumentos de medición sujetos a verificación y los campos de aplicación donde serán utilizados.

DG 10, Política de Trazabilidad Metrológica, 2021.

NC ISO/IEC 17025, Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, ICS: 03.120.20, 3. Edición, Diciembre 2017.

“Instalación patrón para la calibración de metros contadores de líquidos diferente de combustible”

ANEXOS



Recipiente metálico patrón 2500 L clase de exactitud 0,1 %

“Instalación patrón para la calibración de metros contadores de líquidos diferente de combustible”