

# DETERMINACION DE PESA PATRON A USAR COMO PATRON DE CHEQUEO EN CALIBRACIONES DE PESAS DE ALTA EXACTITUD DEL LABORATORIO DE MASA DEL INM - COLOMBIA

Yineth P. Ochoa, Jorge D. García, Jhon J. Escobar  
Instituto Nacional de Metrología de Colombia  
Av. Carrera 50 No 26-55 Interior. 2 CAN  
(571) 2542222 – ypochoa@inm.gov.co

**Resumen:** La selección de un patrón de chequeo debe ser una actividad considerada en la planeación preliminar de un programa de aseguramiento de las mediciones en calibraciones de pesas clase E<sub>1</sub>, mejores que E<sub>1</sub> y en procesos de diseminación de la unidad de masa a los múltiplos y submúltiplos del kilogramo. El trabajo presentado tiene como objetivo identificar la pesa que será utilizada como patrón de chequeo en el Laboratorio de Masa del Instituto Nacional de Metrología de Colombia por medio del análisis de una serie de mediciones históricas realizadas a dos pesas que fueron consideradas patrones nacionales desde el año 1981 hasta el año 2007.

## 1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la recomendación internacional OIML R111, un patrón de chequeo es un patrón de masa que se utiliza en un proceso de control estadístico para proporcionar una “verificación” que asegure que los patrones de masa, los procesos y resultados de medición se encuentran dentro de límites estadísticos aceptables [1]. En una calibración de rutina, un patrón de chequeo se incluye con cada conjunto de pesas de tal forma que el control del proceso se mantiene mediante el monitoreo del valor obtenido para el patrón de chequeo y del error aleatorio a partir del análisis de mínimos cuadrados [2].

El objetivo del trabajo presentado es definir el patrón de chequeo para el Laboratorio de Masa del Instituto Nacional de Metrología de Colombia, comparando las mediciones realizadas a través del tiempo a dos pesas patrón de valor nominal 1 kg fabricados en acero inoxidable, las cuales son representadas en cartas de control en términos del error en masa.

## 2. FUNDAMENTO TEÓRICO

Una actividad clave dentro de un programa de aseguramiento de la calidad de las mediciones en calibraciones de pesas de alta exactitud a partir del método de subdivisión es seleccionar un patrón de chequeo. El valor de esta pesa en cualquier momento dado es una herramienta para la toma de decisiones y un comportamiento inesperado de su parte en una calibración rutinaria es motivo para

suspender el proceso hasta que el control estadístico se retome [3].

La implementación de las cartas de control en las pesas (o juegos de pesas) de referencia, permite a un laboratorio decidir cuál de éstas puede ser potencialmente usada como una pesa de chequeo a partir del análisis de la deriva en el tiempo; generalmente, se escoge como pesa de chequeo aquella que presente una mayor estabilidad en su valor de masa en el tiempo.

### 2.1. Patrones y equipos utilizados

Para llevar a cabo el estudio se utilizaron dos patrones de masa marca KERN, en acero inoxidable de geometría cilíndrica con botón, identificados como NIM 010107 y NIM 010108, con masa nominal igual a 1 kg. Estos patrones se encuentran en el Laboratorio de Masa del Instituto Nacional de Metrología de Colombia desde el año 1981, luego de ser donados por el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania.

Como instrumento para la determinación del valor de masa de los patrones se utilizó un comparador de masa Mettler Toledo AT 1006, cuya capacidad máxima de medición es de 1 kg con una resolución de 1 µg. En el caso de las condiciones ambientales se utilizó el sistema Klimet A30, el cual registra la presión barométrica, las temperaturas ambiental y de punto de rocío, esta última necesaria para el cálculo de humedad relativa.

### 2.2. Método de análisis

La determinación de la masa de cada una de las pesas se realizó por el método de comparación

directa por el esquema ABBA descrito en la OIML R111-1:2004, cuyo modelo matemático se basa en la ecuación presentada en [4],

$$m_p = m_r + \rho_a(V_p - V_r) + \Delta I_w \quad (1)$$

Donde  $m_p$  y  $m_r$  son la masa de la prueba y la del patrón de referencia respectivamente,  $\rho_a$ , densidad del aire,  $V_p$  y  $V_r$ , volúmenes de prueba y referencia, y  $\Delta I_w$  la diferencia entre las indicaciones de la balanza [4]. Una vez calculada la masa de la prueba, se determina el error asociado, teniendo en cuenta que,

$$m_p = m_N + e_p \quad (2)$$

Donde  $m_N$  corresponde a la masa nominal.

Para elaborar las cartas de control se contó inicialmente con un proceso de recopilación y análisis de datos para un mismo año, con el fin de tomar un valor que representara adecuadamente el error en masa mediante el cálculo del promedio, de acuerdo a la estabilidad evidenciada en cada uno de los patrones; el procedimiento anterior se siguió para los diferentes años, analizando alrededor de 280 resultados de mediciones en total.

### 3. RESULTADOS

Los resultados de error en masa obtenidos para cada uno de los patrones, derivados del análisis de datos históricos desde el año 1981 hasta el 2015 se presentan en las figuras 1 y 2.

### 4. DISCUSIÓN

Como se observa en las figuras 1 y 2, la diferencia entre los valores máximos y mínimos de cada patrón no supera 100  $\mu\text{g}$ . Teniendo en cuenta lo anterior se puede considerar que aquel que presenta la mayor estabilidad es la pesa identificada como NIM 010107, razón por la cual se escoge como patrón de chequeo en los procesos de medición que se lleven a cabo dentro del laboratorio de masa.

### 5. CONCLUSIONES

Aunque los dos patrones presentan una gran estabilidad en el tiempo, se considera más apropiado definir como patrón de chequeo la pesa identificada como NIM 010107. Lo anterior no implica que la pesa identificada como NIM 010108

no pueda ser usada eventualmente como patrón de chequeo ya que aunque su estabilidad es menor, su base de datos es lo suficientemente extensa como para conocer la deriva que presenta en el tiempo y así poder usarla para los mismos fines.

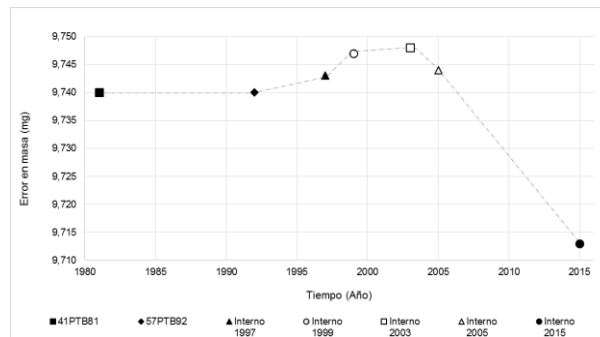


Figura. 1. Error en masa pesa NIM 010107 para el periodo 1981 – 2015

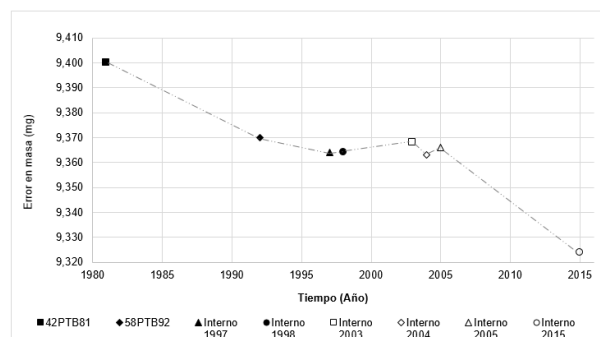


Figura. 2. Error en masa pesa NIM 010108 para el periodo 1981 – 2015

### REFERENCIAS

- [1] International Organization of Legal Metrology (2004) OIML R 111-1 Weights of classes E1, E2, F1, F2, M1, M1–2, M2, M2–3 and M3. Part 1: Metrological and technical requirements.
- [2] Cameron J. M. (1977). Measurement Assurance. Washington D.C. U.S.
- [3] Croarkin, C. (1984). Measurement Assurance Programs Part II: Development and Implementation. Gaithersburg, MD: U.S. Department of Commerce.
- [4] Koshiek, M., Glaser, M., (2000). Comprehensive Mass Metrology. Berlin: Wiley-VCH