
	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 5
		Página 1 de 25

CONTENIDO

1. OBJETIVO	3
2. DESTINATARIOS.....	3
3. GLOSARIO.....	3
4. REFERENCIAS	4
5. GENERALIDADES	5
5.1 EQUIPOS.....	6
5.1.1 Equipos patrón.....	6
5.1.2 Equipos auxiliares	7
5.2 Accesorios e implementos de limpieza	7
6. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PROCEDIMIENTO	7
7. DESCRIPCIÓN DE ETAPAS Y ACTIVIDADES.....	9
7.1 ETAPA 1: RECEPCIONAR Y REVISAR EL ESTADO DEL RECIPIENTE VOLUMÉTRICO.....	9
7.1.1 Recepcionar y revisar el estado del recipiente volumétrico.....	9
7.1.2 Realizar prueba de fugas	10
7.2 ETAPA 2: REALIZAR EL PREMOJADO DEL RVP Y DEL RVC.....	10
7.2.1 Llenar el RVP.....	10
7.2.2 Verter el contenido del RVC.....	10
7.2.3 Realizar ajuste y lectura de menisco del RVP.....	10
7.3 ETAPA 3: CALIBRAR EL CUERPO DEL RVC	11


Elaborado por:	Revisado y Aprobado por:	Aprobación Metodológica por:
Nombre: Luis Henry Barreto Rojas-Yenny Astrid Hernández Gómez Cargo: Profesional Universitario - Contratista Dirección de Investigaciones para el Control y Vigilancia de Reglamentos técnicos y Metrología Legal	Nombre: Jairo Enrique Malaver Barbosa-Juan Camilo Durán Téllez Cargo: Superintendente Delegado para el Control y Vigilancia de Reglamentos técnicos y Metrología Legal-Director de Investigaciones para el Control y Vigilancia de Reglamentos técnicos y Metrología Legal (e)	Nombre: Giselle Johanna Castelblanco Muñoz Cargo: Representante de la Dirección para el Sistema de Gestión de Calidad Fecha: 2019-05-17

Cualquier copia impresa, electrónica o de reproducción de este documento sin la marca de agua o el sello de control de documentos, se constituye en copia no controlada.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 5
		Página 2 de 25

7.3.1	Calibrar el cuerpo del RVC	11
7.3.2	Ajustar la escala	12
7.3.3	Calibrar el cuerpo después de ajuste de la escala	12
7.3.4	Verificar la escala	13
7.4	ETAPA 4: CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS REGISTRADOS DE LA INCERTIDUMBRE DEL RVC.....	14
7.4.1	Calcular y analizar los datos registrados	14
7.4.2	Generar los resultados de la calibración del RVC	18
7.5	ETAPA 5: CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS DE LA INCERTIDUMBRE DE LA ESCALA.....	18
7.5.1	Calcular y analizar los datos de la incertidumbre de la escala	18
7.5.2	Generar los resultados de la verificación de la escala	21
7.5.3	Identificar el recipiente volumétrico calibrado	21
7.6	ETAPA 6: ELABORAR, REVISAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Y EL RECIPIENTE VOLUMÉTRICO CALIBRADO.....	21
7.6.1	Elaborar certificado de calibración	21
7.6.2	Enviar y revisar certificado de calibración	21
7.6.3	Entregar el RVC y el certificado de calibración	24
7.6.4	Aplicar la encuesta de satisfacción RT03-F07.....	24
8.	DOCUMENTOS RELACIONADOS.....	24
9.	RESUMEN CAMBIOS RESPECTO A LA ANTERIOR VERSIÓN	25

COPIA COMPROBADA

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 5
		Página 3 de 25

1. OBJETIVO

Describir la metodología empleada para realizar la calibración de recipientes volumétricos con capacidad de 18927,06 ml (5 galones), **por el método según el documento normativo Euramet cg- 21**; para: alcaldías, rutas del consumidor, casas del consumidor y el grupo de trabajo de inspección y vigilancia de metrología legal.

2. DESTINATARIOS

Servidores públicos y/o contratistas que hagan parte del laboratorio de volumen.

3. GLOSARIO


La terminología y simbología empleada en este documento está basada principalmente en los siguientes documentos:

- **GUM (2008): para los términos relacionados con la determinación de los resultados de la incertidumbre de la medición.**
- **NTC 1848 (2007): para los términos relacionados con las pesas patrón.**
- **Guía SIM MW G7/cg-01/v.00: para los términos relacionados con el funcionamiento IPFNA.**
- **VIM versión actual: para los términos relacionados en la calibración.**
- **Decreto 1595 / 2015**

CADENA DE TRAZABILIDAD METROLOGICA: sucesión de patrones y calibraciones que relacionan un resultado de medida con una referencia.

CALIBRACIÓN: operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación.

ERROR DE MEDIDA: diferencia entre un valor de medido de una magnitud y un valor de referencia.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 5
		Página 4 de 25

INCERTIDUMBRE DE MEDIDA: *parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza.*

RESPONSABLE DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA: es el servidor público o contratista encargado de autorizar los certificados de calibración y al personal clave para la realización de las calibraciones.

RESPONSABLE DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LOS LABORATORIOS-SGL: es el servidor público o contratista encargado de diseñar, documentar, implementar y hacer seguimiento a todos los documentos propios del laboratorio, así como los documentos definidos en el SIGI.

RESPONSABLE DE LAS CALIBRACIONES: *servidor público o contratista que realiza la calibración del recipiente volumétrico, según lo definido en este procedimiento.*

RVC: recipiente volumétrico a calibrar


RVP: recipiente volumétrico patrón

TRAZABILIDAD METROLÓGICA: *propiedad de un resultado de medida por la cual el resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medida.*

V_{sp} : Volumen suministrado por probetas

4. REFERENCIAS


Jerarquía de la norma	Numero/Fecha	Título	Artículo	Aplicación Específica
Decreto	1595 de 2015	<i>Por el cual se dictan normas relativas al Subsistema Nacional de la Calidad y se modifica el capítulo 7 y la sección 1 del capítulo 8 del título 1 de la parte 2 del libro 2 Del Decreto Único Reglamentario del</i>	<i>Sección 2, artículo 2.2.1.7.2.1</i>	<i>Definiciones</i>

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 5
		Página 5 de 25

Jerarquía de la norma	Numero/Fecha	Título	Artículo	Aplicación Específica
		Sector Comercio, Industria Y Turismo, Decreto 1074 de 2015 y se dictan otras disposiciones		
ISO/IEC 17025	2ª edición 2017	Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración	Aplicación total	Competencia de los laboratorios para la calibración de volumen.
VIM	3ª edición 2012	Vocabulario intencional de metrología. Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados.	Aplicación total	Para sistemas de conceptos fundamentales y generales utilizados en metrología
Guía Técnica Euramet cg- 21	1.0 (04/2013)	Guía para la calibración de patrones de volumen utilizando el método volumétrico.	Aplicación total	Calibración de los patrones de volumen por el método volumétrico.
Guía Técnica Euramet cg-19	1.0 (09/2009)	Guía para la calibración de patrones de volumen utilizando el método volumétrico.	Numeral 5.3.7	Calibración de los patrones de volumen por el método volumétrico.
GUM	2008	Guía para estimar la incertidumbre de la medición	Aplicación total	Lineamientos para estimar incertidumbres

5. GENERALIDADES

- El método volumétrico consiste en comparar la capacidad del líquido [para suministrar] del RVC, con la capacidad del RVP.
- Los equipos patrones a utilizar, deben encontrarse dentro del periodo de validez de calibración.
- Los equipos a calibrar, deben estar limpios para no tener interferencias en el proceso de calibración.
- El líquido usado para la calibración es el suministrado por la red de agua potable.
- Si hay pérdida de líquido en la transferencia del RVP al RVC se debe reiniciar el ciclo.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 5
		Página 6 de 25

- En la hoja de cálculo se contemplan los factores de corrección a los que haya lugar
- Como separador decimal el laboratorio opta por usar la coma (,).
- Para la verificación de la escala se usa el intervalo de $\pm 10 \text{ in}^3$, 189,3 mL teniendo como referencia el punto cero de la escala.
- Para tomar la lectura del volumen en el RVP y RVC, se observa el menisco que se forma en el visor. Para evitar el error de paralaje se debe leer el menisco en su punto más bajo. Ver figura 1.

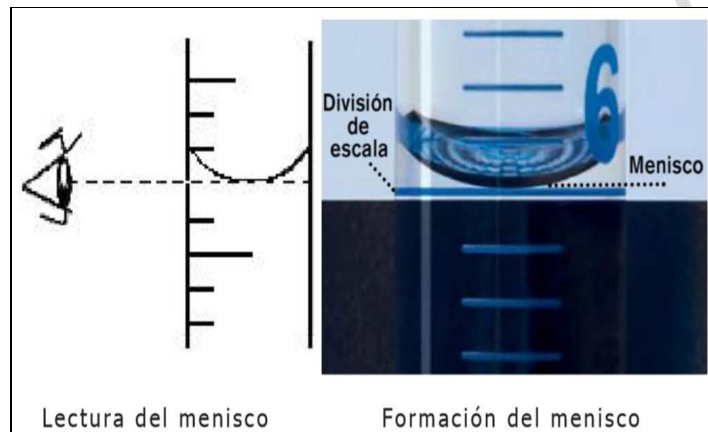


Figura 1. Visión en paralelo del menisco


Nota 1: Una vez termine la calibración limpiar el tubo visor del RVP y el RVC.

5.1 EQUIPOS

Los equipos, instrumentos y accesorios usados en el laboratorio para realizar la calibración de los recipientes volumétricos, son los siguientes:

5.1.1 Equipos patrón

- Recipiente volumétrico patrón (RVP)
- Termómetros
- Probeta
- Pipeta
- Termo higrómetros

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 5
		Página 7 de 25

5.1.2 Equipos auxiliares

- Mesa de planitud
- Cronómetro
- Micrómetro
- Pie de rey


5.2 ACCESORIOS E IMPLEMENTOS DE LIMPIEZA

Precinto, perilla sopladora, pipeteador, bayetilla, balde, cepillos, churruscos, desengrasante, detergentes, guantes, herramientas manuales, linterna, lupa, mesa hidráulica y toallas de papel.

6. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PROCEDIMIENTO

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
1	RECEPCIONAR Y REVISAR EL ESTADO DEL RECIPIENTE VOLUMÉTRICO (RVC)	Solicitud de calibración de equipos RT03-F08	Comprende las siguientes actividades: - Recepcionar y revisar el estado del recipiente volumétrico. - Realizar prueba de fugas.	Responsable de dirección técnica y/o Suplente Responsable de la calibración	Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09
2	REALIZAR EL PREMOJADO DEL RVP Y DEL RVC	Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09 diligenciada Patrones de trabajo RVP RVC	Comprende las siguientes actividades: - Llenar el RVP. - Verter el contenido del RVC. - Realizar ajuste y lectura de menisco del RVP	Responsable de la calibración	Hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos RT03-F11 diligenciada

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
3	CALIBRAR EL CUERPO DEL RVC	Patrones de trabajo RVP y RVC Hoja de cálculo de recipientes volumétricos RT03-F11 con registro de datos	Comprende las siguientes actividades: - Calibrar el cuerpo del RVC. - Ajustar la escala. - Calibrar el cuerpo después del ajuste de la escala. - Verificar la escala	Responsable de la calibración	Hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos RT03-F11 diligenciada
4	CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS REGISTRADOS DE LA INCERTIDUMBRE DEL RVC	Hoja de cálculo de recipientes volumétricos RT03-F11 con registro de datos	Comprende las siguientes actividades: - Calcular y analizar los datos registrados. - Generar los resultados de la calibración del RVC	Responsable de la calibración	Hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos RT03-F11 diligenciada
5	CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS DE LA INCERTIDUMBRE DE LA ESCALA	Hoja de cálculo de recipientes volumétricos RT03-F11 con registro de datos	Comprende las siguientes actividades: - Calcular y analizar los datos de la incertidumbre de la escala. - Generar los resultados de la calibración de la escala - Identificar el recipiente volumétrico calibrado.	Responsable de la calibración	Hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos RT03-F11 diligenciada
6	ELABORAR, REVISAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	Recipiente volumétrico calibrado Lista de chequeo para recepción de	Comprende las siguientes actividades: - Elaborar el certificado de calibración.	Responsable de dirección técnica y/o suplente	Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 5
		Página 9 de 25

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
	Y EL RECIPIENTE VOLUMÉTRICO CALIBRADO	equipos a calibrar RT03-F09 Con registro de datos	<ul style="list-style-type: none"> - Enviar y revisar el certificado de calibración - Entregar el RVC y el certificado de calibración. - Aplicar la encuesta de satisfacción RT03-F07 		Totalmente diligenciada Certificado de calibración de recipientes volumétricos RT03-F14 Lista de chequeo de certificados de calibración de recipientes volumétricos RT03-F30 Histórico de calibración de recipientes volumétricos RT03-F27 Encuesta de satisfacción de la prestación de servicios de calibración RT03-F07


7. DESCRIPCIÓN DE ETAPAS Y ACTIVIDADES

7.1 ETAPA 1: RECEPCIONAR Y REVISAR EL ESTADO DEL RECIPIENTE VOLUMÉTRICO

Recepcionar el recipiente volumétrico a calibrar-RVC, en el área ubicada en el primer piso de las instalaciones del INM, teniendo en cuenta las siguientes actividades:

7.1.1 Recepcionar y revisar el estado del recipiente volumétrico

Recepcionar y revisar el estado del RVC, diligenciando el formato RT03-F09, y de observar o detectar (oxidación, imperfecciones, abolladuras, tubo visor roto, golpes, entre otros), se realiza lo siguiente:

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 5
		Página 10 de 25

- Elaborar comunicación radicada en el sistema de trámites, teniendo en cuenta el radicado de la solicitud de calibración.
- Devolver el equipo con el informe de no aptas del (RVC) RT03-F17.

Si el (RVC) está en condiciones para calibrar, se continúa con la siguiente actividad.

7.1.2 Realizar prueba de fugas

Llenar el RVC con agua en condiciones de uso, hasta el trazo superior de la escala y dejar en reposo mínimo 2 h 00 min.

Si el RVC presenta fugas se emite informe de recipientes volumétricos no aptos RT03-F17 y se devuelve el recipiente volumétrico.

Si no presenta fugas, continua con la siguiente etapa.

Nota 2: En caso de que presente fugas anexar al informe un registro fotográfico.

Punto de control: revisar el estado del equipo visualmente y a través de la prueba de fugas y del formato RT03-F09.

7.2 ETAPA 2: REALIZAR EL PREMOJADO DEL RVP Y DEL RVC

Realizar el premojado del RVP y el RVC teniendo en cuenta las siguientes actividades:

7.2.1 Llenar el RVP


Verter el líquido del RVP al RVC, realizando el premojado del RVC.

7.2.2 Verter el contenido del RVC

Verter el contenido del RVC en el desagüe, en un tiempo de 60 s \pm 10 s, para el vertido y escurrido, registrar los datos en el formato RT03-F11.

7.2.3 Realizar ajuste y lectura de menisco del RVP

Llenar con líquido el RVP hasta el punto de indicación de 5 galones, aproximadamente y de sobrar o faltar líquido, se agrega y/o sustrae líquido del RVP, hasta el punto cero (0) de la escala graduada.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 5
		Página 11 de 25

Punto de control: revisar que el RVP y el RVC, hayan sido pre humedecidos antes de iniciar con el fin de homogenizar el agua decantada en el RVC, evidenciándose a través del formato RT03-F11

7.3 ETAPA 3: CALIBRAR EL CUERPO DEL RVC


Se inicia la calibración del cuerpo del RVC y para ello se realizan las siguientes actividades:

7.3.1 Calibrar el cuerpo del RVC

- Llenar el RVP con agua y desalojar las posibles burbujas.
- Medir la temperatura del líquido en el RVP, ubicando el sensor del termómetro dentro del ducto destinado para tal fin del RVP, hasta que establezca la temperatura, y registrar los datos en el formato hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos RT03-F11.
- Realizar ajuste y lectura del menisco en el RVP, hasta el trazo que indica cero (0), evitando error de paralaje y registrar los datos en el formato RT03-F11.
- Verter el contenido del RVP en el RVC, tomando el tiempo de vertido y escurrido, evitando pérdida de líquido en la transferencia y finalmente abrir y cerrar la válvula, para desalojar posibles residuos de agua y registrar los datos en el formato RT03-F11.
- Desalojar posibles burbujas del RVC, por medio de semi-giros y golpes suaves con la mano.
- Realizar lectura del menisco en el RVC evitando error de paralaje.
- Verificar si el menisco está en cero, si el menisco no está en cero, se utiliza el IP de vidrio para adicionar o sustraer ΔV y así ubicar el menisco justo frente al trazo de la escala que indica cero en el RVC, y registrar los datos en el formato RT03-F11.

Si el menisco se encuentra en cero continua con el siguiente paso.

- Medir la temperatura en el RVC, ubicando el sensor del termómetro aproximadamente en el centro del cuerpo del recipiente, y registrar los datos en el formato RT03-F11.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 5
		Página 12 de 25

- Verter el contenido del RVC en el desagüe, en un tiempo de vertido de $60 \text{ s} \pm 10 \text{ s}$, para el vertido y escurrido a partir de la interrupción del caudal y registrar los datos en el formato RT03-F11.

Nota 3: Repetir 3 veces los pasos mencionados anteriormente (desde calibración del cuerpo antes de ajuste de la escala).

Si el resultado de la calibración del RVC es $\geq (\pm 0,5 \text{ in}^3)$ o $(\pm 8,2 \text{ mL})$, realizar ajuste de escala.

7.3.2 Ajustar la escala

Se realizan los siguientes pasos:

- Retirar el precinto del RVC en caso de que este lo tenga
- Llenar el RVP con agua en condiciones de uso y desalojar las posibles burbujas.
- Realizar ajuste y lectura del menisco en el RVP, hasta el trazo que indica cero (0), evitando error de paralaje.
- Verter el contenido del RVP en el RVC, tomando el tiempo de vertido y escurrido, evitando pérdida de líquido en la transferencia, finalmente abrir y cerrar la válvula, para desalojar posibles residuos de agua.
-
- Desalojar posibles burbujas del RVC por medio de semi-giros y golpes suaves con la mano.
- Desplazar la escala del RVC para ajustarla a la capacidad del RVP.

Nota 4: Si hay ajuste de escala, se menciona en el certificado RT03-F14

7.3.3 Calibrar el cuerpo después de ajuste de la escala

- Llenar el RVP con agua en condiciones de uso y desalojar las posibles burbujas.
- Medir la temperatura del líquido en el RVP, ubicando el sensor del termómetro dentro del ducto destinado para tal fin del RVP, hasta que establezca la temperatura y registrar los datos en el formato RT03-F11.
- Realizar ajuste y lectura del menisco en el RVP, hasta el trazo que indica cero (0), evitando error de paralaje y registrar los datos en el formato RT03-F11.

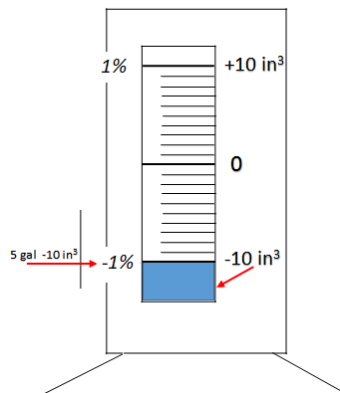
- Verter el contenido del RVP en el RVC, tomando el tiempo de vertido y escurrido, evitando pérdida de líquido en la transferencia y finalmente abrir y cerrar la válvula, para desalojar posibles residuos de agua y registrar los datos en el formato RT03-F11.
- Desalojar posibles burbujas del RVC por medio de semi-giros y golpes suaves con la mano.
- Realizar lectura del menisco en el RVC evitando error de paralaje.
- Medir la temperatura en el RVC, ubicando el sensor del termómetro aproximadamente en el centro del cuerpo y registrar los datos en el formato RT03-F11.
- Verter el contenido del RVC en el desagüe, en un tiempo de $60 \text{ s} \pm 10 \text{ s}$, para el vertido y escurrido, a partir de la interrupción del caudal y registrar los datos en el formato RT03-F11.

Nota 5:

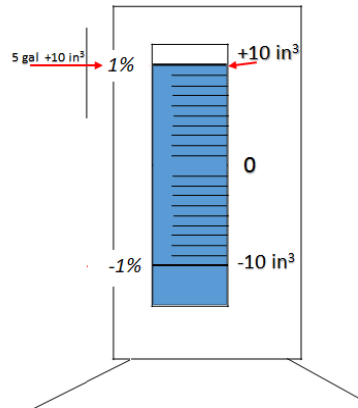
- Repetir 3 veces los pasos mencionados anteriormente.
- Desalojar burbujas en cada ciclo

7.3.4 Verificar la escala

- **Ubicar el menisco del RVC justo frente al trazo que indique 5 gal -10 in³, -163,8 mL o -1%, evitando error de paralaje.**



- **Anexar líquido con un Vsp graduado y calibrado al RVC, justo hasta el trazo que indique 5 gal +10 in³, 163,8 mL o +1%, evitando error de paralaje.**



- Realizar lectura del menisco evitando error de paralaje.

Nota 6:

- Repetir los pasos para verificar escala 3 veces.
- Precintar el RVC

Punto de control: Revisar que los datos registrados de la calibración estén totalmente registrados en el formato RT03-F11.

7.4 ETAPA 4: CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS REGISTRADOS DE LA INCERTIDUMBRE DEL RVC

Registrar los datos obtenidos de las calibraciones en el formato RT03-F11, teniendo en cuenta las siguientes actividades:

7.4.1 Calcular y analizar los datos registrados

Con base en los resultados obtenidos de las calibraciones, calcular, analizar y registrar los datos, teniendo en cuenta lo siguiente:


- Calcular el coeficiente cúbico de expansión térmico del agua, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (euramet/cg-21, numeral 3.13):

$$\beta = (-0,1176 * t^2 + 15,846 * t - 62,677) * 10^{-6}/^{\circ}C$$

Donde

$$t = \frac{t_{RS} + t_{SCM}}{2}$$

- Identificar el coeficiente cúbico de expansión térmico de los materiales según la tabla 1 del numeral 3.14 de la norma euramet/cg-21

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 5
		Página 15 de 25

- Calcular V_t teniendo en cuenta la siguiente fórmula (euramet/cg-21, numeral 5):

$$V_t = V_0 [1 - \gamma_{RS} (t_{ORS} - t_{rs}) + \beta (t_{SCM} - t_{RS}) + \gamma_{SCM} (t - t_{SCM})] + \delta V_{men} + \delta V_{rep} + \delta V_{add}$$

- Promediar los valores de V_t , teniendo en cuenta el delta Δ de volumen:

$$\bar{V}_t + (\pm \Delta V_i)$$

$$\bar{V}_t = \sum_{n=1}^n V_{t_i + (\pm \Delta V_i)}$$

- Calcular la desviación estándar, teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$s^2(V_t) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (V_{t_i + (\pm \Delta V_i)} - \bar{V}_t)^2$$

- Efectuar correcciones por temperatura

- Calcular los coeficientes de sensibilidad. Respecto al volumen de referencia del (RVP), teniendo en cuenta la siguiente fórmula (euramet/cg-21, numeral 6.3.4.):


$$\frac{\partial V_t}{\partial V_0} = [1 - \gamma_{RS} (t_{ORS} - t_{rs}) + \beta (t_{SCM} - t_{RS}) + \gamma_{SCM} (t - t_{SCM})]$$

Respecto a la temperatura del líquido en el (RVP).

$$\frac{\partial V_t}{\partial t_{RS}} = [V_0 (\gamma_{RS} - \beta)]$$

Respecto a la temperatura del líquido en el (RVC).

$$\frac{\partial V_t}{\partial t_{SCM}} = [V_0 (\beta - \gamma_{SCM})]$$

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 5
		Página 16 de 25

Respecto al coeficiente cúbico de expansión térmico del material del (RVP).

$$\frac{\partial V_t}{\partial \gamma_{RS}} = \left[-V_0 (t_{ORS} - t_{RS}) \right]$$

Respecto al coeficiente cúbico de expansión térmico del material del (RVC).

$$\frac{\partial V_t}{\partial \gamma_{SCM}} = \left[V_0 (t - t_{SCM}) \right]$$

Respecto al coeficiente cúbico de expansión térmico del agua.

$$\frac{\partial V_t}{\partial \beta} = \left[V_0 (t_{SCM} - t_{RS}) \right]$$

Respecto a la lectura del menisco:

$$\frac{\partial V_t}{\partial \delta V_{men}} = 1$$


Respecto a la repetibilidad de las mediciones:

$$\frac{\partial V_t}{\partial \delta V_{rep}} = 1$$

Respecto a los factores adicionales:

$$\frac{\partial V_t}{\partial V_{add}} = 1$$

- Calcular el presupuesto de incertidumbre tipo A:

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 5
		Página 17 de 25

$$u(\delta V_{\text{rep}}) = \frac{s(V_t)}{\sqrt{n}}$$

- Calcular la diferencia de valores de referencia entre calibraciones consecutivas:

$$u_{\text{drift}}(V_0) = \frac{\delta_{\text{drift}}(V_0)}{\sqrt{12}}$$

De donde:

$$u(V_0) = \sqrt{u^2(V_0) + u_{\text{drift}}^2(V_0)}$$

- Calcular la temperatura del agua como referencia estándar (RVP).

$$u(t_{\text{RS}}) = \sqrt{[u_{\text{cal}}^2(t_{\text{RS}}) + u_{\text{drift}}^2(t_{\text{RS}}) + u^2\Delta_t(t_{\text{RS}})]}$$

- Hallar incertidumbre combinada aplicando ley de propagación de incertidumbres, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (euramet/cg-21, numeral 6.3.5 (ecuación 24 y 25))

$$u^2(V_t) = \sum_i \left[\frac{\partial V_t}{\partial x_i} \times u(x_i) \right]^2$$

- Hallar la incertidumbre expandida, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (euramet/cg-21, numeral 6.3.8).


$$U = u(V_t) * k$$

- Calcular las incertidumbres adicionales, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (euramet/cg-21, numeral 6.3.1):

$$u\delta V_{\text{men}} + u\delta V_{\text{rep}} + u\delta V_{\text{add}}$$

Donde:

$$u(\delta V_{\text{men}}) = \frac{u_p * E}{\sqrt{3}} = A = \frac{(\pi * D)^2}{4} \quad \text{Donde } u_p = 0,005 \text{ cm (aplica para el RVP)}$$

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 5
		Página 18 de 25

$$u(\delta V_{\text{men}}) = \frac{r}{2\sqrt{3}} \text{ (Aplica para el RVC)}$$

$$u(\delta V_{\text{rep}}) = \frac{s(V_t)}{\sqrt{n}}$$

$u\delta V_{\text{add}}$: Se aplica la tabla 2 numeral 6.3.3.9 de la norma Euramet/cg-21.

7.4.2 Generar los resultados de la calibración del RVC

Generar los resultados de calibración del RVC indicados en el formato RT03-F11.

Punto de control: revisar detalladamente todos los datos obtenidos como resultado de la calibración, evidenciándose a través del formato RT03-F11.

7.5 ETAPA 5: CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS DE LA INCERTIDUMBRE DE LA ESCALA

Los datos obtenidos de la incertidumbre de la escala, se realizan las siguientes actividades:

7.5.1 Calcular y analizar los datos de la incertidumbre de la escala


Los datos se calculan y analizan teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Promedios.
- Desviación estándar.
- Coeficientes de sensibilidad.
- Presupuesto de incertidumbres
- Resultados

Para realizar este análisis se tiene en cuenta los siguientes cálculos:

- Promediar los valores del volumen suministrado por el V_{sp} mediante la siguiente fórmula:

$$\bar{V}_{\text{sp}} = \sum_{n=1}^n V_{\text{sp}i} + (\pm \Delta V_{\text{sp}i})$$

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 5
		Página 19 de 25

- Hallar la desviación estándar, teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$s^2 (V_{sp}) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (V_{spi} - \bar{V}_{sp})^2$$

- Calcular el coeficiente de sensibilidad teniendo en cuenta las siguientes fórmulas:

$$\frac{\partial D}{\partial V_{\max}} = \frac{1}{n}$$

$$\frac{\partial D}{\partial V_{\min}} = -\frac{1}{n}$$

$$\frac{\partial D}{\partial V\Delta_{\maxlect}} = \frac{1}{n}$$

$$\frac{\partial D}{\partial V\Delta_{\minlect}} = \frac{1}{n}$$

$$\frac{\partial D}{\partial VD_{\text{inhom}}} = 1$$

$$\frac{\partial D}{\partial VD_{\text{método}}} = 1$$

- Calcular el presupuesto de incertidumbre, teniendo en cuenta las siguientes fórmulas:

Por certificado

$$u_{\text{cal}}(V_{\max}) = \frac{U(V_{sp})}{k}$$

Calibración de instrumento probeta (V_{sp})

$$u(V_{\min}) = \sqrt{\left[u_{\text{cal}}^2(V_{sp}) + \frac{u_{E_{\max}-E_{\min}}^2(\text{Int} \bar{r})}{\sqrt{12}} \right]}$$

Fórmula para Interpolación adicional.

$$x = \frac{(V_{\text{maxcert}} - V_{\text{mincert}})(V_{\text{ind}} - V_{\text{indmin}}) + V_{\text{mincert}}}{V_{\text{indmax}} - V_{\text{indmin}}}$$

$$u = \left| \frac{E_{\text{max}} - E_{\text{min}}}{\sqrt{12}} \right|$$

Incertidumbre de delta por volumen máximo.

$$u = (\Delta V_{\text{max}}) = \frac{\frac{1}{2}(D)}{\sqrt{3}}$$

Incertidumbre de delta por volumen mínimo.

$$u = (\Delta V_{\text{min}}) = \frac{\frac{1}{2}(D)}{\sqrt{3}}$$

Incertidumbre de delta por volumen por Inhomogenidad.

$$u = (\Delta V_{\text{incho}}) = \frac{\left(\frac{h_{\text{max}} - h_{\text{min}}}{h_{\text{max}}} \right)}{\sqrt{12}} * D$$

Incertidumbre de delta por volumen por el método.


$$u = (\Delta V_{\text{metodo}}) = \frac{s(D_{\text{promedio}})}{\sqrt{n}}$$

Incertidumbre Combinada.

$$u_D(V_{\text{sp}}) = \sum_i \left[\frac{\partial V_{\text{sp}}}{\partial x_i} \times u(x_i) \right]^2$$

Identificar la Incertidumbre Dominante.

La cual se obtiene del mayor valor entre las Incertidumbres Tipo A y Tipo B,

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 5
		Página 21 de 25

$$Si \frac{\sqrt{\sum_i (Tipo A)^2 + (Tipo B)^2}}{u_{cal}} = \begin{cases} \leq 0.3 \\ \geq 0.3 \end{cases}$$

Si ≤ 0.3 , entonces se asume un factor k de cobertura $k= 1.65$

Si ≥ 0.3 , entonces el factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza del 95,45%

7.5.2 Generar los resultados de la verificación de la escala

Obtenidos los resultados de la verificación de la escala, se registran los datos en el formato RT03-F11

7.5.3 Identificar el recipiente volumétrico calibrado y precintarlo

El responsable de la calibración, identifica el RVC a través de una estampilla, donde se menciona fecha de calibración y número de certificado, los cuales deben coincidir con el certificado emitido, ***así mismo precinta la regilla del RVC.***

Punto de control: revisar detalladamente todos los datos obtenidos como resultado de la calibración, a través de los formatos: RT03-F11 y RT03-F14; revisar que la estampilla concuerde con la fecha y número de certificado de calibración.

7.6 ETAPA 6: ELABORAR, REVISAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Y EL RECIPIENTE VOLUMÉTRICO CALIBRADO

Para el desarrollo de la etapa, se realizan las siguientes actividades:


7.6.1 Elaborar certificado de calibración

Una vez se cuenta con todos los cálculos y los análisis respectivos, el responsable de la Dirección Técnica, elabora el certificado de calibración de recipientes volumétricos RT03-F14.

7.6.2 Enviar y revisar certificado de calibración

Después de elaborado el certificado de calibración, el responsable de la Dirección Técnica envía a través de correo electrónico al responsable del SGL o al suplente, lo siguiente:

- Hoja de cálculo de calibración de recipientes volumétricos RT03-F11

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 5
		Página 22 de 25

- Certificado de calibración de recipientes volumétricos RT03-F14
- Registro fotográfico (serie, modelo, fabricante, código interno)


El responsable del SGL y/o el suplente, revisan los certificados de calibración, teniendo en cuenta:

- Sistema de trámites (solicitud de calibración radicada, comunicaciones emitidas al usuario, comunicaciones emitidas por el usuario).
- Lista de recepción y entrega de equipos RT03-F09 y el registro fotográfico.
- Hoja de cálculo de calibración y certificado de calibración.

Revisado lo mencionado anteriormente, se registra un comentario sobre el producto no conforme identificado y en las celdas a las que haya lugar en la lista de chequeo de los certificados de calibración de balanzas RT03-F31 y se registran los datos a través del formato RT03-F28.

Así mismo se verifican los criterios definidos en la norma NTC ISO/IEC 17025, versión vigente:

- Título (ejemplo: [Certificado de calibración])
- Certificado No: Identificación única del certificado de calibración y en cada página una identificación para asegurar que la página es reconocida como parte del certificado de calibración, la identificación del certificado es LCV-XXX: LCV: L hace referencia al laboratorio, C hace referencia a Calibración y V hace referencia a la sigla del instrumento (volumen) bajo calibración.
XXX: número del certificado, consecutivo que inicia desde 001
- **Información del cliente: solicitante, dirección, ciudad del usuario que realizó la solicitud.**
- Fecha de recepción del ítem a calibrar y fecha de calibración
- Información del equipo sometido a calibración: objeto, fabricante, **número de serie, modelo, material de construcción, superficie externa, superficie interna, capacidad nominal, división de escala nominal y tipo visor.**
- Lugar y dirección de calibración: nombre y dirección del laboratorio
- Código Interno: LCV-XXX-XX, **hace referencia a: LCV**, L hace referencia al laboratorio, C hace referencia a Calibración, V hace referencia a la sigla del instrumento (volumen) bajo calibración
XXX: Número consecutivo correspondiente a la solicitud en orden de radicación.
XX: Año correspondiente en el que llega el equipo, seguido del año en que se genere.
- **Método de calibración utilizado:** Identificación del método utilizado
- **Condiciones ambientales corregidas:** temperatura, humedad relativa y presión atmosférica, durante la calibración.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 5
		Página 23 de 25


- Incertidumbre de medición
- **Trazabilidad metrológica:** describir los patrones utilizados en la calibración: instrumento, fabricante, **intervalo de medida**, No. de serie, trazabilidad.
- Resultado de la calibración: resultado de calibración (**antes de ajuste y después de ajuste**) con sus unidades de medida, temperatura de referencia, capacidad nominal, capacidad del RVC e incertidumbre $\pm u$.
- **Se ajustó la escala**
- Observaciones
- **Firma autorizada: cargo, nombre y firma de los servidores públicos que autorizan el certificado de calibración: el responsable de la Dirección técnica o su suplente son los encargados de revisar y autorizar a través de su respectiva firma para la emisión del certificado,**
- **Calibrado por: cargo, nombre y firma de los servidores públicos que realizan las calibraciones**
- Fecha de elaboración del certificado
- Fin de este documento

Si el certificado de calibración revisado no cuenta con lo anteriormente definido, se procede a:

- Sombrear la casilla en amarillo
- Realizar un comentario en la celda identificando el producto no conforme
- Devolver al responsable de la Dirección Técnica el certificado con lo anteriormente mencionados, para que realice los respectivos ajustes.

Efectuados los ajustes, se procede a:

- Finalizar el trámite a través de comunicado por sistema de trámites
- Crear carpeta con número de radicado (bloqueada), la cual debe contener:
 1. Solicitud de calibración
 2. Respuesta a solicitud de calibración
 3. Lista de chequeo: contiene el registro [lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03- F09 firmado y escaneado], incluido el registro fotográfico.
 4. Certificado de calibración: hoja de cálculo (RT03-F11) en excel bloqueada y certificado de calibración RT03-F14 bloqueado
 5. Cierre de la solicitud de calibración: comunicación radicada para entrega del certificado y de la balanza, y certificado escaneado con sus respectivas firmas.
 6. Encuesta de satisfacción

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 5
		Página 24 de 25

7.6.3 Entregar el RVC y el certificado de calibración

El responsable de la Dirección Técnica y/o suplente, entregan el certificado de calibración y el RVC, verificando el estado del mismo a través del formato RT03-F09.

7.6.4 Aplicar la encuesta de satisfacción RT03-F07

Se realizara mediante los siguientes medios: Correo electrónico, telefónicamente físicamente entre otros, trimestralmente se recopilan los datos obtenidos, por el responsable del Sistema de Gestión, el cual hace seguimiento, con el fin de medir y analizar el indicador satisfacción


Punto de control: revisar que los certificados de calibración RT03-F14, estén acordes a:

- **Solicitud de calibración, comunicaciones emitidas por y al usuario, a través del sistema de trámites**
- **Lista de recepción y entrega de equipos RT03-F09 y el registro fotográfico.**
- **Hoja de cálculo de calibración**

Como evidencia de dicha revisión se cuenta con el registro RT03-F30

8. DOCUMENTOS RELACIONADOS

RT03-F07	Encuesta de satisfacción de la prestación de los servicios de calibración
RT03-F08	Solicitud de calibración de equipos
RT03-F09	Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos
RT03-F11	Hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos
RT03-F14	Certificado de calibración de recipientes volumétricos
RT03-F17	Informe de recipientes volumétricos no aptos para calibrar
RT03-F27	Histórico de calibraciones de recipientes volumétricos
RT03-F30	Listado de chequeo y modificación de certificados de calibración de recipientes volumétricos

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 5
		Página 25 de 25

9. RESUMEN CAMBIOS RESPECTO A LA ANTERIOR VERSIÓN

1. Ajuste del objetivo
2. Eliminación e inclusión de definiciones en el numeral 3
3. Inclusión de referencias normativas al numeral 4
4. Modificación nota 3 del numeral 7.3.1
5. Se ajustó el numeral 7.3.4
6. En el numeral 7.5.1 se incluyó identificar la incertidumbre dominante
7. Se ajustó el numeral 7.6.2
8. Se incluyó al finalizar cada etapa un punto de control.

Fin documento

COPIA CONTROLADA