

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA**



**“IMPLEMENTACIÓN DE REQUISITOS PARA LA COMPETENCIA TÉCNICA  
EN PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN EN EQUIPOS DE PESAJE Y  
MASA DE REFERENCIA EN LA EMPRESA SIMSAC”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN FÍSICA**

**PRESENTADO POR  
ADRIANO GÁLVEZ VILLASECA**

**Callao, 2023**

**PERÚ**



## **INFORMACIÓN BÁSICA**

FACULTAD: Facultad de Ciencias Naturales y Matemática

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN: Unidad de investigación de la FCNM

TITULO: Implementación de los requisitos para la competencia técnica en procedimientos de calibración en equipos de pesaje y masa de referencia en la empresa SIMSAC.

ASESOR: Dr. Juvenal Tordocillo Puchuc/ CÓDIGO ORCID: 0000-0002-1493-9225/DNI: 40026575

AUTOR: Bch. Adriano Gálvez Villaseca / CODIGO ORCID:0009-0004-9284-3634/DNI: 44325480

### **LUGAR DE EJECUCIÓN**

Nombre de la empresa: SERVICIOS INDUSTRIALES Y METROLÓGICOS SAC - SIMSAC

Dirección: Jr. Santa María 339, Urb. Palao, San Martín de Porres, Lima, Lima

## HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

El presente trabajo de suficiencia profesional fue expuesto por el señor Bachiller Adriano Gálvez Villaseca ante el JURADO DE EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL conformado por los siguientes profesores ordinarios:

Dr. LOZANO BARTRA, Wualkuer Enrique	:	Presidente
Mg. VIDAL GÚZMAN, Roel Mario	:	Secretario
Mg. ALVA ZAVALA, Rolando Juan	:	Vocal
Dr. ARELLANO UBILLUZ, Pablo Godofredo	:	Suplente
Dr. TORDOCILLO PUCHUC, Juvenal	:	ASESOR

Tal como está asentado en el acta de exposición de informe de suficiencia profesional con resolución N° 024-2023-CF-FCNM de 25 de julio 2023, para optar el Título Profesional de Licenciado en Física o en Matemática en la modalidad de titulación por informe de trabajo de suficiencia profesional, de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 319-2022-R, de fecha 22 de abril de 2022.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICA  
UNIDAD DE INVESTIGACION  
(Resolución N° 024-2023-CF-FCNM)

ACTA DE EXPOSICION DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA  
OBTENCION DEL TITULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN FISICA

En el Callao, en el auditorio de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, sito en la Av. Juan Pablo II N° 306, Bellavista, a los 25 días del mes de julio del año 2023, se reunió, a fin de proceder en primer término al acto de instalación del Jurado Evaluador del II CICLO TALLER PARA TITULACION POR LA MODALIDAD DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL 2023, designado con Resolución de Consejo de Facultad N°047B-2023-CF-FCNM, conformado por los siguientes docentes:

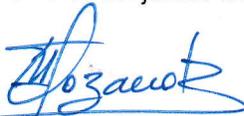
Dr. Whualkuer Enrique Lozano Bartra	Presidente
Mg. Roel Mario Vidal Guzmán	Secretario
Dr. Rolando Juan Alva Zavaleta	Vocal

Con Resolución N° 095-2023-D-FCNM, se aprobó fecha y hora del acto de exposición del trabajo de suficiencia profesional del Bachiller **GALVEZ VILLASECA, Adriano**, habiendo cumplido con los requisitos solicitados para optar el Título Profesional de Licenciado en Física y, exponer el informe titulado: **"IMPLEMENTACION DE REQUISITOS PARA LA COMPETENCIA TECNICA EN PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACION EN EQUIPOS DE PESAJE Y MASA DE REFERENCIA EN LA EMPRESA SIMSAC"**

Se dio inicio a las 20:30 horas al acto de exposición de trabajo de suficiencia profesional, cumpliendo con la exposición en acto público de manera presencial, en concordancia con la Resolución de Consejo Directivo N° 039-2020-SUNEDU-CD y a la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueban las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario"

Culminada la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado de Evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional del II CICLO TALLER PARA TITULACION POR LA MODALIDAD DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL, efectuada las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por APROBADO con la escala de calificación cualitativa **EXCELENTE** y la calificación cuantitativa **(18)**, conforme a lo dispuesto en el Artículo 27° del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado con Resolución de Consejo Universitario y su modificatoria con Resolución N° 130-2023-CU, de fecha 15 de junio 2023.

Siendo las 21:00 horas del día lunes 25 de julio del año 2023, se dio por cerrado el acto de exposición, dando fe los miembros del jurado firmantes:

  
Dr. Whualkuer Enrique Lozano Bartra  
Presidente

  
Mg. Roel Mario Vidal Guzmán  
Secretario

  
Dr. Rolando Juan Alva Zavaleta  
Vocal

  
Mg. Juvenal Tordocillo Puchuc  
Asesor



## Document Information

Analyzed document	21. INFORME - GALVEZ VILLASECA ADRIANO EPF.pdf (D172030349)
Submitted	2023-07-12 22:20:00
Submitted by	FCNM
Submitter email	investigacion.fcnm@unac.pe
Similarity	0%
Analysis address	investigacion.fcnm.unac@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

	URL: <a href="https://www.gob.mx/cenam/articulos/la-direccion-de-masa-y-densidad-participa-en-estudio-de-med...">https://www.gob.mx/cenam/articulos/la-direccion-de-masa-y-densidad-participa-en-estudio-de-med...</a> Fetched: 2023-07-12 22:21:00	 2
---	--	---

## Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA "IMPLEMENTACIÓN DE REQUISITOS PARA LA COMPETENCIA TÉCNICA EN PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN EN EQUIPOS DE PESAJE Y MASA DE REFERENCIA EN LA EMPRESA SIMSAC" TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO PRESENTADO POR ADRIANO GÁLVEZ VILLASECA Callao, 2023 PERÚ

i	DEDICATORIA A mis dos hijos Ander y Abril que son fuente de perseverancia y constancia, a mi madre y abuelas que fueron ejemplo de fortaleza. iv
	AGRADECIMIENTOS A mi familia que ha sido mi apoyo incondicional y han promovido de manera constante mi desarrollo y crecimiento profesional. A la empresa SIMSAC por permitirme crecer profesionalmente y darme la confianza de poder guiar los aspectos técnicos para la acreditación bajo la NORMA ISO 17025. Agradezco a mi asesor Juvenal Tordocillo Puchuc, por su apoyo en la elaboración y revisión del presente informe. A todas las personas que me apoyaron y motivaron a conocer el hermoso mundo de la metrología, en especial a mis compañeros de la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO. Adriano Gálvez Villaseca v
	Índice de Contenido I ASPECTOS GENERALES 7 1.1 Objetivos ..... 7 1.1.1 Objetivo general ..... 7 1.1.2 Objetivo específicos ..... 7 1.2 Organización de la empresa ..... 9 1.2.1 Datos generales de la empresa ..... 9 1.2.2 Organigrama de la empresa ..... 9 1.2.3 Reseña histórica de la empresa ..... 10 1.2.4 Política de la empresa ..... 11 1.2.5 Ubicación geográfica ..... 12 II FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL 13 2.1 Marco teórico ..... 13 2.1.1 Bases Teóricas ..... 13 2.1.1.1 Base teórica de la norma ISO/IEC 17025 ..... 13 2.1.1.2 Acreditación ..... 14 2.1.1.3 Base teórica de un instrumento de pesaje ..... 15 2.1.1.4 Definición del kilogramo ..... 19 2.1.1.5 Bases teóricas del proceso de calibración ..... 20 2.1.2 Marco conceptual ..... 23 2.1.2.1 Masa ..... 23 2.1.2.2 Pesa ..... 23 2.1.2.3 Magnitud ..... 23 vi



## **DEDICATORIA**

A mis dos hijos Ander y Abril  
que son fuente de perseverancia y  
constancia, a mi madre y abuelas  
que fueron ejemplo de fortaleza.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia que ha sido mi apoyo incondicional y han promovido de manera constante mi desarrollo y crecimiento profesional.

A la empresa SIMSAC por permitirme crecer profesionalmente y darme la confianza de poder guiar los aspectos técnicos para la acreditación bajo la NORMA ISO 17025.

Agradezco a mi asesor Juvenal Tordocillo Puchuc, por su apoyo en la elaboración y revisión del presente informe.

A todas las personas que me apoyaron y motivaron a conocer el hermoso mundo de la metrología, en especial a mis compañeros de la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO.

Adriano Gálvez Villaseca

# Índice de Contenido

<b>I</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>	<b>7</b>
1.1	Objetivos . . . . .	7
1.1.1	Objetivo general . . . . .	7
1.1.2	Objetivo específicos . . . . .	7
1.2	Organización de la empresa . . . . .	9
1.2.1	Datos generales de la empresa . . . . .	9
1.2.2	Organigrama de la empresa . . . . .	9
1.2.3	Reseña histórica de la empresa . . . . .	10
1.2.4	Política de la empresa . . . . .	11
1.2.5	Ubicación geográfica . . . . .	12
<b>II</b>	<b>FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL</b>	<b>13</b>
2.1	Marco teórico . . . . .	13
2.1.1	Bases Teóricas . . . . .	13
2.1.1.1	Base teórica de la norma ISO/IEC 17025 . . . . .	13
2.1.1.2	Acreditación . . . . .	14
2.1.1.3	Base teórica de un instrumento de pesaje . . . . .	15
2.1.1.4	Definición del kilogramo . . . . .	19
2.1.1.5	Bases teóricas del proceso de calibración . . . . .	20
2.1.2	Marco conceptual . . . . .	23
2.1.2.1	Masa . . . . .	23
2.1.2.2	Pesa . . . . .	23
2.1.2.3	Magnitud . . . . .	23

2.1.2.4	Unidad de medida . . . . .	24
2.1.2.5	Metrología . . . . .	24
2.1.2.6	Medición . . . . .	25
2.1.2.7	Procedimiento de medición . . . . .	25
2.1.2.8	Incertidumbre de medición . . . . .	26
2.1.2.9	Calibración . . . . .	28
2.1.2.10	Error de medición . . . . .	29
2.1.2.11	Patrón de medición . . . . .	30
2.1.2.12	Trazabilidad metrológica . . . . .	30
2.1.2.13	Precisión de medición . . . . .	30
2.1.2.14	Veracidad de medición . . . . .	31
2.1.2.15	Exactitud de medición . . . . .	32
2.1.2.16	NTP ISO/IEC 17025 . . . . .	32
2.1.2.17	Instrumento de pesaje de funcionamiento no automático . . . . .	33
2.2	Descripción de actividades desarrolladas . . . . .	34
2.2.1	Diagrama de Ishikawa de actividades . . . . .	34
2.2.2	Descripción de la experiencia profesional en la empresa SIMSAC . . . . .	34
<b>III</b>	<b>APORTES REALIZADOS</b>	<b>37</b>
3.1	Argumentar con evidencias el proceso de acreditación de la empresa SIMSAC	37
3.1.1	Descripción general de actividades realizadas . . . . .	37
3.1.2	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información . . . . .	39
3.1.3	Esquemas metodológicos de las actividades realizadas en base a los objetivos . . . . .	40
3.1.4	Resultado de las actividades realizadas . . . . .	41

3.1.4.1	Elaboración, revisión y desarrollo de documentos . . . . .	41
3.1.4.2	Aplicar las actividades descritas en los procedimientos internos desarrollados . . . . .	55
3.1.4.3	Validación de las plantillas de cálculo desarrolladas . . . . .	90
3.1.4.4	Verificar que se cumplen con los requisitos de la NTP ISO/IEC 17025 y que se estén ejecutando bien los procedimientos de calibración . . . . .	102
3.1.4.5	Obtención de la acreditación bajo la norma NTP ISO/IEC 17025:2017106	
<b>IV</b>	<b>DISCUSIONES Y CONCLUSIONES</b>	<b>108</b>
4.1	Discusiones . . . . .	108
4.2	Conclusiones . . . . .	110
<b>V</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>111</b>
<b>VI</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>113</b>

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b>	Requisitos técnicos de la NTP ISO/IEC 17025 . . . . .	38
<b>Tabla 2</b>	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos . . . . .	39
<b>Tabla 3</b>	Documentos externos revisados . . . . .	41
<b>Tabla 4</b>	Procedimientos e instructivos internos desarrollados . . . . .	43
<b>Tabla 5</b>	Capacitaciones realizadas . . . . .	55
<b>Tabla 6</b>	Actividades de aseguramiento de la validez . . . . .	89

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b>	Organigrama estructural de la empresa . . . . .	9
<b>Figura 2</b>	Organigrama funcional de la empresa . . . . .	10
<b>Figura 3</b>	Pólítica de SIMSAC . . . . .	11
<b>Figura 4</b>	Ubicación geográfica de la empresa . . . . .	12
<b>Figura 5</b>	Balanza egipcia y romana . . . . .	16
<b>Figura 6</b>	Balanza siglo XVIII . . . . .	16
<b>Figura 7</b>	Balanza de muelle . . . . .	17
<b>Figura 8</b>	Balanza de electrónica . . . . .	18
<b>Figura 9</b>	Balanza de alta precisión . . . . .	18
<b>Figura 10</b>	Prototipo Internacional del kilogramo . . . . .	19
<b>Figura 11</b>	Prototipo internacional del kilogramo - Esfera de monocristal de silicio .	21
<b>Figura 12</b>	Precisión, Veracidad, Exactitud . . . . .	32
<b>Figura 13</b>	Diagrama de Ishikawa . . . . .	34
<b>Figura 14</b>	Esquema de las actividades realizadas . . . . .	40
<b>Figura 15</b>	Página web de INACAL - Dirección de acreditación . . . . .	42
<b>Figura 16</b>	Página web de INACAL-DM Tienda Virtual . . . . .	42
<b>Figura 17</b>	Portada del procedimiento PR-TM-01 Autorización de personal . . . . .	44
<b>Figura 18</b>	Portada del procedimiento PR-TM-02 Instalaciones y Condiciones Ambientales . . . . .	45
<b>Figura 19</b>	Portada del procedimiento PR-TM-03 Control de Datos . . . . .	46
<b>Figura 20</b>	Portada del procedimiento PR-TM-04 Equipamiento e Instrumentos Bajo Calibración . . . . .	47
<b>Figura 21</b>	Portada del procedimiento PR-TM-05 Informe de Resultados . . . . .	48

<b>Figura 22</b>	Portada del procedimiento PR-TM-06 Aseguramiento de la Validez . . . .	49
<b>Figura 23</b>	Portada del procedimiento PR-TM-07 Servicio de Calibración . . . . .	50
<b>Figura 24</b>	Portada del procedimiento PR-TM-08 Estimación de la Incertidumbre y Calculo del CMC . . . . .	51
<b>Figura 25</b>	Portada del instructivo IT-TM-01 Caracterización de balanzas . . . . .	52
<b>Figura 26</b>	Portada del instructivo IT-TM-02 Comprobaciones Intermedias y Manten- imiento . . . . .	53
<b>Figura 27</b>	Portada del instructivo IT-TM-03 Inspección Visual de Items de Cali- bración . . . . .	54
<b>Figura 28</b>	Lista de asistencia capacitación en SI . . . . .	56
<b>Figura 29</b>	Lista de asistencia capacitación en VIM . . . . .	57
<b>Figura 30</b>	Lista de asistencia capacitación en PC-001 . . . . .	58
<b>Figura 31</b>	Lista de asistencia capacitación en PC008 . . . . .	59
<b>Figura 32</b>	Lista de asistencia capacitación en PC-011 . . . . .	60
<b>Figura 33</b>	Lista de asistencia capacitación en PR-TM-04 . . . . .	61
<b>Figura 34</b>	Lista de asistencia capacitación en PR-TM-02 . . . . .	62
<b>Figura 35</b>	Lista de asistencia capacitación en PR-TM-07 . . . . .	63
<b>Figura 36</b>	Diapositivas utilizadas en la capacitación del PC-001 . . . . .	64
<b>Figura 37</b>	Diapositivas utilizadas en la capacitación del PC-001 . . . . .	65
<b>Figura 38</b>	Diapositivas utilizadas en la capacitación del PC-001 . . . . .	66
<b>Figura 39</b>	Diapositivas utilizadas en la capacitación del PC-011 . . . . .	66
<b>Figura 40</b>	Diapositivas utilizadas en la capacitación del PC-011 . . . . .	67
<b>Figura 41</b>	Diapositivas utilizadas en la capacitación del PC-008 . . . . .	68
<b>Figura 42</b>	Diapositivas utilizadas en la capacitación del PC-008 . . . . .	69
<b>Figura 43</b>	Exámen del procedimiento PC-001 . . . . .	70

<b>Figura 44</b>	Exámen del procedimiento PC-001 . . . . .	71
<b>Figura 45</b>	Exámen del procedimiento PC-008 . . . . .	72
<b>Figura 46</b>	Exámen del procedimiento PC-008 . . . . .	73
<b>Figura 47</b>	Exámen del procedimiento PC-011 . . . . .	74
<b>Figura 48</b>	Exámen del procedimiento PC-011 . . . . .	75
<b>Figura 49</b>	Supervisión del personal de SIMSAC en el procedimiento PC-001 . . .	76
<b>Figura 50</b>	Supervisión del personal de SIMSAC en el procedimiento PC-001 . . .	77
<b>Figura 51</b>	Supervisión del personal de SIMSAC en el procedimiento PC-008 . . .	78
<b>Figura 52</b>	Supervisión del personal de SIMSAC en el procedimiento PC-008 . . .	79
<b>Figura 53</b>	Supervisión del personal de SIMSAC en el procedimiento PC-011 . . .	80
<b>Figura 54</b>	Supervisión del personal de SIMSAC en el procedimiento PC-011 . . .	81
<b>Figura 55</b>	Informe de instalaciones del laboratorio de masa de la empresa SIMSAC	83
<b>Figura 56</b>	Informe de instalaciones del laboratorio de masa de la empresa SIMSAC	84
<b>Figura 57</b>	Informe de instalaciones del laboratorio de masa de la empresa SIMSAC	85
<b>Figura 58</b>	Carta control de condiciones ambientales de la empresa SIMSAC . . .	86
<b>Figura 59</b>	Carta control de condiciones ambientales de la empresa SIMSAC . . .	87
<b>Figura 60</b>	Carta control de condiciones ambientales de la empresa SIMSAC . . .	88
<b>Figura 61</b>	Plantilla de cálculo para calibración según el PC-011 . . . . .	90
<b>Figura 62</b>	Plantilla de cálculo para calibración según el PC-001 . . . . .	91
<b>Figura 63</b>	Plantilla de cálculo para calibración según el PC-008 . . . . .	92
<b>Figura 64</b>	Informe de validación de la plantilla de cálculo PC-001 . . . . .	93
<b>Figura 65</b>	Informe de validación de la plantilla de cálculo PC-001 . . . . .	94
<b>Figura 66</b>	Informe de validación de la plantilla de cálculo PC-001 . . . . .	95
<b>Figura 67</b>	Informe de validación de la plantilla de cálculo PC-001 . . . . .	96
<b>Figura 68</b>	Informe de validación de la plantilla de cálculo PC-001 . . . . .	97

<b>Figura 69</b>	Informe de validación de la plantilla de cálculo PC-008 . . . . .	98
<b>Figura 70</b>	Informe de validación de la plantilla de cálculo PC-008 . . . . .	99
<b>Figura 71</b>	Informe de validación de la plantilla de cálculo PC-008 . . . . .	100
<b>Figura 72</b>	Informe de validación de la plantilla de cálculo PC-008 . . . . .	101
<b>Figura 73</b>	Verificación de método para el procedimiento PC-001 . . . . .	102
<b>Figura 74</b>	Verificación de método para el procedimiento PC-001 . . . . .	103
<b>Figura 75</b>	Verificación de método para el procedimiento PC-011 . . . . .	103
<b>Figura 76</b>	Verificación de método para el procedimiento PC-011 . . . . .	104
<b>Figura 77</b>	Verificación de método para el procedimiento PC-008 . . . . .	104
<b>Figura 78</b>	Verificación de método para el procedimiento PC-008 . . . . .	105
<b>Figura 79</b>	Cedula de notificación de acreditación . . . . .	106
<b>Figura 80</b>	Certificado de acreditación . . . . .	107

# INTRODUCCIÓN

La metrología tiene un carácter universal ya que prácticamente en todas las empresas y en los procesos productivos se requieren servicios metrológicos. Esto se debe, a que los productos deben cumplir con ciertas especificaciones de medidas metrológicas para garantizar su calidad. En otras palabras, las diversas industrias y empresas deben contar con equipos e instrumentos de medición para obtener medidas confiables y poder garantizar así la calidad de sus productos o servicios.

Las industrias utilizan una cantidad amplia de instrumentos que permite llevar a cabo sus investigaciones y aplicaciones. Algunos de estos instrumentos pueden ser de uso básico como: cintas métricas, balanzas, pesas, cronómetros, tacómetros hasta de uso muy complejo y de mayor precisión, como medidores láser de nivel, espectrofotómetros, etc.

En el Perú, los servicios de medición y calibración son administrados por la Dirección de Metrología (DM) del Instituto Nacional de Calidad (INACAL) que fue creada en el año 2014 con el objetivo de fortalecer la calidad del sistema productivo peruano. Para acreditar a las instituciones con diversas normas técnicas se creó la dirección de acreditación (DA) del INACAL.

SERVICIOS INDUSTRIALES Y METROLOGICOS SAC (SIMSAC), es una empresa creada y formada en el año 2017 con el objetivo de brindar principalmente servicios de calibración de diversos equipos de medida. Especialmente los equipos utilizados para las medidas de magnitudes como masa, temperatura, presión, longitud y electricidad. SIMSAC se propone obtener la acreditación bajo la NTP ISO/IEC 17025:2017 de esta manera garantiza y demuestra a sus clientes la competencia y fortaleza técnica del laboratorio en el rubro de calibración de equipos

mediante la acreditación y se obtuvo en setiembre del 2022 para 03 procedimientos de calibración de la magnitud de masa.

El presente trabajo es una compilación de las actividades realizadas por mi persona en la empresa SIMSAC para implementar los requisitos técnicos de la NTP ISO/IEC 17025:2017, para poder obtener la acreditación.

# I ASPECTOS GENERALES

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo general

Implementar los requisitos para la competencia técnica en procedimientos de calibración en equipos de pesaje y masa de referencia en la empresa SIMSAC, para equipos de alcance de hasta 1000 kg.

### 1.1.2 Objetivo específicos

- Revisar las normas y directrices que permita, cumplir los requisitos técnicos según la NTP ISO/IEC 17025:2017 del INACAL-DA.
- Analizar las normas y directrices que permita, cumplir los requisitos técnicos según la NTP ISO/IEC 17025:2017 del INACAL-DA.
- Elaborar los documentos internos para el cumplimiento de los requisitos técnicos de la NTP ISO/IEC 17025:2017 del INACAL-DA.
- Generar la evidencia adecuando los requisitos técnicos de la norma NTP ISO/IEC 17025:2017 del INACAL-DA.
- Validar de forma interna las plantillas de cálculo de error e incertidumbre en la calibración de balanzas y pesas.
- Verificar que se cumplen con los requisitos de la NTP ISO/IEC17025 y que se estén ejecutando bien los procedimientos de calibración.

- Obtener la acreditación en los procedimientos de calibración PC-001, PC-011 y pC-008, que permita demostrar la competencia técnica del laboratorio SIMSAC para brindar servicios a empresa industriales.

## 1.2 Organización de la empresa

### 1.2.1 Datos generales de la empresa

La empresa SIMSAC tiene como actividad principal el servicio de calibración de equipos de medida, los datos de empresa son:

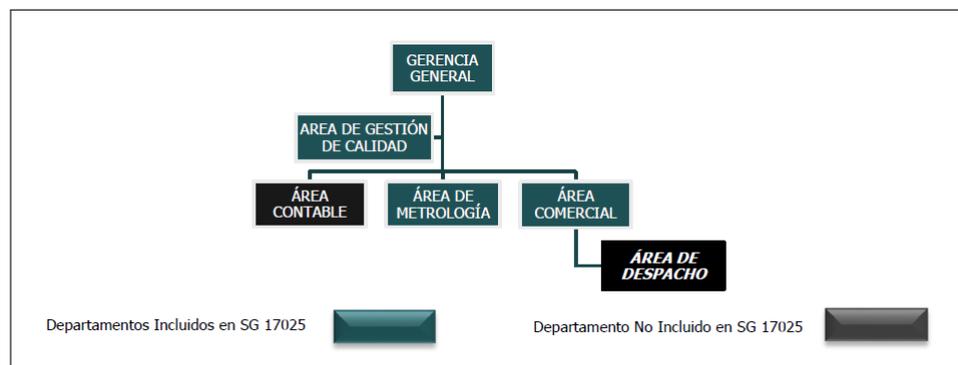
Razón Social : SERVICIOS INDUSTRIALES Y METROLÓGICOS SAC  
RUC : 20602297226  
Dirección : Jr. Santa Maria Nro. 339, Urb. Palao  
Distrito : San Martín de Porres  
Provincia : Lima  
Representate Legal : Segundo Hermógenes Araujo

### 1.2.2 Organigrama de la empresa

La empresa SIMSAC presenta una estructura organizacional de la siguiente manera:

**Figura 1**

*Organigrama estructural de la empresa*

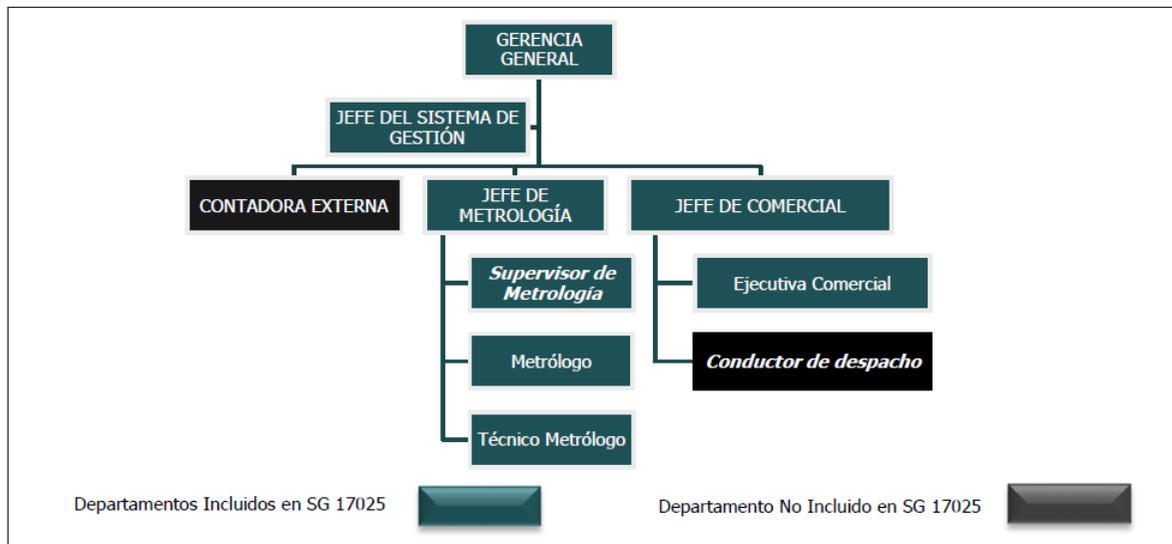


Nota: Organigrama estructural de la empresa, tomada de MA-SG-01 Manual de Calidad.

La empresa SIMSAC presenta una estructura funcional de la siguiente manera:

**Figura 2**

*Organigrama funcional de la empresa*



Nota: Organigrama funcional de la empresa, tomada de MA-SG-01 Manual de Calidad.

### 1.2.3 Reseña histórica de la empresa

SIMSAC es una empresa formada y creada en Julio del año 2017, la cual inicia sus actividades en un pequeño departamento de un área no mayor a 20 m<sup>2</sup> muy cerca a la avenida dominicos en el distrito de San Martín de Porres.

SIMSAC esta conformada por personal con muchos años experiencia en rubro de calibración de equipos, especializados en equipos de pesaje y determinación de masa.

Gracias a la experiencia y conocimiento del personal responsable es que se impulsa el objetivo de acreditar la empresa bajo la NTP ISO/IEC 17025:2017 para poder así demostrar su competencia técnica y garantizar servicios de calibración de calidad.

En los primeros años de formación la empresa respalda su crecimiento en la venta de equipos

para poco a poco implementar y adquirir los equipos patrones necesarios para diversificar la variedad de servicios de calibración en las distintas magnitudes como lo son longitud, masa, temperatura, electricidad y parámetros químicos.

SIMSAC esta conformada por un equipo de personas capacitadas y entrenadas, a las cuales les apasiona el rubro de calibración de equipos, por lo cual estan en constante busqueda de mejorar o implementar métodos para poder atender la demanda de calibración que las industrias exigen.

### 1.2.4 Política de la empresa

La política de la empresa en base de la NTP ISO/IEC 17025 se encuentra en la figura 3 .

#### Figura 3

*Política de SIMSAC*



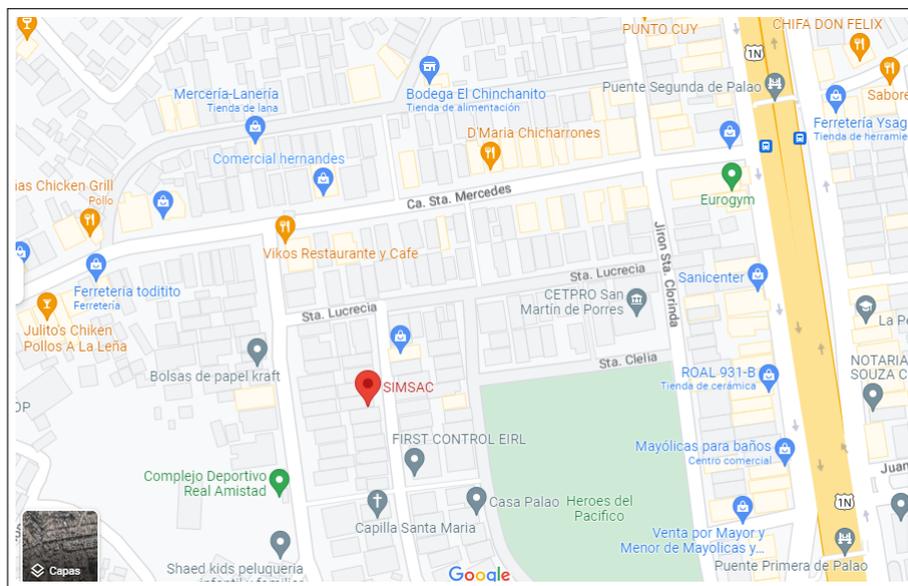
Nota: Política de la empresa SIMSAC

## 1.2.5 Ubicación geográfica

SIMSAC esta ubicada geograficamente en el departamento de Lima, en el distrito de San Martín de Porres, como se aprecia en la figura 4 .

### Figura 4

*Ubicación geográfica de la empresa*



Nota: Ubicación geográfica de la empresa SIMSAC, imagen tomada de google maps 2022.

# II FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

## 2.1 Marco teórico

### 2.1.1 Bases Teóricas

#### 2.1.1.1 Base teórica de la norma ISO/IEC 17025

La norma ISO 17025 en su versión 2017 es un documento que establece los requisitos que debe de cumplir un laboratorio que realiza calibraciones o ensayos, para demostrar la competencia en algunas de las actividades que realiza. Esta norma no es de cumplimiento obligatorio por lo cual la actividad de acreditar un laboratorio es voluntaria. Este documento presenta una gran cantidad de requisitos los cuales se pueden clasificar como:

- Requisitos relacionados a la gestión
- Requisitos relacionados a los aspectos técnicos

La norma ISO busca que el laboratorio mantenga bajo su control los diferentes aspectos que involucran sus procesos, estos aspectos son:

- Personal (Mano de obra)
- Medio ambiente
- Equipos (Maquinaria)
- Materia prima
- Método de medida

En el Perú el INSTITUTO NACIONAL DE LA CALIDAD (INACAL), a través de la Dirección de metrología (INACAL-DM) busca y promueve el desarrollo a nivel nacional de la metrología en el país.

El INACAL-DM es el responsable de custodiar y conservar los patrones de referencia nacionales, los cuales asegura la transmisión de las unidades de medida en la industria, ciencia y comercio.

El INACAL-DM es miembro de la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML), del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y está asociada a la Conferencia General de Pesas y Medidas (CIPM).

Algunos de los procedimientos de calibración fueron emitidos cuando el INACAL formaba parte del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) y hasta la fecha no han tenido actualización.

El alcance de mis funciones en SIMSAC es el de implementar los aspectos técnicos para la acreditación ante el INACAL-DA en los procedimientos de calibración siguientes:

- **PC-008:** Procedimiento para la calibración de pesas de clases de exactitud  $M_{1-2}$ ,  $M_2$ ,  $M_{2-3}$  y  $M_3$  de la Norma NMP 004:2007, Primera Edición (INACAL, 2021).
- **PC-011:** Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático de clases de exactitud I y II, Cuarta Edición (INDECOPI, 2010).
- **PC-001:** Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático de clases de exactitud III y IIII, Primera Edición (INACAL, 2019).

#### **2.1.1.2 Acreditación**

La acreditación de una entidad brinda a sus clientes confianza y seguridad en los resultados que este emite a través de un certificado o informe. Los laboratorios de ensayo o calibración

acreditados bajo la NTP ISO/IEC 17025 presentan ventaja competitiva y técnica sobre los que no están dentro del marco de acreditación.

En el Perú el INACAL-DA, es el organismo competente para la administración de las políticas y gestionar la acreditación. A través de la acreditación los organismos evaluadores de la conformidad (OEC) demuestran competencia técnica, luego de haber pasado un proceso de auditorías para demostrar que cumple con los requisitos de la normativa y directrices aplicables.

### **2.1.1.3 Base teórica de un instrumento de pesaje**

La balanza es un instrumento de medición que sirve para determinar la masa de un cuerpo, aquellos que requieren la intervención de un operador para hacer lectura del valor de masa del cuerpo, se les llama instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático, y aquellos que no requieren de un operador para la lectura del valor de la masa se les llama instrumentos de pesaje de funcionamiento automático.

La balanza es uno de los instrumentos de medida más antiguos del mundo, este surgió de la necesidad en las actividades comerciales para comparar la masa de los productos a vender. Algunas de las primeras balanzas en ser utilizadas fueron las romanas y egipcias, las cuales utilizaban el equilibrio estático para comparar las masas. Con las balanzas egipcias para determinar la masa de un objeto se colocaba en un lado de la balanza una masa de referencia con la cual se iba a comparar el objeto, si luego de un corto periodo de tiempo se alcanzaba el equilibrio se concluía que el objeto tenía la misma masa que la referencia.

Otro modelo un poco más sofisticado de básculas de equilibrio fueron las desarrolladas a mediados del siglo XVIII en Inglaterra, ya que al igual que las egipcias determinaban la masa de un objeto comparándola con una masa de referencia.

Algunas balanzas utilizan la deformación de un objeto para determinar la masa de otro, como

## Figura 5

### Balanza egipcia y romana



Nota: Referencia de balanzas romanas (izquierda) y egipcias (derecha).

## Figura 6

### Balanza siglo XVIII



Nota: Referencia de balanza desarrollada en el siglo XVIII.

lo son las balanzas con muelle. Estos equipos disponen de un resorte que debido a la ley de hooke se puede determinar la masa del objeto suspendido.

$$F = -k.x \quad (1)$$

Donde:

$F$ : Fuerza en "N".

$k$ : Constante de deformación elástica.

$x$ : Longitud de deformación del resorte.

### Figura 7

*Balanza de muelle*



Nota: Referencia de balanza de muelle.

Con la llegada de los microprocesadores a la industria las balanzas de funcionamiento mecánico, evolucionaron a balanzas de tipo electrónica, las cuales utilizan de un sensor electrónico que a través de la deformación de una galga extensiométrica manda una señal la cual es interpretada como la masa a determinar. Este tipo de balanzas comenzo a desarrollarse alrededor de los 1980.

Con el desarrollo de la tecnología y la industria electrónica se ha mejorado mucho la precisión y exactitud de los equipos de pesaje, logrando poder leer valores de hasta  $1 \mu\text{g}$ .

Las balanzas electrónicas determinan la masa de un cuerpo debido a la fuerza de la gravedad, por lo cual los resultados de una medida depende de la altura con respecto del nivel del mar y la densidad de la tierra donde se realiza la medición. Para balanzas de alta exactitud se debe considerar la fuerza del empuje del aire sobre el cuerpo del cual se quiere determinar la masa.

$$F_g = m \cdot g \quad (2)$$

**Figura 8**

*Balanza de electrónica*



Nota: Referencia de balanza de electrónica.

**Figura 9**

*Balanza de alta precisión*



Nota: Referencia micromogramera.

Donde:

$F_g$ : Fuerza en "N".

$mg$ : gravedad de la tierra.

$$F_a = V \cdot \rho_{aire} \cdot g \quad (3)$$

Donde:

$F_a$ : Fuerza de empuje "N".

$V$ : Volumen sumergido del cuerpo.

$g$ : gravedad de la tierra.

$\rho_{aire}$ : densidad del aire.

#### 2.1.1.4 Definición del kilogramo

Hasta el 2019 el sistema internacional de unidades (SI) definía el kilogramo como un prototipo internacional del kilogramo, que es un patrón materializado con incertidumbre cero, este patrón es un cilindro de platino-iridio el cual está custodiado por la oficina internacional de pesas y medida (BIPM) por sus siglas en inglés.

#### Figura 10

*Prototipo Internacional del kilogramo*



Nota: Imagen de la página web <https://www.abc.es/ciencia/abci-cambian-medidas-kilo-dejara-kilo-201811072029-noticia.html>

Los patrones nacionales se verificaban eventualmente con el patrón internacional, en estas verificaciones periódicas se observó que los patrones nacionales presentaban una deriva de su masa respecto al patrón internacional. Esta variación se atribuyó a los propios patrones

nacionales y a las copias del patrón internacional pero existía la posibilidad que incluso el mismo patrón internacional haya sufrido deriva en su masa.

Es por eso que en 1999 en la 21<sup>a</sup> conferencia internacional de pesas y medidas se solicitó a los institutos nacionales de metrología de diversos países que desarrollen experimentos para ligar la definición del kilogramo a constantes fundamentales o atómicas.

De los experimentos desarrollados por los institutos nacionales fueron dos los que reprodujeron con éxito el patrón internacional de kilogramo. El primero la balanza de Kibble, esta consiste en equilibrar la potencia eléctrica con la potencia mecánica, en este experimento se involucran los efectos cuánticos como el Hall y Josephson, también se relaciona la constante de Planck y otras variables.

El segundo experimento es el método XRCD el cual consiste en contar los átomos de una esfera fabricada en monocristal de silicio 28 ( $^{28}\text{Si}$ ) luego multiplicar el número de átomos de esta esfera por la masa individual de cada átomo. Este experimento relaciona la masa con una constante fundamental, el número de Avogadro, que está definido por el número de cantidades elementales que existe una mol de sustancia.

#### **2.1.1.5 Bases teóricas del proceso de calibración**

Las calibraciones de los instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático (balanzas no automática) y las pesas de referencia, se realizan por el método de comparación directa.

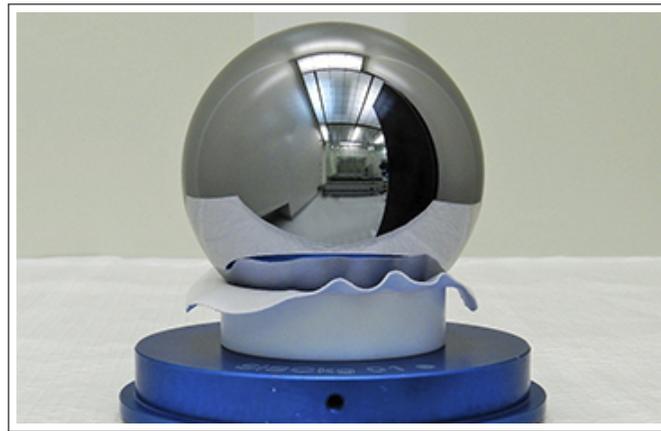
- **Calibración de instrumentos de pesaje (Balanza)**

El proceso de calibración de instrumentos de pesaje se puede realizar con dos procedimientos de según su clase de exactitud, estos procedimientos pueden ser:

- PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático de clase III y IIII", Primera edición (INACAL, 2019).

## Figura 11

*Prototipo internacional del kilogramo - Esfera de monocristal de silicio*



Nota: Imagen de la página web <https://www.gob.mx/cenam/articulos/la-direccion-de-masa-y-densidad-participa-en-estudio-de-medicion-de-la-estabilidad-de-la-masa-de-esferas-de-silicio>

- PC-011 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático de clase I y II", Cuarta edición (INDECOPI, 2010).

Para la calibración de instrumentos de pesaje se realizan típicamente tres ensayos los cuales son:

- **Ensayo de repetibilidad:** Consiste en colocar en varias ocasiones una masa de referencial sobre el equipo de pesaje, con el fin de comprobar si su indicación es constante o determinar el valor de variación.
- **Ensayo de excentricidad:** Consiste en colocar en determinados sectores de la plataforma del equipo de pesaje un valor aproximado de  $1/3$  o  $1/(n-1)$  de la capacidad del instrumento de pesaje con el fin de conocer la variación de la indicación del equipo con respecto a la distribución de la carga.
- **Ensayo de pesaje:** Consiste en colocar por lo menos 11 cargas distintas sobre el

instrumento de pesaje, con el fin de conocer los errores del equipo hasta su capacidad máxima. Para este ensayo se debe tener en cuenta que se realiza aumentando (ensayo de ascenso) el valor de la carga y luego disminuyendo (ensayo de descenso) el valor la carga, ambos para el mismo valor previamente seleccionado. También se debe tener en cuenta que una vez iniciado este ensayo, la balanza no debe de llegar a su indicación cero, hasta terminar con el ensayo de ascenso y descenso.

Las pesas de referencia o patrones de calibración requeridos para estos procedimientos es distinto y depende de la clase de las balanzas a calibrar. Para balanzas de clase I y II se debe hacer uso de pesas de las clases  $E_2$ ,  $F_1$ ,  $F_2$  y/o  $M_1$ ; mientras para balanzas de clase III y IIII se puede hacer uso de pesas con clase de exactitud  $M_{1-2}$ ,  $M_2$ ,  $M_{2-3}$  y  $M_3$

La clase de las pesas patrón a usar depende mucho de la exactitud de la balanza a calibrar, como regla general se espera que los errores máximos permitidos (EMP) de las pesas sea menor o igual a 1/3 EMP de la balanza a calibrar.

- **Calibración de pesas**

Según la NMP-004 (INDECOPI, 2007) existen 09 clases de exactitud de pesas, las cuales se presentan ordenadas de mayor a menor clase:

$$E_1, E_2, F_1, F_2, M_1, M_{1-2}, M_2, M_{2-3} \text{ y } M_3$$

Las pesas de clase  $M_{1-2}$ ,  $M_2$ ,  $M_{2-3}$  y  $M_3$  pueden ser calibradas con el procedimiento PC-008 "Procedimiento para la calibración para pesas de clase  $M_{1-2}$ ,  $M_2$ ,  $M_{2-3}$  y  $M_3$  de la NMP 004:2007".

Para la calibración de las pesas según el PC-008 se hace uso del método de comparación directa por sustitución simple (ABA), es decir, que cuando se realiza el proceso de calibración para colocar las pesas sobre la balanza es: pesa patrón, pesa a calibrar, pesa patrón.

Para la calibración también se debe cumplir que la pesa patrón utilizada debe tener un EMP menor o igual a  $1/3$  EMP de la pesa a calibrar.

Teniendo en cuenta el párrafo anterior para el procedimiento de calibración PC-008 se puede hacer uso de pesas clase  $M_1$  para calibrar pesas con  $M_{1-2}$ ,  $M_2$ ,  $M_{2-3}$  y  $M_3$ .

## **2.1.2 Marco conceptual**

A continuación se presentarán algunas definiciones básicas sobre metrología, estos términos han sido extraídos del VIM (INACAL, 2012) o de los procedimientos de calibración.

### **2.1.2.1 Masa**

Es una magnitud física que determina la cantidad de materia que tiene un cuerpo.

### **2.1.2.2 Pesa**

Medida materializada de masa, reglamentada con respecto a sus características físicas y metrológicas: forma, dimensiones, material, calidad de superficie, valor nominal, densidad, propiedades magnéticas y error máximo permisible.

### **2.1.2.3 Magnitud**

Propiedad de un fenómeno, cuerpo o sustancia, que puede expresarse cuantitativamente mediante un número y una referencia.

#### 2.1.2.4 Unidad de medida

Magnitud escalar real, definida y adoptada por convención, con la que se puede comparar cualquier otra magnitud de la misma naturaleza para expresar la razón entre ambas mediante un número.

- NOTA 1: Las unidades se expresan mediante nombres y símbolos, asignados por convención.
- NOTA 2: Las unidades de las magnitudes que tienen la misma dimensión, pueden designarse por el mismo nombre y el mismo símbolo, aunque no sean de la misma naturaleza. Por ejemplo, se emplea el nombre “joule por kelvin” y el símbolo J/K para designar a la vez una unidad de capacidad térmica y una unidad de entropía, aunque estas magnitudes no sean consideradas en general de la misma naturaleza. Sin embargo, en ciertos casos, se utilizan nombres especiales exclusivamente para magnitudes de una naturaleza específica. Por ejemplo la unidad “segundo a la potencia menos uno” (1/s) se denomina hertz (Hz) para las frecuencias y becquerel (Bq) para las actividades de radionucleidos.
- NOTA 3: Las unidades de las magnitudes de dimensión uno son números. En ciertos casos se les da nombres especiales; por ejemplo radián, estereorradián y decibel, o se expresan mediante cocientes como el milimol por mol, igual a  $10^{-3}$ , o el microgramo por kilogramo, igual a  $10^{-9}$ .
- NOTA 4: Para una magnitud dada, el nombre abreviado “unidad” se combina frecuentemente con el nombre de la magnitud, por ejemplo “unidad de masa”.

#### 2.1.2.5 Metrología

Ciencia de las mediciones y sus aplicaciones. La metrología incluye todos los aspectos teóricos

prácticos de las mediciones, cualquiera sea su incertidumbre de medición y su campo de aplicación.

#### **2.1.2.6 Medición**

Proceso que consiste en obtener experimentalmente uno o varios valores que pueden atribuirse razonablemente a una magnitud.

- NOTA 1: Las mediciones no son de aplicación a las propiedades cualitativas. La medición supone una comparación de magnitudes, e incluye el conteo de entidades.
- NOTA 2: Una medición supone una descripción de la magnitud compatible con el uso previsto de un resultado de medición, un procedimiento de medición y un sistema de medición calibrado operando conforme a un procedimiento de medición especificado, incluyendo las condiciones de medición.

#### **2.1.2.7 Procedimiento de medición**

Descripción detallada de una medición conforme a uno o más principios de medición y a un método de medición dado, basado en un modelo de medición y que incluye los cálculos necesarios para obtener un resultado de medición.

- NOTA 1: Un procedimiento de medición se documenta habitualmente con suficiente detalle para que un operador pueda realizar una medición.
- NOTA 2: Un procedimiento de medición puede incluir un enunciado referido a una incertidumbre de medición objetivo.
- NOTA 3: El procedimiento de medición a veces se denomina standard operating procedure (SOP) en inglés, o mode opératoire de mesure en francés.

### 2.1.2.8 Incertidumbre de medición

Parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza.

- NOTA 1: La incertidumbre de la medición incluye componentes procedentes de efectos sistemáticos, tales como componentes asociadas a correcciones y valores asignados a patrones así como la incertidumbre debida a la definición. Algunas veces no se corrigen los efectos sistemáticos estimados y en su lugar se tratan como componentes de incertidumbre.
- NOTA 2: El parámetro puede ser, por ejemplo, una desviación estándar, en cuyo caso se denomina incertidumbre estándar de medición (o un múltiplo de ella), o el semiancho de un intervalo con una probabilidad de cobertura determinada.
- NOTA 3: En general la incertidumbre de medición incluye numerosas componentes. Algunas pueden calcularse mediante una evaluación tipo A de la incertidumbre de la medición a partir de la distribución estadística de los valores que proceden de las series de mediciones y pueden caracterizarse por desviaciones estándar. Las otras componentes, que pueden calcularse mediante una evaluación tipo B de la incertidumbre de medición, pueden caracterizarse también por las desviaciones estándar, evaluadas a partir de funciones de densidad de probabilidad basadas en la experiencia u otra información.
- NOTA 4: En general para una información dada, se sobreentiende que la incertidumbre de medición está asociada a un valor determinado atribuido al mensurando. Por tanto, una modificación de este valor supone una modificación de la incertidumbre asociada.

En la práctica existen numerosas posibles fuentes de incertidumbre en una medición las cuales pueden ser:

1. Definición incompleta del mensurando.
2. Realización imperfecta de la definición mensurando.
3. Muestra no representativa del mensurando, la muestra analizada puede no representar el mensurando definido.
4. El poco conocimiento de los efectos de las condiciones ambientales sobre la medición.
5. Lectura limitada de los instrumentos analógicos, por parte del técnico metrólogo.
6. Valores inexactos de los patrones de medida.
7. Variación de las lecturas repetidas del mensurando en condiciones de calibración aparentemente idénticas.

La evaluación de la incertidumbre se clasifica en TIPO A y TIPO B.

### **Evaluación TIPO A**

Para un magnitud de entrada  $X_i$  estimada a partir de  $n$  mediciones repetidas e independientes la media aritmética se estima con la siguiente ecuación.

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n X_k \quad (4)$$

La varianza experimental de las observaciones viene dada por:

$$S^2(X) = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (X_k - \bar{X})^2 \quad (5)$$

La mejor estimación de la varianza de la media viene dada por:

$$S^2(\bar{X}) = \frac{S^2(X_k)}{n} \quad (6)$$

La desviación típica experimental de la media  $S(\bar{X})$  que es igual a la raíz cuadrada positiva de la varianza experimental de la media, puede ser utilizada como una medida de la incertidumbre de  $\bar{X}$ .

### **Evaluación TIPO B**

Para la evaluación TIPO B de la incertidumbre de una magnitud de entrada se utiliza información externa y es fundamentada en la experiencia y el conocimiento general siendo esto algo que se puede aprender con la práctica. Para la evaluación de la incertidumbre tipo B se suele utilizar las siguientes fuentes externas.

1. Certificados de calibración de los patrones.
2. Resultados de mediciones anteriores.
3. Recomendaciones del fabricante.
4. Incertidumbres de referencia asignadas a valores de referencia procedentes de libros y manuales.

#### **2.1.2.9 Calibración**

Operación que bajo condiciones específicas, establece en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medición asociadas, obtenidas a partir de los patrones de medición 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 medición a partir de una indicación.

- NOTA 1: Una calibración puede expresarse mediante una declaración, una función de calibración, un diagrama de calibración, una curva de calibración o una tabla de cali-

bración. En algunos casos, puede consistir en una corrección aditiva o multiplicativa de la indicación con su incertidumbre correspondiente.

- NOTA 2: Conviene no confundir la calibración con el ajuste de un sistema de medición, a menudo llamado incorrectamente "auto calibración", ni con una verificación de la calibración.
- NOTA 3: Frecuentemente se interpreta que únicamente la primera etapa de esta definición corresponde a la calibración.

#### **2.1.2.10 Error de medición**

Valor medido de una magnitud menos el valor de referencia.

- NOTA 1: El concepto de error de medición puede emplearse:
  - Cuando exista un único valor de referencia, como en el caso de realizar una calibración mediante un patrón cuyo valor medido tenga una incertidumbre de medición despreciable, o cuando se toma un valor convencional, en cuyo caso el error de medición es conocido.
  - Cuando el mensurando se supone representado por un valor verdadero único o por un conjunto de valores verdaderos, de amplitud despreciable, en cuyo caso el error de medición es desconocido.
- NOTA 2: Conviene no confundir el error de medición con un error en la producción o con un error humano.

#### **2.1.2.11 Patrón de medición**

Realización de la definición de una magnitud dada con un valor determinado y una incertidumbre de medición asociada, tomada como referencia.

#### **2.1.2.12 Trazabilidad metrológica**

Propiedad de un resultado de medición por la cual dicho resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de la medición.

- NOTA 1: En esta definición, la "referencia" puede ser la definición de una unidad de medida, mediante su realización práctica, o un procedimiento de medición que incluya la unidad de medida cuando se trate de una magnitud no ordinal, o un patrón.
- NOTA 2: La trazabilidad metrológica requiere una jerarquía de calibración establecida.
- NOTA 3: La especificación de la referencia debe incluir la fecha en la cual se utilizó dicha referencia, junto con cualquier otra información metrológica relevante sobre la referencia. Tal como la fecha en que se haya realizado la primera calibración en la jerarquía.

#### **2.1.2.13 Precisión de medición**

Grado de concordancia entre las indicaciones o los valores medidos obtenidos en mediciones repetidas de un mismo objeto, o de objetos similares, bajo condiciones especificadas.

- NOTA 1: Es habitual que la precisión de una medición se exprese numéricamente mediante medidas de dispersión tales como la desviación estándar, la varianza o el coeficiente de variación bajo las condiciones especificadas.

- NOTA 2: Las “condiciones especificadas” pueden ser, por ejemplo, condiciones de repetibilidad, condiciones de precisión intermedia, o condiciones de reproducibilidad (véase la norma ISO 5725- 3:1994).
- NOTA 3: La precisión se utiliza para definir la repetibilidad de medición, la precisión intermedia y la reproducibilidad.
- NOTA 4: Algunas veces, “precisión de medición” se utiliza, erróneamente, en lugar de “exactitud de medición”.

#### **2.1.2.14 Veracidad de medición**

Grado de concordancia entre la media de un número infinito de valores medidos repetidos y un valor de referencia.

- NOTA 1: La veracidad de medición no es una magnitud y no puede expresarse numéricamente, aunque la norma ISO 5725 especifica formas de expresar dicho grado de concordancia .
- NOTA 2: La veracidad de medición está inversamente relacionada con el error sistemático, pero no está relacionada con el error aleatorio.
- NOTA 3: No debe utilizarse el término “exactitud de medición” en lugar de “veracidad de medición” y viceversa.

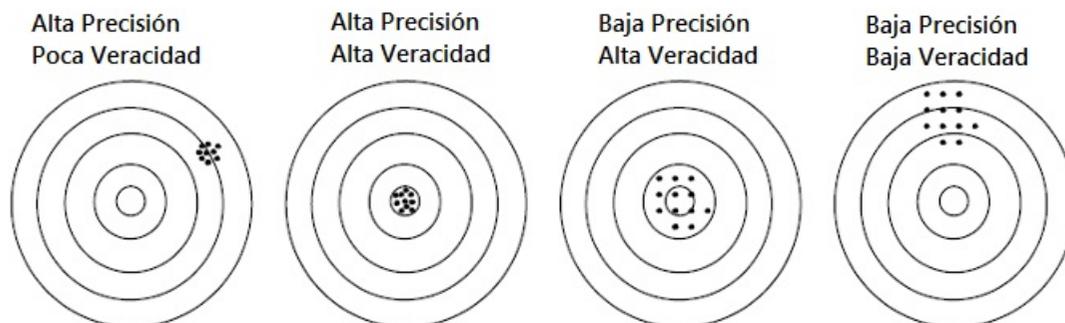
### 2.1.2.15 Exactitud de medición

Grado de concordancia entre un valor medido y un valor verdadero de un mensurando.

- NOTA 1: El concepto “exactitud de medición” no es una magnitud y no se expresa numéricamente. Se dice que una medición es más exacta cuanto más pequeño es el error de medición.
- NOTA 2: El término “exactitud de medición” no debe utilizarse en lugar de “veracidad de medición”, al igual que el término “precisión de medición” tampoco debe utilizarse en lugar de “exactitud de medición”, ya que este último término incluye ambos conceptos.
- NOTA 3: La exactitud de medición se interpreta a veces como el grado de concordancia entre los valores medidos atribuidos al mensurando.

**Figura 12**

*Precisión, Veracidad, Exactitud*



### 2.1.2.16 NTP ISO/IEC 17025

Este documento especifica los requisitos generales para la competencia, la imparcialidad y la operación coherente de los laboratorios. Este documento es aplicable a todas las organizaciones que desarrollan actividades de laboratorio, independientemente de la cantidad de

personal. Los clientes del laboratorio, las autoridades reglamentarias, las organizaciones y los esquemas utilizados en evaluación de pares, los organismos de acreditación y otros utilizan este documento para confirmar o reconocer la competencia de los laboratorios. (INACAL, 2017)

#### **2.1.2.17 Instrumento de pesaje de funcionamiento no automático**

Instrumento que requiere de un operador durante el proceso de pesaje, por ejemplo, para colocar o retirar la carga que se va a medir y también para obtener el resultado. El instrumento permite la observación directa de los resultados del pesaje, ya sea indicado o impreso; ambas posibilidades están incluidas en la palabra “indicación”. (INACAL, 2019)

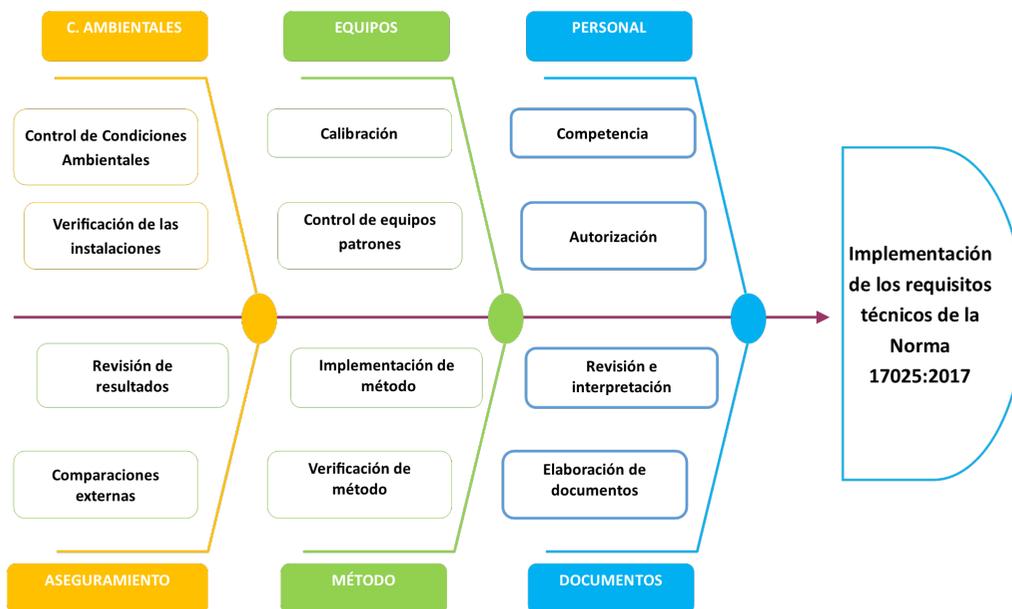
## 2.2 Descripción de actividades desarrolladas

En esta sección se describirán las actividades realizadas por mi persona para alcanzar la acreditación del laboratorio SIMSAC.

### 2.2.1 Diagrama de Ishikawa de actividades

Figura 13

Diagrama de Ishikawa



### 2.2.2 Descripción de la experiencia profesional en la empresa SIMSAC

Algunas de mis funciones como Jefe de metrología de laboratorio SIMSAC fueron:

- Dirigir el establecimiento, mejora y mantenimiento de las referencias metrológicas a cargo de su área, para asegurar las capacidades de medición de los laboratorios.

- Administrar los recursos humanos, financieros, materiales y tecnológicos asignados por la gerencia a su cargo, para dar cumplimiento a los objetivos institucionales.
- Revisar los documentos pertinentes a su área para asegurar su adecuación y cumplimiento.
- Responsable de supervisar el orden dentro de los lugares de trabajo y velar que la limpieza se ejecute después de cada labor.
- Planear y controlar las actividades para el desarrollo de las competencias técnicas de los proveedores de servicios relacionados con la metrología en el ámbito de competencia de su Dirección.
- Determinar las necesidades de formación del personal de su área y evaluar, junto con el Gerente General, los programas que contemplen la capacitación y desarrollo del personal interno y externo, para fortalecer las funciones sustantivas de su área y del capital humano en la materia dentro del país.
- Firmar los documentos técnicos relativos al ejercicio de sus funciones y aquellos que le sean señalados por la delegación de facultades, para aprobar la información contenida en los mismos.
- Supervisa y realiza seguimiento del proceso de auditoría interna de su área.
- Autoriza y evalúa la renovación de las autorizaciones al personal técnico.
- Revisa y autoriza los informes de resultados de las actividades que involucran su área.
- Verificación y validación de plantillas de cálculo.

- Responder las opiniones o interpretaciones solicitadas por los clientes de los resultados informados de su área.
- Planificar del desarrollo de un método y verificar el cumplimiento del este.
- Verificar que la empresa puede ejecutar los métodos que están acreditados por el INACAL-DA.

Parte de mis funciones dentro de la empresa fue elaborar los procedimientos internos para el cumplimiento de los requisitos técnicos mencionados en la tabla 1.

# III APORTES REALIZADOS

## 3.1 Argumentar con evidencias el proceso de acreditación de la empresa SIMSAC

El área de metrología es la responsable de cumplir con los servicios metrológicos de la empresa SIMSAC. Está área cumple con realizar los servicios de calibración en distintas magnitudes como lo son masa, presión, temperatura, longitud, electricidad y otros.

El proceso de acreditación y conforme a la demanda de servicios de la empresa, está se orientó en la magnitud de masa.

### 3.1.1 Descripción general de actividades realizadas

La NTP ISO/IEC 17025 presenta una serie de requisitos en su extensión, estos requisitos generalmente se clasifican como requisitos de gestión y requisitos técnicos. Para la acreditación del laboratorio SIMSAC, mi persona implemento los siguientes requisitos:

A continuación se describen de manera general las actividades realizadas para el cumplimiento de los requisitos de la NTP ISO/IEC 17025:2017. Las actividades descritas no necesariamente fueron desarrolladas en ese orden.

- a. Revisión de los requisitos de la NTP ISO/IEC 17025:2017.
- b. Revisión de los requisitos de la directriz DA-acr-06D.
- c. Revisión de los requisitos de la directriz DA-acr-09D.
- d. Revisión de los requisitos de la directriz DA-acr-12D.
- e. Revisión de los requisitos de la directriz DA-acr-02D.
- f. Revisión de los procedimientos de calibración PC-001, PC-0011 y PC-008.

**Tabla 1**

*Requisitos técnicos de la NTP ISO/IEC 17025*

<b>Requisito</b>	<b>Descripción</b>
6.	Requisitos relativos a los recursos
6.2	Personal
6.3	Instalaciones y condiciones ambientales
6.4	Equipamiento
6.5	Trazabilidad metrológica
7.	Requisitos relativos al proceso
7.2	Selección, verificación y validación de métodos
7.4	Manipulación de items de ensayo o calibración
7.5	Registros Técnicos
7.6	Evaluación de la incertidumbre
7.7	Aseguramiento de la validez de los resultados
7.8	Informe de resultados
7.11	Control de datos y gestión de la información

- g. Revisión del Vocabulario internacional de metrología (VIM).
- h. Revisión de la guía GUM.
- i. Revisión de la NMP-004.
- j. Revisión de la NMP-003.
- k. Elaboración de los procedimientos internos.
- l. Elaboración de los formatos internos.
- m. Aplicación de las actividades descritas en los procedimientos internos con evidencia trazable.
- n. Capacitar, entrenar, supervisar y evaluar al personal
- o. Calibrar los equipos patrones de masa, y realizar la caracterización de balanzas.

p. Elaborar y validar las plantillas de cálculo.

q. Recolectar datos para la capacidad de medida de calibración (cmc).

r. Elaborar la CMC del laboratorio SIMSAC.

### 3.1.2 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

Se hizo uso de las siguientes técnicas e instrumentos para la recolección de datos:

**Tabla 2**

*Técnicas e instrumentos para la recolección de datos*

<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Equipo</b>
Análisis documentario	Revisión de la norma ISO/IEC 17025:2017, procedimientos de calibración, directrices del inacal	Computadora, impresora
Capacitación al personal	Lista de asistencia, diapositivas del: procedimiento de calibración, vocabulario internacional, unidades de medida	Computadora, lapiceros, formatos, impresora
Evaluación de la capacitación	Exámenes escritos de las diferentes capacitaciones brindadas	Lapiceros, formatos
Supervisión de personal	Guía de observación del proceso de calibración	Lapicero, pesas patrón, balanza, formato, impresora
Comparación estadística entre metrologos	Pruebas estadísticas inferenciales: t-student, prueba de shapiro-wilk, Fisher, ANOVA, Levene, Kruskall-Wallis	Computadora, software R comander, registros
Verificación de requisitos técnicos	Guía para corroborar que se cumplen con los requisitos técnicos de la norma ISO/IEC 17025:2017	Computadora, formato

### 3.1.3 Esquemas metodológicos de las actividades realizadas en base a los objetivos

A continuación se presenta un esquema que resume las actividades descritas en la sección 3.1.1 de forma más detallada.

**Figura 14**

*Esquema de las actividades realizadas*



Nota: Fuente Propia.

### 3.1.4 Resultado de las actividades realizadas

#### 3.1.4.1 Elaboración, revisión y desarrollo de documentos

##### Metodología para el objetivo específico:

En la tabla 3 se hace mención a los documentos revisados y analizados para poder elaborar posteriormente los documentos internos de la empresa SIMSAC.

**Tabla 3**

*Documentos externos revisados*

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>
NTP ISO/IEC 17025	Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración
DA-acr-06D	Directriz para la acreditación de ensayo y calibración
DA-acr-09D	Directriz para la evaluación de la incertidumbre de la medición
DA-acr-12D	Criterios para la trazabilidad de las mediciones
DA-acr-03D	Capacidad de métodos de ensayos y procedimientos de calibración para laboratorios de ensayo y calibración
DA-acr-13D	Directriz para los ensayos de aptitud
NMP-003	Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático.
NMP-004	Pesas de las clases $E_1, E_2, F_1, F_2, M_1, M_{1-2}, M_2, M_{2-3}, M_3$
PC-001	Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII
PC-011	Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII
PC-008	Procedimiento para la calibración de pesas de clases de exactitud $M_{1-2}, M_2, M_{2-3}, M_3$ de la NMP-004:2007
VIM	Vocabulario internacional de metrología
GUM	Guía para la estimación y la expresión de incertidumbre de medición.

La gran parte de los documentos mencionados en la tabla 1 se encuentran en la página web del INACAL-DA y son de acceso libre, con excepción de los procedimientos de calibración o normas metrológicas peruanas. En la siguiente figura se muestra la presentación de la página

web del INACAL para acceso a esta información en mención:

**Figura 15**

*Página web de INACAL - Dirección de acreditación*



Nota:Imagen de la página web <https://www.inacal.gob.pe/acreditacion>.

Otros documentos como los procedimientos de calibración, no tienen acceso libre por lo cual deben ser comprados en la página web del INACAL-DM.

**Figura 16**

*Página web de INACAL-DM Tienda Virtual*

**Procedimientos de calibración**

INACAL CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN LISTADO DE PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN

CODIGO	TITULO	PRECIO FISICO (INCLUYE IGV)	PRECIO DIGITAL (INCLUYE IGV)
PC-001	Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y III1, 2019 (Ejemplar a la PC-001-2009)	S/ 38.02	S/ 23.03
PC-003	Medidores Volumétricos Líquidos (método volumétrico) 1 ed. 2009	S/ 38.02	S/ 23.03
PC-004	Procedimiento para la calibración de instrumentos de medición de presión relativos con clase de exactitud igual o mayor a 0.05 (P.E. 2019, 2 ed. (Ejemplar a la PC-004)	S/ 38.02	S/ 23.03
PC-006	Integrantes 2 ed. 2009	S/ 38.02	S/ 23.03
PC-008	Procedimiento para la calibración de pesas de clases de exactitud m1, 2, m3, m2, 3 y m3 de la ISO 900 004-2007 1ed. 2007	S/ 38.02	S/ 23.03
PC-009	Equipamiento de Líquidos Volúmenes 1 ed. 2019	S/ 38.02	S/ 23.03
PC-010	Medidores de Energía eléctrica activos estacionarios de clase 1 y 2, y medidores o submedidores clase 3, 1 ed. 2016	S/ 38.02	S/ 23.03
PC-011	Balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II, 4 ed. 2010	S/ 38.02	S/ 23.03
PC-012	Pes de Rayn 5 ed. 2011	S/ 38.02	S/ 23.03
PC-013	Medidores de Integridad 1 ed. 2009	S/ 38.02	S/ 23.03
PC-014	Procedimiento para la calibración de computadores utilizando Hoque-pines de longitud, 1 ed. 2019- Ejemplar a la PC-014 del año 2009	S/ 38.02	S/ 23.03
PC-015	Procedimiento de calibración para Material volumétrico de vidrio 1 ed. 2011	S/ 38.02	S/ 23.03
PC-016	Procedimiento para la calibración de pesas de precisión 2 ed. 2011	S/ 38.02	S/ 23.03
PC-017	Procedimiento para la calibración de termómetros Digitales 2 ed. 2012	S/ 38.02	S/ 23.03
PC-018	Procedimiento para la calibración de medidores contados con sensores acústicos inductivos 1 ed. 2009 (Ejemplar a la PC-005 PC-007)	S/ 38.02	S/ 23.03

Nota:Imagen de la página web <https://tiendavirtual.inacal.gob.pe>.

**Metodología para el objetivo específico:**

Elaborar los documentos internos para cumplir con los requisitos técnicos de la NTP ISO/IEC 17025:2017.

Con la revisión e interpretación de los documentos externos se desarrollaron los procedimientos internos del laboratorio SIMSAC para cumplir con los requisitos de la NTP ISO 17025. En la tabla 4 se indican los procedimientos internos desarrollados.

**Tabla 4**

*Procedimientos e instructivos internos desarrollados*

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Requisito NTP ISO 17025</b>
PR-TM-01	Autorización de personal técnico	6.2
PR-TM-02	Instalaciones y Condiciones Ambientales	6.3
PR-TM-03	Control de datos	7.11
PR-TM-04	Equipamiento e Instrumentos Bajo Calibración	6.4 y 7.4
PR-TM-05	Informe de resultados	7.8
PR-TM-06	Aseguramiento de la Validez	7.7
PR-TM-07	Servicio de Calibración	7
PR-TM-08	Estimación de la Incertidumbre y Calculo del CMC	7.8

A continuación se presentan algunas de las portadas de los procedimientos desarrollados.

**Figura 17**

*Portada del procedimiento PR-TM-01 Autorización de personal*



Nota: Portada del procedimiento PR-TM-01 documento interno de SIMSAC

**Figura 18**

*Portada del procedimiento PR-TM-02 Instalaciones y Condiciones Ambientales*



Nota: Portada del procedimiento PR-TM-02 documento interno de SIMSAC.

**Figura 19**

*Portada del procedimiento PR-TM-03 Control de Datos*



Nota: Portada del procedimiento PR-TM-03 documento interno de SIMSAC.

**Figura 20**

*Portada del procedimiento PR-TM-04 Equipamiento e Instrumentos Bajo Calibración*



Nota: Portada del procedimiento PR-TM-04 documento interno de SIMSAC.

**Figura 21**

*Portada del procedimiento PR-TM-05 Informe de Resultados*



Nota: Portada del procedimiento PR-TM-05 documento interno de SIMSAC

**Figura 22**

*Portada del procedimiento PR-TM-06 Aseguramiento de la Validez*



Nota: Portada del procedimiento PR-TM-06 documento interno de SIMSAC

**Figura 23**

*Portada del procedimiento PR-TM-07 Servicio de Calibración*



Nota: Portada del procedimiento PR-TM-07 documento interno de SIMSAC

**Figura 24**

*Portada del procedimiento PR-TM-08 Estimación de la Incertidumbre y Calculo del CMC*



Nota: Portada del procedimiento PR-TM-08 documento interno de SIMSAC.

**Figura 25**

*Portada del instructivo IT-TM-01 Caracterización de balanzas*



Nota: Portada del instructivo IT-TM-01 documento interno de SIMSAC.

**Figura 26**

*Portada del instructivo IT-TM-02 Comprobaciones Intermedias y Mantenimiento*



Nota: Portada del instructivo IT-TM-02 documento interno de SIMSAC.

**Figura 27**

*Portada del instructivo IT-TM-03 Inspección Visual de Items de Calibración*



Nota: en este instructivo se describen los aspectos a revisar cuando se receptiona un ítem de calibración.

### 3.1.4.2 Aplicar las actividades descritas en los procedimientos internos desarrollados

Desarrollados los procedimientos internos de SIMSAC, fue necesario poner en práctica las actividades descritas en ellos para poder generar la evidencia requerida como parte de la implementación y cumplimiento de los requisitos de la NTP ISO/IEC 17025 y documentar la competencia técnica de la empresa.

- **Actividades desarrolladas del procedimiento interno PR-TM-01 Autorización de personal técnico**

El procedimiento interno esta enfocado en indicar las actividades que realiza la empresa SIMSAC para poder autorizar al personal que revisa y autoriza los certificados de calibración, supervisa al personal técnico y realiza las actividades de calibración.

- Capacitación de personal

Se realizó la capacitación y evaluación de la eficacia de la capacitación a través de un exámen:

**Tabla 5**

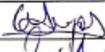
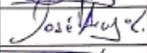
*Capacitaciones realizadas*

<b>Código</b>	<b>Tema</b>
PR-TM-02	Instalaciones y Condiciones Ambientales
PR-TM-04	Equipamiento e Instrumentos Bajo Calibración
PR-TM-07	Servicio de Calibración
PC-001	Procedimiento de calibración para balanzas clase III y IIII
PC-011	Procedimiento de calibración para balanzas clase I y II
PC-008	Procedimiento de calibración para pesas $M_{1-2}$ , $M_2$ , $M_3$
VIM	Vocabulario Internacional de Metrología
SI	Sistema Internacional de Unidades

Se muestran los registros de asistencia, diapositivas y exámenes de las actividad de capacitación.

**Figura 28**

Lista de asistencia capacitación en SI

		<b>REGISTRO DE ASISTENCIA</b>		Página 1 de 1 <b>FO-SG-23</b>	
<b>Tema</b> Sistema Interseccional de unidades.					
<b>Capacitador</b> Adriano Galvez		<b>Firma</b> 			
<b>Cargo</b> Jefe de Metrologia					
<b>Fecha</b> 2021-04-15		<b>Horas Dictadas</b>		2H	
<b>Actividad por realizar</b> <input type="radio"/> Charla <input type="radio"/> Inducción <input checked="" type="radio"/> Capacitación <input type="radio"/> Reunión <input type="radio"/> Entrenamiento					
N°	Nombre	N° DNI	Área	Interno/Externo	Firma
01	Alan Wil Arango Campos	6443149	Metrologia	Interno	
02	Arango Ruiz, Josselin	73775717	Metrologia	Interno	
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
<b>OBSERVACIONES:</b>					
_____ _____ _____ _____					
Enero-2021 Versión 01					

**Figura 29**

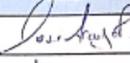
Lista de asistencia capacitación en VIM

	<b>REGISTRO DE ASISTENCIA</b>	Página 1 de 1 <b>FO-SG-23</b>
---	-------------------------------	----------------------------------

<b>Tema</b>	Definiciones Básicas - VIH		
<b>Capacitador</b>	Adriano Gálvez	<b>Firma</b> 	
<b>Cargo</b>	Jefe de Metodología		
<b>Fecha</b>	2021-04-16	<b>Horas Dictadas</b>	24
<b>Actividad por realizar</b>	<input type="radio"/> Charla <input type="radio"/> Inducción <input checked="" type="radio"/> Capacitación <input type="radio"/> Reunión <input type="radio"/> Entrenamiento		

N°	Nombre	N° DNI	Área	Interno/ Externo	Firma
01	Araujo Ruiz, José Luis	73775917	Metodología	Interno	
02	Alan Wil Araujo Campen	44431477	Metodología	Interno	
03	<del> </del>				
04	<del> </del>				
05	<del> </del>				
06	<del> </del>				
07	<del> </del>				
08	<del> </del>				
09	<del> </del>				
10	<del> </del>				
11	<del> </del>				
12	<del> </del>				
13	<del> </del>				
14	<del> </del>				
15	<del> </del>				
16	<del> </del>				

**OBSERVACIONES:**

---



---



---



---



---

**Figura 30**

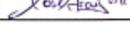
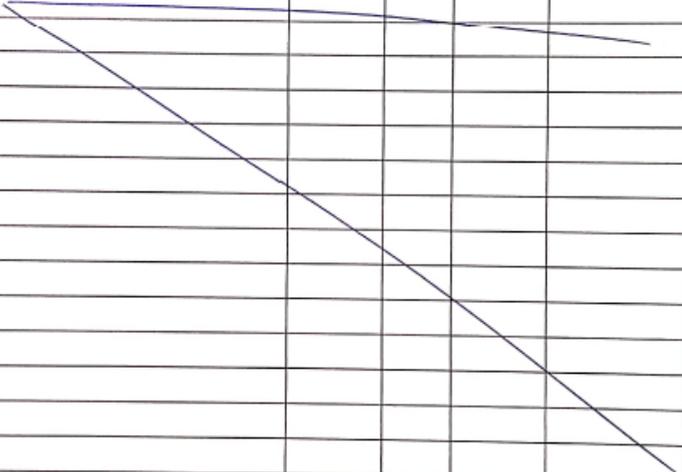
Lista de asistencia capacitación en PC-001

		<b>REGISTRO DE ASISTENCIA</b>		Página 1 de 1	
				<b>FO-SG-23</b>	

<b>Tema</b>	PC-001: Proc. para la calibración de instr. de ajuste de func. no automática clase III <sup>mi</sup>				
<b>Capacitador</b>	Adriano Estay	<b>Firma</b>			
<b>Cargo</b>	Dir. de Neurología				
<b>Fecha</b>	2021-01-18	<b>Horas Dictadas</b>		2 H.	
<b>Actividad por realizar</b>	<input type="radio"/> Charla <input type="radio"/> Inducción <input checked="" type="radio"/> Capacitación <input type="radio"/> Reunión <input type="radio"/> Entrenamiento				

N°	Nombre	N° DNI	Área	Interno/Externo	Firma
01	Alan Ariel Arcejo Campa	44434472	Neurología	Interno	
02	Arango Ruiz, José Luis	73775717	Neurología	Interno	
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

**OBSERVACIONES:**

---



---



---



---



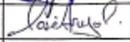
---

Enero-2021  
Versión 01

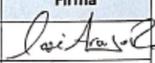
**Figura 31**

Lista de asistencia capacitación en PC008

		<b>REGISTRO DE ASISTENCIA</b>		Página 1 de 1 <b>FO-SG-23</b>	
<b>Tema</b>		PC-008 : Proc. para calibración de pesos de Pothago clase M2, M2-3, M3			
<b>Capitador</b>		Adriano Gómez		<b>Firma</b>	
<b>Cargo</b>		Jefe de Metrología			
<b>Fecha</b>		2021-01-05		<b>Horas Dictadas</b>	
<b>Actividad por realizar</b>		<input type="radio"/> Charla <input type="radio"/> Inducción <input checked="" type="radio"/> Capacitación <input type="radio"/> Reunión <input type="radio"/> Entrenamiento			
<b>N°</b>	<b>Nombre</b>	<b>N° DNI</b>	<b>Área</b>	<b>Interno/ Externo</b>	<b>Firma</b>
01	Arayo Campos, Alan Uiel	44421444	Metrología	Interno	
02	Arayo Ruiz, José Luis	75775777	Metrología	Interno	
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
<b>OBSERVACIONES:</b>					
<hr/>					
Enero-2021 Versión 01					

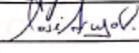
**Figura 32**

Lista de asistencia capacitación en PC-011

	<b>REGISTRO DE ASISTENCIA</b>	Página 1 de 1 <b>FO-SG-23</b>			
<b>Tema</b>	PC-011 Proc. de calibración de Balanzas clase 1 y 11				
<b>Capitador</b>	Adriano Galun	<b>Firma</b> 			
<b>Cargo</b>	Jefe de Laboratorio				
<b>Fecha</b>	2021-01-30	<b>Horas Dictadas</b>			
<b>Actividad por realizar</b>	<input type="radio"/> Charla <input type="radio"/> Inducción <input checked="" type="radio"/> Capacitación <input type="radio"/> Reunión <input type="radio"/> Entrenamiento				
N°	Nombre	N° DNI	Área	Interno/ Externo	Firma
01	Araujo Luis, José Luis	73745717	Metrológia	Interno	
02	Araujo Casuya, Abelardo	44231420	Metrológia	Interno	
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
<b>SUGERENCIAS:</b>					
_____					
_____					
_____					
_____					
_____					
_____					
Enero-2021 Versión 01					

**Figura 33**

Lista de asistencia capacitación en PR-TM-04

	<b>REGISTRO DE ASISTENCIA</b>	Página 1 de 1 <b>FO-SG-23</b>			
<b>Tema</b>	PR-TM-04 "Equipamiento e instrumentos bajo calibración"				
<b>Capitador</b>	Adriano Gallego	<b>Firma</b>			
<b>Cargo</b>	Jefe de Metrología.				
<b>Fecha</b>	2021-06-03.	<b>Horas Dictadas</b>	1h: 30 min.		
<b>Actividad por realizar</b>	<input type="radio"/> Charla <input checked="" type="radio"/> Inducción <input type="radio"/> Capacitación <input type="radio"/> Reunión <input type="radio"/> Entrenamiento				
N°	Nombre	N° DNI	Área	Interno/ Externo	Firma
01	Alan Wil Arango Campa	74431479	Metrología	Interno	
02	Araujo Ruiz, José Luis	73795717	Metrología	Interno	
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
<b>OBSERVACIONES:</b>					

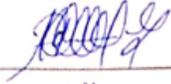
Enero-2021  
Versión 01

**Figura 34**

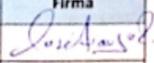
Lista de asistencia capacitación en PR-TM-02

	<b>REGISTRO DE ASISTENCIA</b>	Página 1 de 1 <b>FO-SG-23</b>
---	-------------------------------	----------------------------------

<b>Tema</b>	PR-TM-02 "instalaciones y condiciones Ambientales"		
<b>Capitador</b>	Adriano Galvis	<b>Firma</b>	
<b>Cargo</b>	Jefe de Meteorología		
<b>Fecha</b>	2021-06-03	<b>Horas Dictadas</b>	1 H
<b>Actividad por realizar</b>	<input type="radio"/> Charla <input checked="" type="radio"/> Inducción <input type="radio"/> Capacitación <input type="radio"/> Reunión <input type="radio"/> Entrenamiento		

N°	Nombre	N° DNI	Área	Interno/Externo	Firma
01	Arango Ruiz, Ines Luis	43715717	Meteorología	Interno	
02	Alan Wil Arango Campos	77411477	Meteorología	Interno	
03	<hr style="border: 1px solid black;"/>				
04	<hr style="border: 1px solid black;"/>				
05	<hr style="border: 1px solid black;"/>				
06	<hr style="border: 1px solid black;"/>				
07	<hr style="border: 1px solid black;"/>				
08	<hr style="border: 1px solid black;"/>				
09	<hr style="border: 1px solid black;"/>				
10	<hr style="border: 1px solid black;"/>				
11	<hr style="border: 1px solid black;"/>				
12	<hr style="border: 1px solid black;"/>				
13	<hr style="border: 1px solid black;"/>				
14	<hr style="border: 1px solid black;"/>				
15	<hr style="border: 1px solid black;"/>				
16	<hr style="border: 1px solid black;"/>				

**OBSERVACIONES:**

FO-TM-03 Control de condiciones Ambientales.  
 M6V  
 2021-06-03.

Enero-2021  
 Versión 01

**Figura 35**

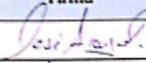
Lista de asistencia capacitación en PR-TM-07

	<b>REGISTRO DE ASISTENCIA</b>	Página 1 de 1 <b>FO-SG-23</b>
---	-------------------------------	----------------------------------

<b>Tema</b>	PR-TM-07 Servicio de calibración		
<b>Capitador</b>	Adriano Celis	<b>Firma</b>	
<b>Cargo</b>	Jefe de Metrología		
<b>Fecha</b>	2021-06-16	<b>Horas Dictadas</b>	1 H
<b>Actividad por realizar</b>	<input type="radio"/> Charla <input checked="" type="radio"/> Inducción <input type="radio"/> Capacitación <input type="radio"/> Reunión <input type="radio"/> Entrenamiento		

N°	Nombre	N° DNI	Área	Interno/ Externo	Firma
01	Araujo Ruiz, José Luis	75775717	Metrología	Externo	
02	Alon Uld Araujo Campa	4445144	Metrología	Interno	
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

**OBSERVACIONES:**

- FO-TM-16 Etiqueta de calibración
- Registros de calibración
- FO-TM-15 Autorización de Equipos Adicionales.
- FO-TM-14 Conformidad del servicio de calibración

**Figura 36**

*Diapositivas utilizadas en la capacitación del PC-001*

**CALIBRACIÓN DE BALANZAS**

PC-001 "PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN INSTRUMENTOS DE PUNTA DE FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO CLASE B1 Y B2" - 2019

Autor: María Victoria Ruiz, Claudia Pérez

**DEFINICIONES**

**CAPACIDAD MÁXIMA (MAX):** Capacidad máxima de peso sin tener en cuenta la capacidad de sus celdas.

**CAPACIDAD MÍNIMA (MIN):** Masa de la carga por debajo del cual los resultados del peso pueden estar sujetos a un error relativo excesivo.

**VALOR DE DIVISIÓN REAL DE LA ESCALA (D):** Valor expresado en unidades de masa que diferencia entre los valores correspondientes a dos lecturas consecutivas de la escala, para la indicación analógica.

**Diferencia entre dos lecturas consecutivas divididas, para la indicación digital.**

**VALOR DE DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN DE LA ESCALA (V):** Valor expresado en unidades de masa, utilizado para la calibración y la verificación de un instrumento.

**Nota:** Cuando no se indique el valor de  $V$  en el instrumento de medida se deberá considerar el número de valores de división de verificación de la escala ( $N$ ). Cada  $V$  divide la capacidad máxima y el valor de división de verificación de la escala.

Autor: María Victoria Ruiz, Claudia Pérez

**INSTRUMENTO DE PUNTA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO:** Instrumento que requiere la intervención de un operador durante el proceso de pesaje para dar el resultado de pesaje deseado.

**PUNTA:** Medida inherente de la masa con respecto a sus características físicas y metrológicas.

**MAZA:** Magnitud física que determina la cantidad de materia que tiene un cuerpo.

**OPERACIONES PREVIAS**

Temperatura ambiente:  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Diferencia menor  $5^{\circ}\text{C}$ )

Humedad relativa: que no se produzca condensación

**Limpieza de balanza y pesa**

Autor: María Victoria Ruiz, Claudia Pérez

**Nivelación de la Balanza**

**Estabilidad Térmica**

Autor: María Victoria Ruiz, Claudia Pérez

**Registrar Datos**

Masa, Volumen, Área, Circunferencia, Sin. externo, Procedimiento, en: Carga de prueba de repetibilidad, capacidad, carga y masa cuando se usen de registrarse y almacenar.

**Precarga a una capacidad máxima**

Autor: María Victoria Ruiz, Claudia Pérez

**PASOS DE LA CALIBRACIÓN**

**Encayo de Repetibilidad**

Muestra de un intervalo (Cap. Máxima = 120 kg / 0,01 kg)

1 <sup>o</sup> Encayo		2 <sup>o</sup> Encayo	
Carga	kg	Carga	kg
50 kg	0	120 kg	0,010
60,00	0,006	120,00	0,012
60,00	0,007	120,00	0,011
60,00	0,011	120,00	0,008
60,00	0,012	120,00	0,009
60,00	0,008	120,00	0,007
60,00	0,006	120,00	0,006
60,00	0,007	120,00	0,005
60,00	0,012	120,00	0,008

Autor: María Victoria Ruiz, Claudia Pérez

Muestra de dos intervalos (Cap. Máxima = 40 kg / 0,005 kg; 120 kg/0,02)

1 <sup>o</sup> Intervalo		2 <sup>o</sup> Intervalo	
Carga	kg	Carga	kg
40 kg	0,0045	120,00	0,015
40,00	0,0025	120,00	0,025
40,00	0,0035	120,00	0,035
40,00	0,0020	120,00	0,025
40,00	0,0025	120,00	0,040
40,00	0,0035	120,00	0,025
40,00	0,0025	120,00	0,035
40,00	0,0020	120,00	0,045
40,00	0,0015	120,00	0,035
40,00	0,0030	120,00	0,025

Autor: María Victoria Ruiz, Claudia Pérez

Muestra de 3 intervalos (Cap. Máxima = 60 kg / 0,01 kg; 120 kg / 0,02 kg; 180 kg / 0,1 kg)

1 <sup>o</sup> Intervalo		2 <sup>o</sup> Intervalo		3 <sup>o</sup> Intervalo	
Carga	kg	Carga	kg	Carga	kg
60 kg	0	120 kg	0	180 kg	0
60,00	0,005	120,00	0,015	180,00	0,06
60,00	0,006	120,00	0,025	180,00	0,07
60,00	0,007	120,00	0,035	180,00	0,04
60,00	0,011	120,00	0,025	180,00	0,05
60,00	0,012	120,00	0,040	180,00	0,05
60,00	0,008	120,00	0,025	180,00	0,04
60,00	0,006	120,00	0,035	180,00	0,06
60,00	0,007	120,00	0,045	180,00	0,05
60,00	0,005	120,00	0,025	180,00	0,04
60,00	0,012	120,00	0,025	180,00	0,06

Autor: María Victoria Ruiz, Claudia Pérez

**Figura 37**

*Diapositivas utilizadas en la capacitación del PC-001*

**Balanza de 1 intervalo (Cap. Máxima Mayor o a Igual a 1000 kg)**

Carga	500 kg	1000 kg
1.000,00	0,005	0,010
1000,00	0,005	0,010
1000,00	0,005	0,010

9

**Encayo de Excentricidad**

Redondeo con un punto de apoyo o cuatro puntos de apoyo (Carga de 1/3 de la capacidad máxima)

8 Puntos de Apoyo      4 Puntos de Apoyo      3 Puntos de Apoyo

Carga de 1/3 de la capacidad máxima      Carga de 1/3 de la capacidad máxima      Carga de 1/3 de la capacidad máxima

10

**Encayo de Excentricidad**

11

**Encayo de Excentricidad de Carga Rodante**

Sentido Normal

Sentido Inverso

Nota: La carga del ensayo de excentricidad de carga rodante no debe ser mayor al 80% de la capacidad máxima de la balanza.

12

**Encayo de Carga Suplementaria**

Nota: La carga suplementaria solo se puede usar para balanzas con capacidad mayor o sea igual, para la calibración de estas balanzas. Deben usarse como máximo 1 T de peso por metro cuadrado o el 80% de la capacidad máxima de la balanza lo que sea mayor.

Nota: Para el ensayo de excentricidad por carga rodante, el carácter utilizado preferentemente debe ser el ensayo como carga suplementaria.

13

**Encayo de Carga (Para una balanza de 03 intervalos)**

	Ascenso	Descenso
Carga	10kg	10kg
10		
20		
30		
40		
50		
60		
70		
80		
90		
100		
110		
120		
130		
140		
150		
160		
170		
180		
190		
200		

20 cargas de la primera capacidad máxima

20 cargas de la segunda capacidad máxima

20 cargas de la tercera capacidad máxima

14

**Encayo de Carga (Para una balanza de 02 intervalos)**

	Ascenso	Descenso
Carga	10kg	10kg
10		
20		
30		
40		
50		
60		
70		
80		
90		
100		
110		
120		
130		
140		
150		
160		
170		
180		
190		
200		

20 cargas de la primera capacidad máxima

20 cargas de la segunda capacidad máxima

15

**Encayo de Carga (Para una balanza de 01 intervalo)**

	Ascenso	Descenso
Carga	10kg	10kg
10		
20		
30		
40		
50		
60		
70		
80		
90		
100		
110		
120		
130		
140		
150		
160		
170		
180		
190		
200		

20 cargas de la primera capacidad máxima

Nota: En las cargas seleccionadas debe estar incluido los puntos de cambio de los errores máximos permitidos.

Nota: La plataforma de la balanza no debe quedar sin carga en todo el ensayo de carga de ascenso y descenso.

Nota: La plataforma de la balanza no debe quedar sin carga en todo el ensayo de carga de descenso.

16

**Figura 38**

*Diapositivas utilizadas en la capacitación del PC-001*

**17**

**Definición de los puntos de cambio de los EMP de las balanzas de funcionamiento no automático**

Los EMP de las balanzas están determinados por el número de divisiones de verificación (V). Dado "n" para cada carga se determina por:

$$E = \frac{C \times V \times n}{1000}$$

**Ejemplo:**

Balanza de capacidad: 100 kg  
 División de escala (E): 0,02 kg    Carga: 2 kg    Carga: 10 kg    Carga: 20 kg  
 División de verificación (V): 0,02 kg     $n_1 = 0,02 \text{ kg}$      $n_2 = 0,02 \text{ kg}$      $n_3 = 0,02 \text{ kg}$

Número de divisiones de verificación totales (V):  
 $n = 100 / 0,02 = 5000$

**18**

La tabla para determinar los errores máximos permitidos es:

EMP	E1	E2
0 a 1 g	0,01 g o 0,005 g	0 g o 0,01 g o 0,02 g
1 a 10 g	0,02 g o 0,01 g o 0,005 g	0 g o 0,01 g o 0,02 g
10 a 100 g	0,05 g o 0,02 g o 0,01 g	0 g o 0,02 g o 0,05 g

**Ejemplo:**

Balanza de capacidad: 100 kg  
 División de escala (E): 0,02 kg    Primer punto de Cambio:  $800 \times 0,02 = 16 \text{ kg}$     Segundo Punto de Cambio:  $2000 \times 0,02 = 40 \text{ kg}$   
 División de verificación (V): 0,02 kg     $n = 5000$      $n = 5000$      $n = 5000$

Número de divisiones de verificación totales (V):  
 $n = 100 / 0,02 = 5000$

**19**

**Ejemplo:**

Balanza de capacidad: 5 kg / 5 kg / 10 kg  
 División de escala (E): 1 g / 2 g / 5 g  
 División de verificación (V): 1 g / 2 g / 5 g

$500 \times 0,001 = 0,5 \text{ kg}$      $2000 \times 0,001 = 2 \text{ kg}$

$n = 5000$      $n = 2500$      $n = 2000$

Step 1 g    Step 2 g    Step 5 g

Step 1 g    Step 2 g    Step 5 g

**20**

**Cálculos de los Errores de calibración y errores corregidos**

Medida:  $E = F - L + \frac{1}{2} d - \Delta d$     Aplica a balanzas que se miden punto de cambio, errores y con el "RSI"

Calibración:  $E = F - L$     Aplica a balanzas que no se miden punto de cambio

Error Corregido:  $E_C = E - E_0$     Se aplica para cargas distintas a la carga cero.

**Ejemplo**

Indicador	Valor
Indicador de Referencia	100,011 kg
Valor Nominal	100 kg + 5 g
E	1 g
d	10 g
RSI	0,0001 kg

$E = 100,011 - 100,005 + \frac{1(0,01)}{2} - (-0,0003)$

**Figura 39**

*Diapositivas utilizadas en la capacitación del PC-011*

**1**

**CALIBRACIÓN DE BALANZAS**

PC-011 PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS DE PUNTO DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO CLASE I Y P<sub>1</sub> (2011)

**2**

**DEFINICIONES**

**CAPACIDAD MÁXIMA (BRUTO):** Capacidad máxima de peso sin tener en cuenta la capacidad de tara móvil.

**CARGADOR MÍNIMO (NETO):** Valor de la carga por debajo del cual los resultados del peso pueden ser negativos con una relación incierta.

**VALOR DE DIVISIÓN BRUTA DE LA ESCALA (E):** Valor expresado en unidades de masa.

**DIFERENCIA ENTRE LOS VALORES CORRESPONDIENTES A DOS ESCALAS CONSECUTIVAS DE LA ESCALA,** para la indicación analógica.

**DIFERENCIA ENTRE DOS VALORES CONSECUTIVOS INDICADOS,** para la indicación digital.

**VALOR DE DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN DE LA ESCALA (V):** Valor expresado en unidades de masa, utilizado para la calibración y verificación de un instrumento.

**Nota:** Cuando se se indique el valor de n en el instrumento de medición se deberá considerar.

**NÚMERO DE VALORES DE DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN DE LA ESCALA (N):** Cambio entre la capacidad máxima y el valor de división de verificación de la escala.

**3**

**INSTRUMENTOS DE PUNTO DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO:** Instrumento que requiere la intervención de un operador durante el proceso de pesaje para decir el resultado de pesaje en pantalla.

**PRM:** Balanza materializada de la masa con respecto a sus características físicas y metrológicas.

**RSI:** Resolución física que determina la estabilidad de medida que tiene un cuerpo.

**OPERACIONES PREVIAS**

Temperatura ambiente: 15°C a 25°C (variar de menor PCR)

Humedad Relativa: que no se produzca condensación

**Limpieza de Balanza y pesas**

**4**

**Nivelación de la Balanza**

**Estabilidad Térmica**

**Figura 40**

*Diapositivas utilizadas en la capacitación del PC-011*

**Registrar Datos**  
 Marca, Modelo, Serie, Clase, Capacidad, Div. Escala, Procedencia, etc. Carga de Ensayo de repetibilidad, excentricidad, carga y pesa patrón del ensayo de carga ascenso y descenso.

**Precarga a una capacidad máxima**

5

**PASOS DE LA CALIBRACIÓN**  
**Ensayo de Repetibilidad**  
 Balanza de un intervalo (Cap. Máxima = 120 kg / 0,01 kg)

10 kg en unidades enteras		100 g en unidades enteras	
Carga	kg	Carga	kg
L(kg)	kg	L(kg)	kg
60,00	0,005	120,00	0,010
60,00	0,006	120,00	0,012
60,00	0,007	120,00	0,011
60,00	0,011	120,00	0,008
60,00	0,012	120,00	0,009
60,00	0,008	120,00	0,007
60,00	0,006	120,00	0,006
60,00	0,007	120,00	0,005
60,00	0,005	120,00	0,008
60,00	0,012	120,00	0,009

Si la división de escala de la balanza es menor a 0,01 g no se aplicará carga adicional.

6

**Ensayo de Excentricidad**

Balanzas con un punto de apoyo o cuatro puntos de apoyo (Carga de 1/3 de la capacidad máxima)

7

**Ensayo de Excentricidad**

8

**Ensayo de Carga (Para una balanza de 01 intervalo)**

	Ascenso	Descenso	
Carga	L(kg)	L(kg)	L(kg)
C1			
C2			
C3			
C4			
C5			
C6			
C7			
C8			
C9			
C10			

Nota: En las cargas seleccionadas debe estar incluidos los puntos de cambio de los errores máximos permitidos.  
 Nota: La plataforma de la balanza no debe quedar sin carga en todo el ensayo de carga de ascenso y descenso.  
 Nota: La plataforma de la balanza no debe quedar sin carga en todo el ensayo de carga de ascenso y descenso.

9

**Determinación de los puntos de cambio de los EMP de las balanzas de funcionamiento no automático**

Los EMP de las balanzas están determinados por el número de divisiones de verificación (n). Donde "n" para cada carga se determina por:

$$n = \frac{\text{carga}}{e}$$

Ejemplo:

Balanza de capacidad: 1000 g

División de escala (d): 0,001 g	Carga: 200 g	Carga: 600 g	Carga: 1000 g
División de Verificación (e): 0,001 g	$n_{200} = \frac{200}{0,001} = 200.000$	$n_{600} = \frac{600}{0,001} = 600.000$	$n_{1000} = \frac{1000}{0,001} = 1.000.000$
Número de divisiones de verificación totales (n):	$n_{100} = 200.000$	$n_{200} = 600.000$	$n_{300} = 100.000$
	$n = 1000 \text{ g} / 0,001 \text{ g} = 1.000.000$		

10

La tabla para determinar los errores máximos permitidos es:

EMP	I	II
$\pm 1 \text{ e}$	De $e$ a $\leq 30.000 \text{ e}$	De $e$ a $\leq 3.000 \text{ e}$
$\pm 2 \text{ e}$	$50.000 \text{ e} < m \leq 100.000 \text{ e}$	$5.000 \text{ e} < m \leq 10.000 \text{ e}$
$\pm 3 \text{ e}$	$200.000 \text{ e} < m$	$20.000 \text{ e} < m \leq 100.000 \text{ e}$

Ejemplo:

Balanza de capacidad: 220 g

División de escala (d): 0,0001 g

División de Verificación (e): 0,0001 g

Número de divisiones de verificación totales (n):  $n = 200 / 0,001 = 200.000$

11

**GRACIAS .....**

12

# Figura 41

## Diapositivas utilizadas en la capacitación del PC-008

**CALIBRACIÓN Y USO DE PESAS PATRÓN**

PC-008 "PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE PESAS PATRÓN CLASE II2, II2-3 Y II3"

Edición 1ª - Septiembre 2021

**DEFINICIONES PREVIAS**

**Masa:** Magnitud física que determina la cantidad de materia que tiene un cuerpo.

**Pesa:** Medida materializada de la masa, reglamentada con respecto a sus características físicas y metroológicas.

**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.

- Clase de exactitud: clase de instrumentos o sistemas de medida que satisfacen requisitos metroológicos determinados destinados a mantener los errores de medida o las incertidumbres instrumentales dentro de límites especificados, bajo condiciones de funcionamiento dadas.
- Error máximo permitido: valor extremo del error de medida, con respecto a un valor de referencia conocido, permitido por especificaciones o reglamentaciones, para una medición, instrumento o sistema de medida dado.

**DEFINICIONES PREVIAS**

**Error:** Indicación de un instrumento de medida menos un valor verdadero de la magnitud de entrada correspondiente.

- Repetibilidad: Grado de concordancia entre resultados de sucesivas mediciones del mismo mensurando, mediciones efectuadas con aplicación de la totalidad de las mismas condiciones de medida.
- Resolución: La menor diferencia de indicación de un dispositivo visualizador que puede percibirse de forma significativa.
- Incertidumbre: parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza.

**Procedimientos de Calibración**

PC-008 "Procedimiento para la calibración de pesas de trabajo clase M2, M2-3 y M3"

PC-016 "Procedimiento para la calibración de pesas de Exactitud"

**Normativa Vigente**

La norma que rige la características metroológicas de las pesas patrón en el Perú es la NORMA INPM-004-2007.

NORMA METROLOGICA PERUANA	INMP004
PERUANA	2007
Título: Norma INPM-004-2007	
Código de Referencia: Norma INPM-004-2007	
Código de Referencia: Norma INPM-004-2007	

**PESAS DE LAS CLASES E, E1, F, F1, M1, M2, M3, M31, M32, M33**

Modelo de pesa: E, E1, F, F1, M1, M2, M3, M31, M32, M33

Modelo de pesa: E, E1, F, F1, M1, M2, M3, M31, M32, M33

Modelo de pesa: E, E1, F, F1, M1, M2, M3, M31, M32, M33

**Errores Máximos permitidos según norma**

La norma INPM-004-2007 nos indica cuales son las características que deben tener cada pesa para determinada clase y los errores máximos permitidos para estas.

Clase	Clase E	Clase E1	Clase F	Clase F1	Clase M1	Clase M2	Clase M3	Clase M31	Clase M32	Clase M33
Clase E	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001
Clase E1	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001
Clase F	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001
Clase F1	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001
Clase M1	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001
Clase M2	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001
Clase M3	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001
Clase M31	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001
Clase M32	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001
Clase M33	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001	±0.001

**Requerimientos de clase**

**Clase E**

- Las pesas de clase E de 1 mg a 50 kg deben ser sólidas y no deben tener cavidades abiertas a la atmósfera. Deben consistir de una sola pieza de material.
- Las pesas de clase E2 de más de 50 kg pueden tener una cavidad de ajuste. El volumen de esta cavidad no debe ser superior a 1/1000 del volumen total de la pesa. La cavidad debe ser cerrable, estanca y hermética.
- La superficie de las pesas de clase E y F no debe ser porosa y debe presentar una apariencia brillante cuando se examina visualmente. Un examen visual puede ser suficiente.
- Una pesa de clase E no debe ser marcada a menos que las marcas según a distinción de esta pesa de clase E y siempre que la calidad y estabilidad de la superficie de la pesa no sean afectados por las marcas o por el proceso utilizado para marcarla.

**Clase F**

- Las pesas de clase F pueden consistir de una o más piezas fabricadas del mismo material.
- Las pesas de clase F de más de 50 kg pueden tener una cavidad de ajuste. El volumen de esta cavidad no debe ser superior a 1/20 del volumen total de la pesa.
- Las pesas de 1 g o más deben llevar, por medio de brújula o grabado, la indicación de su valor nominal.
- Las pesas de clase F1 no deben llevar referencia de clase.
- Las pesas de clase F2 de 1 g o más deben llevar su referencia de clase bajo la forma "F" junto con la indicación de su valor nominal.

**Clase M**

- Las pesas de clase M1, M2 y M3 de 1 g a 10 g deben ser sólidas, sin una cavidad de ajuste. En el caso de pesas de clase M1, M2 y M3 de 10 g a 50 kg, la cavidad de ajuste es opcional. Las pesas de clase M1, M2 y M3 de 100 g a 50 kg deben tener una cavidad de ajuste. Sin embargo, la cavidad de ajuste es opcional para pesas de clase M1 y M2 de 20 g a 50 g que son de acero inoxidable. La cavidad de ajuste debe estar diseñada de tal manera que evite la acumulación de material residual o desechos, permita el cierre seguro de la cavidad y permita abrir la cavidad para ajustes adicionales. El volumen de la cavidad de ajuste no debe ser superior a 1% del volumen total de la pesa.
- La superficie de las pesas cilíndricas de clases M1, M2 y M3 de 1 g a 50 kg debe ser lisa y no debe ser porosa cuando se examina visualmente. El acabado de las pesas fundidas de clases M1, M2 y M3 de 100 g a 50 kg y todas las pesas de clase M de más de 50 kg debe ser similar al del hierro fundido gris vaciado cuidadosamente en un molde de arena fina. Esto puede obtenerse mediante medidas apropiadas de protección de la superficie.
- Las pesas que tienen una cavidad de ajuste, deben ser ajustadas agregando o quitando material metálico dentro como perfiles de plomo. Si no se puede quitar más material, pueden ser ajustadas por rectificado.
- Las pesas rectangulares de clase M2 deben llevar una indicación del valor nominal y también pueden llevar el signo "M".
- Las pesas de clase M1 deben llevar el signo M1 o M, en calado o relieve, junto con la indicación del valor nominal.
- Las pesas cilíndricas de 1 g a 5 000 kg deben indicar el valor nominal de la pesa, seguida del símbolo "g" o "kg", en calado o relieve en el fondo, tal como se muestra en la Figura A.1. En las pesas cilíndricas de 500 g a 5 000 kg, la indicación puede ser reproducida en la superficie cilíndrica del cuerpo de la pesa.

# Figura 42

## Diapositivas utilizadas en la capacitación del PC-008

**► Uso**

- Las pesas de mayor exactitud (clase M1 o mejor) deben ser manipuladas con guantes de nitrilo o algodón.
- Ninguna pesa patrón debe tener etiquetas adherentes en su superficie.
- Limpia la superficie en donde reposará la pesa, para evitar ralladuras en su superficie.
- Las pesas o juego de pesas deben estar identificadas para poder distinguirías.
- No se debe almacenar las pesas en lugares húmedos ya que esto puede variar su masa.
- Seleccionar las pesas adecuadas para realizar el ajuste o calibración de balanzas.
- Realizar una verificación periódica de las pesas patrones.
- Realizar una inspección visual y periódica de las pesas patrón.
- Para pesas menores a 1 g se debe utilizar pinzas especiales para su manipulación.




BDr. Adriano Gilvan Wilson

**► Uso**

- Limpia la superficie de la pesa con un trapo suave con alcohol para retirar las impurezas (Pesas de alta exactitud o de acero).
- Evitar colocar las pesas una sobre otra (Pesas clase F2, F1, E2, E1)

**► Procedimientos de calibración y verificación**

- Método de Doble sustitución, Sustitución Simple.

Requisito:  
Pesas de mejor o igual exactitud.  
Balanza adecuada para la clase de pesa a verificar:

Sustitución simple: Secuencia (Pesa patrón - Pesa a calibrar - Pesa Patrón)



BDr. Adriano Gilvan Wilson

**► Requisitos mínimos de las balanzas para la calibración de pesas patrón M2**

Características mínima que deben cumplir las balanzas utilizadas en la calibración.

Valor nominal de la pesa a calibrar M <sub>1</sub>	(División de la pesa a calibrar) [mg]	Valor nominal de la pesa a calibrar M <sub>2</sub>	(División de la pesa a calibrar) [mg]	Valor nominal de la pesa a calibrar M <sub>3</sub>	(División de la pesa a calibrar) [mg]
100 mg	0,1	10 mg	1 000	1 kg a 10 kg	1
100 mg a 10 g	0,2	10 mg a 100 g	2	10 kg a 100 kg	2
10 g a 100 g	0,5	100 g	5	100 g	5
100 g	1	1 kg	10	1 kg	10
1 kg	2	1 kg	20	1 kg	20
1 kg	5	1 kg	50	1 kg	50
1 kg	10	1 kg	100	1 kg	100
1 kg	20	1 kg	200	1 kg	200
1 kg	50	1 kg	500	1 kg	500
1 kg	100	1 kg	1 000	1 kg	1 000
10 kg	200	10 kg	2 000	10 kg	2 000
10 kg	500	10 kg	5 000	10 kg	5 000

(1) División de escala de la balanza a menor división a la cual puede ser aproximado este

BDr. Adriano Gilvan Wilson

**► Condiciones para la calibración de Pesas**

- Temperatura Ambiental de 18 °C a 27 °C
- Humedad: No condensación
- Variación de temperatura: No mayor a 5 °C/12 h y no mayor a 3°C / h.
- Tiempo de estabilización térmica mínima: 1h.

**► Equipos Patrones y Accesorios**

- Balanza adecuada según el valor nominal de la pesa.
- Pesa patrón con clase como mínimo M1
- Termómetro ambiental con resolución 1 °C .
- Registrador de presión atmosférica con exactitud de ± 5 mbars.

Alicates, Guantes, Martillo, Lija al agua, brocha, Pincas para manipulación de pesas.

BDr. Adriano Gilvan Wilson

**► Actividades Previas**

- Seleccionar la balanza y pesa patrón adecuada.
- Comprobar el buen funcionamiento de la balanza.
- Limpia la superficie de la pesa a calibrar y el patrón de referencia.
- Comprobar que el laboratorio se encuentra dentro de las condiciones ambientales requeridas por el procedimiento.

**► Proceso de Calibración**

- Registrar las condiciones ambientales iniciales.
- Colocar la pesa patrón sobre la balanza y registrar el valor de su indicación.
- Retirar la pesa patrón.
- Colocar la pesa a calibrar sobre la balanza y registrar el valor de su indicación.
- Retirar la pesa a calibrar.
- Colocar la pesa patrón sobre la balanza y registrar el valor de su indicación.
- Registrar las condiciones ambientales finales.
- Si la pesa requiere ajuste, realizar el adecuado uso de las herramientas necesarias y repetir el proceso de calibración.

BDr. Adriano Gilvan Wilson

**► Determinación del Error**

$$\delta = I - \frac{I_{p1} + I_{p2}}{2} + \delta_p$$

- $I_{p1}, I_{p2}$ : Indicaciones del patrón
- $I$ : Indicación de la pesa a calibrar
- $\delta_p$ : Error de la pesa patrón

BDr. Adriano Gilvan Wilson

GRACIAS POR SU ATENCIÓN!!!

BDr. Adriano Gilvan Wilson

– Evaluación de la capacitación

Terminada la etapa de capacitación se realiza una evaluación de la parte teórica del procedimiento, a continuación se presentan algunos de los exámenes realizados.

Figura 43

Exámen del procedimiento PC-001

 **EVALUACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PC-001**

Nombre: Araujo Ruiz, José Luis

Fecha: 2021-02-11 Nota: 17

1) Según el PC-001 la definición de una balanza de funcionamiento no automático es: (2 pts.)

- a) Instrumento destinado a medir la presión de un sistema.
- b) Instrumento destinado a mediar la temperatura de un cuerpo o sistema
- c) Instrumento destinado a generar fuerza hidráulica.
- d) Instrumento a determinar la masa de un cuerpo por acción de la gravedad. ✓

2) Indicar el campo de aplicación del procedimiento PC-001:2019 Inacal (2 pts.)

- a) Pesas de trabajo clase M2 y M3
- b) Balanzas de funcionamiento automático clase 3 y 4.
- c) Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático de clase III y IIII ✓
- d) Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático de clase III y IIII de hasta una capacidad de 80 000 kg
- e) Instrumentos de medida de presión relativa

3) ¿Cuál es el fundamento del método del PC-001:2019 Inacal? (2 pts.)

- a) Comparación de la indicación del equipo con respecto a pesas patrón.
- b) Comparación de observado en el indicador respecto a las pesas patrón
- c) Comparación de lo especificado en la orden de trabajo respecto a la solicitud del cliente ✓
- d) Comparación del milivoltaje emitido por la celda de carga respecto a las pesas patrón
- e) Método de comparación de doble sustitución

4) Indicar los ensayos que se realizan para la calibración de una balanza colgante. (1 pts.)

- a) Repetibilidad, excentricidad, Pesaje
- b) Repetibilidad, Carga de sustitución, Pesaje
- c) Repetibilidad, Carga excéntrica, Pesaje
- d) Repetibilidad, pesaje ✓
- e) Repetibilidad, excentricidad, Pesaje, Carga colgante

5) Marque las alternativas correctas (2 pts.)

- a) El ensayo de repetibilidad se debe realizar para cargas aproximadas del 50 % y 100 % para balanza de un solo intervalo. ✓
- b) El ensayo de carga de ascenso y descenso solo es necesario realizar en 5 cargas de todo el alcance.
- c) Se debe esperar un tiempo mínimo de 20 minutos de estabilización térmica para empezar la calibración según el PC-001. ✓
- d) El ensayo de excentricidad como mínimo se debe realizar en 3 sectores. X

Figura 44

Exámen del procedimiento PC-001

 **EVALUACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PC-001**

6) El número de divisiones de verificación para una balanza con capacidad de 60 kg y división de verificación de 0,05 kg es:

- a) 1400
- b) 1000
- c) 1200
- d) 2000

7) El EMP para una carga de 40 kg según la balanza de la pregunta anterior es:

- a) 0,10 kg
- b) 0,20 kg
- c) 0,15 kg
- d) 0,05 kg
- e) NA.

8) Marcar las alternativas correctas (3 pts.)  
Para una balanza de 3 intervalos el PC-001 solicita que:

- a) La repetibilidad se realice para la capacidad máxima de cada intervalo
- b) Se realicen tres ensayos de excentricidad
- c) El ensayo de ascenso se realice solo hasta la capacidad máxima del segundo intervalo.
- d) Solo se realice el ensayo de repetibilidad.
- e) En el ensayo de ascenso se deben considerar como mínimo 5 puntos pertenecientes de cada intervalo.

9) El alcance que desea acreditar SIMSAC en el PC-001 es: (2 pts.)

- a) Balanzas clase III de tipo electromecánica de hasta 1000 kg
- b) Balanzas clase III de tipo electrónicas de hasta 1000 kg
- c) Balanzas clase III y IIII hasta 1000 kg.
- d) Balanzas clase III de tipo digitales de hasta 1000 kg.
- e) Balanzas clase III de digitales de hasta 2000 kg.

10) Se tiene una balanza con una capacidad de 1200 kg, el usuario solicita que la calibración se realice a una capacidad máxima de 800 kg. Seleccione la alternativa correcta: (2 pts.)

- a) 10 repeticiones a al 50 % y 100 % de la carga total.
- b) 3 repeticiones a 50 % y 100 % de la carga solicitada por el cliente.
- c) 10 repeticiones a 50 % y 100 % de la carga solicitada por el cliente y excentricidad de 250 kg.
- d) 10 repeticiones a 50 % y 100 % de la carga solicitada por el cliente y excentricidad de 400 kg.

X

Figura 45

Exámen del procedimiento PC-008

 **EXÁMEN CALIBRACIÓN DE PESAS**

Nombres y Apellidos: Alan Luis Orango Campos

Fecha: 2021-02-02 Nota: 80

1.- Identifique que clases de pesas Existen para normativa ISO, marque la alternativa correcta.

a) E2; E1; F1; F3

b) E2; M1; M1-2; M2-3

c) E0; E2; E3

d) M2; M2-3; F1-2

2) El procedimiento que se aplica para la calibración de pesas clase M2; M2-3 y M3 según el INACAL es:

a) PC-008

b) PC-001

c) PC-011

d) PC-004

3) La normativa vigente en el Perú pesas clase E2, F1, F2, M1 y más es:

a) NMP-003:2009

b) NMP-004:2007

c) NMP-010:2004

d) NMP-011:2009

4) La división de escala de una balanza mínima requerida para la calibración de una pesa de 20 kg clase M2 es:

a) 0,1 g

b) 0,2 g

c) 0,2 mg

d) 0,1 mg

5) Marque la definición correcta de masa:

a) Magnitud física que determina la cantidad de materia que tiene un cuerpo.

b) Magnitud química que determina la cantidad de materia que tiene un cuerpo.

c) Magnitud material que determina la cantidad de materia que tiene un cuerpo.

d) Magnitud física que determina la cantidad de agua que tiene un cuerpo.

Figura 46

Exámen del procedimiento PC-008



6) Marque la alternativa que no cumple un buen uso de pesas patrón:

- a) No se debe almacenar las pesas en lugares húmedos ya que esto puede variar su masa.
- b) Seleccionar las pesas adecuadas para realizar el ajuste o calibración de balanzas.
- c) Ninguna pesa patrón debe tener etiquetas adherentes en su superficie.
- d) Para pesas menores a 1 g se pueden manipular con la mano sin guantes.

7) Respecto a las condiciones ambientales del laboratorio, seleccione la alternativa correcta:

- a) Temperatura de 18 °C a 25 °C
- b) Humedad menor a 80 % HR.
- c) Temperatura de 18 °C a 27 °C
- d) Variación de la temperatura no debe ser mayor a 3 °C/h y 5 °C/h.

8) Realiza la conversión:

- a) 1 g = 1000 mg
- b) 20 kg = 20000 g

9) El alcance del procedimiento para la calibración de pesas de trabajo de clase M2, M2-3 y M3 es:

- a) 10 mg a 20 kg
- b) 50 mg a 30 kg
- c) 100 mg a 50 kg
- d) 1 g a 20 kg

10) Es una actividad que no se debe realizar en la calibración de pesas según el PC-008:

- a) Limpiar la superficie de la pesa, con los insumos y herramientas adecuadas.
- b) Nivelar la balanza a usar.
- c) Pegar una etiqueta autoadhesiva en la superficie de la pesa con la identificación del certificado.
- d) Esperar una hora para la estabilización térmica

Figura 47

Exámen del procedimiento PC-011

 **EVALUACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PC-011**

Nombre: Araujo Ruiz, José Luis

Fecha: 2021-02-11 NOTA: 18

1) Según el VIM la definición de masa es: (2 pts.)

- a) Magnitud física que determina la cantidad de materia que tiene un cuerpo.
- b) Medida materializada de la masa con características metrológicas.
- c) Grado de concordancia entre los resultados obtenidos de un equipo para un mismo fenómeno.
- d) Indicación de un equipo menos la indicación de una referencia.

2) Una balanza con alcance de 3000 g con división de verificación de 0,01 g, es una balanza con clase: (2 pts.)

- a) Grado 0
- b) Clase II
- c) Clase I
- d) Tipo K

3) Se determina que la diferencia de temperatura entre la temperatura ambiental y la de la pesa es de 0,7 °C, si para la calibración se hará uso los siguientes valores nominales en pesas E2: 20 g; 100 g; 200 g y 500 g determine el tiempo de estabilización que se debe esperar antes de iniciar la calibración (2 pts.)

- a) 1 h
- b) 1h:30 min
- c) 2 h
- d) 3 h
- e) 5 h

4) Para la balanza de la pregunta 2, determine el EMP para una carga de 2235 g. (2 pts.)

- a) 0,03 g
- b) 0,02 g
- c) 0,01 g
- d) 0,005 g

5) Los EMP de las pesas utilizadas para la calibración de una balanza deben ser (2 pts.)

- a) 1/3 del EMP de la carga de la balanza
- b) 1/2 del EMP de la carga de la balanza
- c) 1/5 del EMP de la carga de la balanza
- d) 1/4 del EMP de la carga de la balanza

6) La capacidad mínima de una balanza de 80 g con resolución de 0,01 mg es de: (2 pts.)

- a) 10 mg
- b) 100 mg
- c) 1 mg
- d) 5 mg

Figura 48

Exámen del procedimiento PC-011

 **EVALUACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PC-011**

7) Para una balanza de 4200 g con  $e = 0,1$  g. Determine los puntos de cambio del EMP (2 pts.)

- a) 500 g y 2000 g
- b) 50 g y 200 g
- c) 45 g y 160 g
- d) 20 g y 5000 g

8) Marque las alternativas correctas: (2 pts.)

- a) El tiempo de estabilización térmica siempre es de 1 h.
- b) Las pesas de clase E2, deben tener la clase grabada en su superficie.
- c) No se requiere que las pesas clase E2 estén calibradas para ejecutar el PC-011.
- d) Los tiempos de estabilización térmica pueden variar según la diferencia de temperatura entre la pesa y el ambiente, según su clase y valor nominal.

9) Es un aporte a la incertidumbre de la calibración:

- a) La división de escala del equipo.
- b) La clase de la balanza
- c) La ubicación del equipo en las instalaciones del cliente.
- d) La resolución del termómetro ambiental.

10) Según los datos proporcionados determine la clase de la balanza: Capacidad = 20000 g  
 $e = 0,1$  g y su EMP para una carga de 17 000 g

- a) II; 0,3 g
- b) I; 0,1 g
- c) I; 0,2 g
- d) II; 0,2 g

– Supervisión de personal

Esta actividad se realizó al momento en que el personal realizaba las actividades de calibración, esto es para documentar su desempeño realizando los distintos procedimientos de calibración.

**Figura 49**

*Supervisión del personal de SIMSAC en el procedimiento PC-001*

	<b>SUPERVISIÓN DEL PERSONAL</b>	Página 1 de 2
		<b>FO-TM-02</b>

Personal : José Luis Acuña Firma: [Firma]  
 Supervisor : Adriano Galvis Firma: [Firma]  
 Procedimiento : PC-001  
 Puntaje : 90 Fecha: 2021-06-01

---

1. Explica en que consiste procedimiento de calibración (10 Puntos)
  - a) Campo de aplicación ambientales,  b) Materiales  c) Condiciones
  - d) Pasos previos  e) Proceso
2. Explica algunas definiciones básicas del procedimiento (4 Preguntas) (10 Puntos)
  - Balanza
  - Balanza Multi-intervalo
  - " " - Rango
  - Clase
  - Div. escala
3. Explica algunas definiciones básicas de metrología (4 Preguntas) (10 Puntos)
  - Incertidumbre, Magnitud, Mensurando, Incertidumbre Tipo A, Incertidumbre Tipo B, Procedimiento, Trazabilidad Metroológica, Clase, División de escala, Unidad de Medida, ETC.
4. Verifica las condiciones ambientales (10 Puntos)
  - a) Temperatura atmosférica  b) Humedad Relativa  c) Presión u.a.
  - d) otros
5. Utiliza los patrones adecuados para la ejecución del servicio de calibración (10 Puntos)
  - Selecciona las pesas adecuadas
6. Manipula los equipos y patrones o insumos según el procedimiento o manual (10 Puntos)
  - Manipula las pesas de manera cuidadosa

Enero-2021  
Versión 01

**Figura 50**

*Supervisión del personal de SIMSAC en el procedimiento PC-001*

	<b>SUPERVISIÓN DEL PERSONAL</b>	<b>Página 2 de 2</b>
		<b>FO-TM-02</b>

7. Tiene los documentos necesarios para la ejecución de la calibración (10 Puntos)

- a) Orden de servicio ✓
- b) Conformidad del Servicio de calibración ✓
- c) Registros de calibración ✓
- d) Procedimientos de calibración ✓
- e) Procedimientos del SG ✓
- f) Etiquetas de calibración ✓

8. Realiza las actividades previas del procedimiento de calibración (10 Puntos)

- Nivelar.
- Limpiar.
- despegar.
- Estabiliza.

9. Ejecuta la calibración de acuerdo con el procedimiento (10 Puntos)

Sigue los ensayos de

- Repetibilidad.
- Excentricidad.
- Ascenso y descenso.

10. Cumple con los procedimientos internos del sistema de gestión del laboratorio. (10 Puntos)

- PR-TM-02 Condiciones ambientales ✓
- PR-TM-04 Equipamiento e Instrumentos Bajo Calibración ✓
- PR-TM-07 Servicio de calibración ✓

Enero-2021  
Versión 01

**Figura 51**

*Supervisión del personal de SIMSAC en el procedimiento PC-008*

	<b>SUPERVISIÓN DEL PERSONAL</b>	Página 1 de 2
		<b>FO-TM-02</b>

Personal : Alan Arevalo Campos Firma: [Firma]  
 Supervisor : Adriano Galvez Villaverde Firma: [Firma]  
 Procedimiento : PC-008  
 Puntaje : 44 Fecha: 2021-06-20

---

1. Explica en que consiste procedimiento de calibración (10 Puntos)
  - a) Campo de aplicación
  - b) Materiales
  - c) Condiciones ambientales
  - d) Pasos previos
  - e) Proceso
  
2. Explica algunas definiciones básicas del procedimiento (4 Preguntas) (10 Puntos)
  - Pesa
  - Clase
  - Calibración
  - Masa
  - Ponderación
  
3. Explica algunas definiciones básicas de metrología (4 Preguntas) (10 Puntos)
 

6  Incertidumbre, Magnitud, Mensurando, Incertidumbre Tipo A, Incertidumbre Tipo B, Procedimiento, Trazabilidad Metrológica, Clase, División de escala, Unidad de Medida, ETC.
  
4. Verifica las condiciones ambientales (10 Puntos)
  - a) Temperatura atmosférica
  - b) Humedad Relativa
  - c) Presión
  - d) otros
  
5. Utiliza los patrones adecuados para la ejecución del servicio de calibración (10 Puntos)
  - Selección de muestra adecuada los patrones 10
  
6. Manipula los equipos y patrones o insumos según el procedimiento o manual (10 Puntos)
  - Prevenir dañar y cuidados en la manipulación 10

Enero-2021  
Versión 01

**Figura 52**

*Supervisión del personal de SIMSAC en el procedimiento PC-008*

	<b>SUPERVISIÓN DEL PERSONAL</b>	<b>Página 2 de 2</b>
		<b>FO-TM-02</b>

7. Tiene los documentos necesarios para la ejecución de la calibración (10 Puntos)

a) Orden de servicio ✓	b) Conformidad del Servicio de calibración ✓
c) Registros de calibración ✓	d) Procedimientos de calibración ✓
e) Procedimientos del SG ✓	f) Etiquetas de calibración ✓

8. Realiza las actividades previas del procedimiento de calibración (10 Puntos)

- Nivelación ✓
- Limpieza ✓
- despegar ✓

9. Ejecuta la calibración de acuerdo con el procedimiento (10 Puntos)

- Sigue los pasos del PC-008 ✓

10. Cumple con los procedimientos internos del sistema de gestión del laboratorio. (10 Puntos)

- PR-TM-02 Condiciones ambientales ✓
- PR-TM-04 Equipamiento e Instrumentos Bajo Calibración ✓
- PR-TM-07 Servicio de calibración ✓

Enero-2021  
Versión 01

**Figura 53**

*Supervisión del personal de SIMSAC en el procedimiento PC-011*

	<b>SUPERVISIÓN DEL PERSONAL</b>	Página 1 de 2
		<b>FO-TM-02</b>

Personal : Jose Luis Araya Firma: Jose Araya  
 Supervisor : Adriano Galvan Firma: [Signature]  
 Procedimiento : PC-011  
 Puntaje : 92A Fecha: 2021-06-23

---

1. Explica en que consiste procedimiento de calibración (10 Puntos)
  - a) Campo de aplicación ✓
  - b) Materiales ✓
  - c) Condiciones ambientales ✓
  - d) Pasos previos ✓
  - e) Proceso ✓
2. Explica algunas definiciones básicas del procedimiento (4 Preguntas) (10 Puntos)
  - Pesa. ✓
  - Balance ✓
  - Error ✓
  - EMP. A ✓
  - H352. ✓
3. Explica algunas definiciones básicas de metrología (4 Preguntas) (10 Puntos)
 

6A

Incertidumbre, Magnitud, Mensurando, Incertidumbre Tipo A, Incertidumbre Tipo B, Procedimiento, Trazabilidad Metroológica, Clase, División de escala, Unidad de Medida, ETC.
4. Verifica las condiciones ambientales (10 Puntos)
 

10A

  - a) Temperatura atmosférica ✓
  - b) Humedad Relativa ✓
  - c) Presión pa
  - d) otros ✓
5. Utiliza los patrones adecuados para la ejecución del servicio de calibración (10 Puntos)
 

Selecciona los patrones adecuados.
6. Manipula los equipos y patrones o insumos según el procedimiento o manual (10 Puntos)
 

10A

  - Manipula con destreza los equipos y pesos, hace buen uso de las pinzas. ✓

Enero-2021  
Versión 01

Figura 54

Supervisión del personal de SIMSAC en el procedimiento PC-011

	<b>SUPERVISIÓN DEL PERSONAL</b>	<b>Página 2 de 2</b>
		<b>FO-TM-02</b>

7. Tiene los documentos necesarios para la ejecución de la calibración (10 Puntos)

- a) Orden de servicio calibración ✓
- b) Conformidad del Servicio de ✓
- c) Registros de calibración ✓
- d) Procedimientos de calibración ✓
- e) Procedimientos del SG ✓
- f) Etiquetas de calibración ✓

8. Realiza las actividades previas del procedimiento de calibración (10 Puntos)

- Nivelada → No verifico que la balanza este nivelada.
- Limpia → ✓
- Planifica ✓
- Estabilización ✓

9. Ejecuta la calibración de acuerdo con el procedimiento (10 Puntos)

- Realizo los ensayos de
- Repetibilidad.
- Excentricidad
- Pesaje ✓

10. Cumple con los procedimientos internos del sistema de gestión del laboratorio. (10 Puntos)

- PR-TM-02 Condiciones ambientales ✓
- PR-TM-04 Equipamiento e Instrumentos Bajo Calibración ✓
- PR-TM-07 Servicio de calibración ✓

Enero-2021  
Versión 01

- **Actividades desarrolladas del procedimiento interno PR-TM-02 Instalaciones y condiciones ambientales**

Este procedimiento hace referencia al control de rutina de las condiciones ambientales del laboratorio y comprobar el estado de las instalaciones de manera periódica por lo cual se desarrollaron las siguientes actividades.

- Estudio de las instalaciones del laboratorio de masa

Se verificó el estado de las instalaciones del laboratorio de masa de SIMSAC y se generó un informe de la actividad realizada. En este informe se abarca el estado de la iluminación, tensión eléctrica, adecuación de los recursos para el buen cumplimiento del procedimiento de calibración. También se comprobó que las mesas de trabajo son adecuadas para el propósito de calibración. Parte del informe elaborado se puede apreciar en la figura 55 a la figura 57.

- Control de las condiciones ambientales del laboratorio de masa

De manera rutinaria y cada vez que sea necesario se registra las condiciones ambientales del laboratorio. El fin es comprobar que se encuentra dentro de las especificaciones y exigencias del procedimiento de calibración. Esta información es gráficamente como un carta para control del cumplimiento que se puede apreciar en la figura 58 a la figura 60.

**Figura 55**

*Informe de instalaciones del laboratorio de masa de la empresa SIMSAC*

<b>INFORME DE INSTALACIONES Y C. AMBIENTALES</b>																	
<b>IF-CA-LM-2-2022</b>																	
<b>1. Objetivo</b>																	
Corroborar que las condiciones del laboratorio cumplen con los requisitos para la realización de las actividades de calibración de equipos y los requisitos del PR-TM-02 "Instalaciones y Condiciones Ambientales".																	
<b>2. Alcance</b>																	
El presente documento abarca las instalaciones del laboratorio de masa perteneciente a SIMSAC, con dirección Jr. Santa María 339 Urb. Palao - 2da Etapa, San Martín de Porres, Lima.																	
<b>3. Referencias</b>																	
3.1 PC-008 "Procedimiento para la calibración de pesas de clase $M_{1-2}$ , $M_2$ , $M_{2-3}$ y $M_3$ de la NMP-004:2007", 1° Edición, Abril 2021, INACAL-DM.																	
3.3 NTP ISO/IEC 17025: 2017 Requisitos para la competencia de los laboratorio de ensayo y calibración. Inacal-DA, 2017.																	
3.4 PR-TM-02 Instalaciones y Condiciones Ambientales.																	
<b>4. Descripción</b>																	
Para determinar que el laboratorio cumple con las especificaciones necesarias para llevar a cabo las calibraciones se realizaron las siguientes actividades:																	
<b>Temperatura y humedad relativa ambiental:</b> se realizó la medición de las condiciones ambientales del laboratorio, con su flujo normal de trabajo. Para lo cual se ubicaron registradores de temperatura y humedad en las ubicaciones específicas del laboratorio donde se llevan a cabo las actividades de calibración del laboratorio. Los registradores de temperatura y humedad han sido previamente verificados con un termohigrómetro calibrado.																	
En la medida de lo posible trato no hacerse uso de la puerta posterior del laboratorio, se consideró el tránsito normal del personal a través del laboratorio para poder acceder a otras instalaciones de la empresa.																	
Este estudio comprendió un aforo promedio de 2 personas, llegando a un máximo de 4 personas por períodos de tiempos aproximados de 30 minutos.																	
<b>Voltaje:</b> Se realizó la medición del suministro de alimentación eléctrica con un multímetro previamente verificado.																	
<b>Vibración:</b> Se comprobó con una masa de 1 g sobre la balanza de mejor resolución perteneciente al laboratorio, que esta presenta una buena infraestructura contra las posibles vibraciones. Para lo cual se realizaron golpes ligeros y cercanos a la ubicación de la balanza para comprobar que su indicación no sufre alteración alguna.																	
<b>5. Resultados</b>																	
<b>5.1 Voltaje</b>																	
<table border="1"><thead><tr><th colspan="3">Valores Obtenidos (V AC)</th><th>Promedio (V AC)</th><th>Rango permitido</th><th>Conclusión</th></tr></thead><tbody><tr><td>221,74</td><td>221,26</td><td>224,40</td><td>222,47</td><td>198 VAc a 242 VAc</td><td>Cumple</td></tr></tbody></table>						Valores Obtenidos (V AC)			Promedio (V AC)	Rango permitido	Conclusión	221,74	221,26	224,40	222,47	198 VAc a 242 VAc	Cumple
Valores Obtenidos (V AC)			Promedio (V AC)	Rango permitido	Conclusión												
221,74	221,26	224,40	222,47	198 VAc a 242 VAc	Cumple												
<b>5.2 Vibración</b>																	
Se registro mediante video, el efecto sobre una balanza con resolución de 0,1 mg con cargas sobre ella. Se puede observar que la indicación de la balanza no sufre ningún cambio ante los estímulos o golpes ligeros que se dan sobre la estructura de la mesa. Por lo cual se puede concluir que los efectos vibratorios son despreciables para el buen desempeño de las balanzas.																	

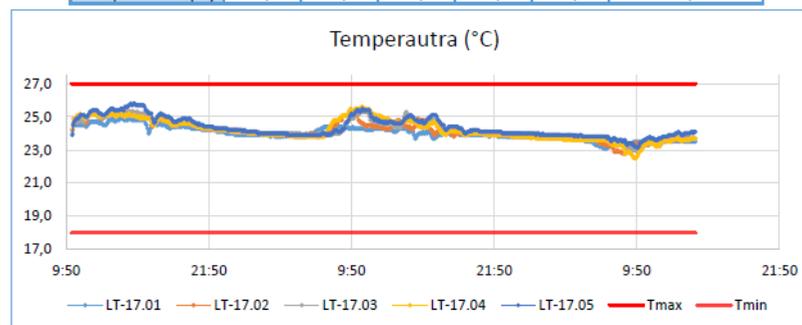
## Figura 56

### Informe de instalaciones del laboratorio de masa de la empresa SIMSAC

#### 5.3 Temperatura Ambiental y humedad ambiental

El mapeo de las condiciones de temperatura se realizó con un aforo promedio de 2 personas (como máximo 4 por periodo de 30 minutos), en esta ocasión el aire acondicionado estuvo apagado para el estudio realizado.

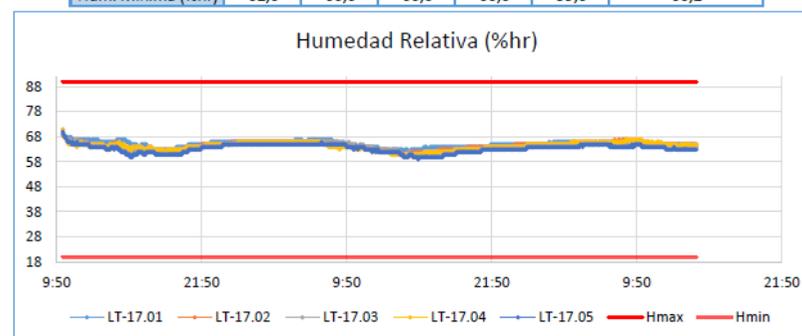
Rango permitido						
18 °C a 27 °C						
Posiciones						Promedio
	1	2	3	4	5	(°C)
Temp. Maxima (°C)	24,9	25,3	25,3	25,6	25,8	25,4
Temp. Mínima (°C)	23,1	22,8	22,9	22,5	23,1	22,9



#### 5.4 Humedad Relativa

El mapeo de las condiciones de humedad relativa se realizó con un aforo promedio de 2 personas (como máximo 4 por periodo de 30 minutos). Para el estudio realizado no fue necesario el uso del deshumecedor del laboratorio.

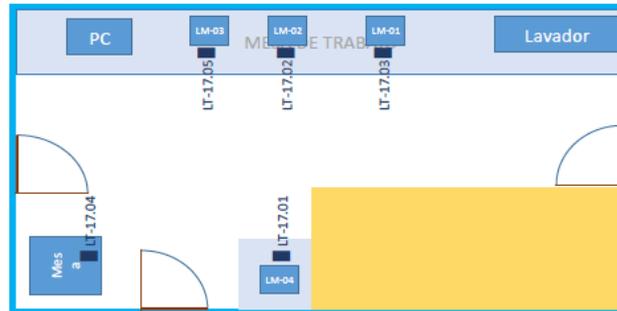
Rango permitido						
No condensación						
Posiciones						Promedio
	1	2	3	4	5	
Hum. Maxima (%hr)	69,0	69,0	71,0	71,0	70,0	70,0
Hum. Mínima (%hr)	62,0	60,0	60,0	60,0	59,0	60,2



## Figura 57

### Informe de instalaciones del laboratorio de masa de la empresa SIMSAC

#### 6. Distribución de Registradores



#### 7. Equipos utilizados

##### 7.1 Registradores de temperatura y humedad

Equipo	Identificación	Certificado	Trazabilidad
Registrador de temperatura y humedad	LT-17.01	T21-226-6	SIMSAC
	LT-17.02	T21-226-7	SIMSAC
	LT-17.03	T21-226-8	SIMSAC
	LT-17.04	T21-226-9	SIMSAC
	LT-17.05	T21-226-10	SIMSAC
Termohigrómetro	EC-09	LH-066-2021	INACAL-DM

##### 7.2 Multímetro Digital

Equipo	Identificación	Certificado	Trazabilidad
Multímetro	LE-01	LE-029-2021	INACAL-DM

#### 8. Conclusiones y Observaciones:

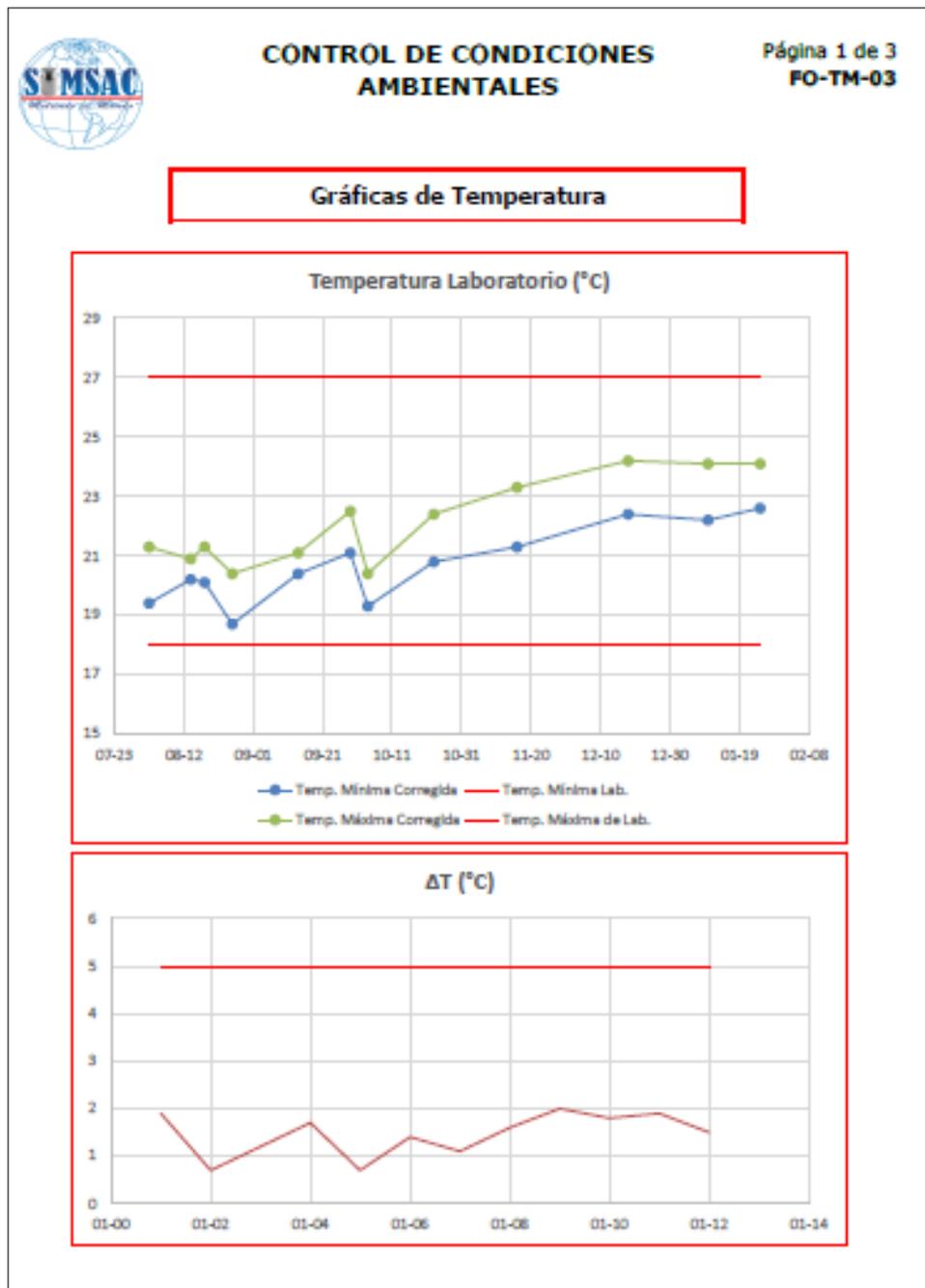
- Se observa que las instalaciones del laboratorio tiene una temperatura promedio máxima de 25,4 °C y una temperatura promedio mínima de 22,9 °C; estos valores estan dentro de los permitidos para el cumplimiento del procedimiento de calibración.
- Se observa una variación de temperatura de  $\pm \Delta 2$  °C durante en periodo de 12 h, este valor es menor a las tolerancias de variación de 3 °C/h y 5 °C/12 h requeridas por el procedimiento de calibración. Por lo cual se está cumpliendo con el requerimiento del procedimiento.
- Aunque el procedimiento de calibración y el procedimiento PR-TM-02 no especifican limites de humedad, solo para fines de estudio se han considerado los valores de 90 %hr y 20 %hr como valores extremos.
- Durante el estudio realizado no se apreció condensación sobre las superfcie de trabajo y/o equipos por lo cual las condensaciones que se pueden sufrir debido a repentinos cambios de temperatura no se ven apreciados.

Lima, 18 de abril del 2022

  
Adriano Gálvez  
Jefe de Metrología

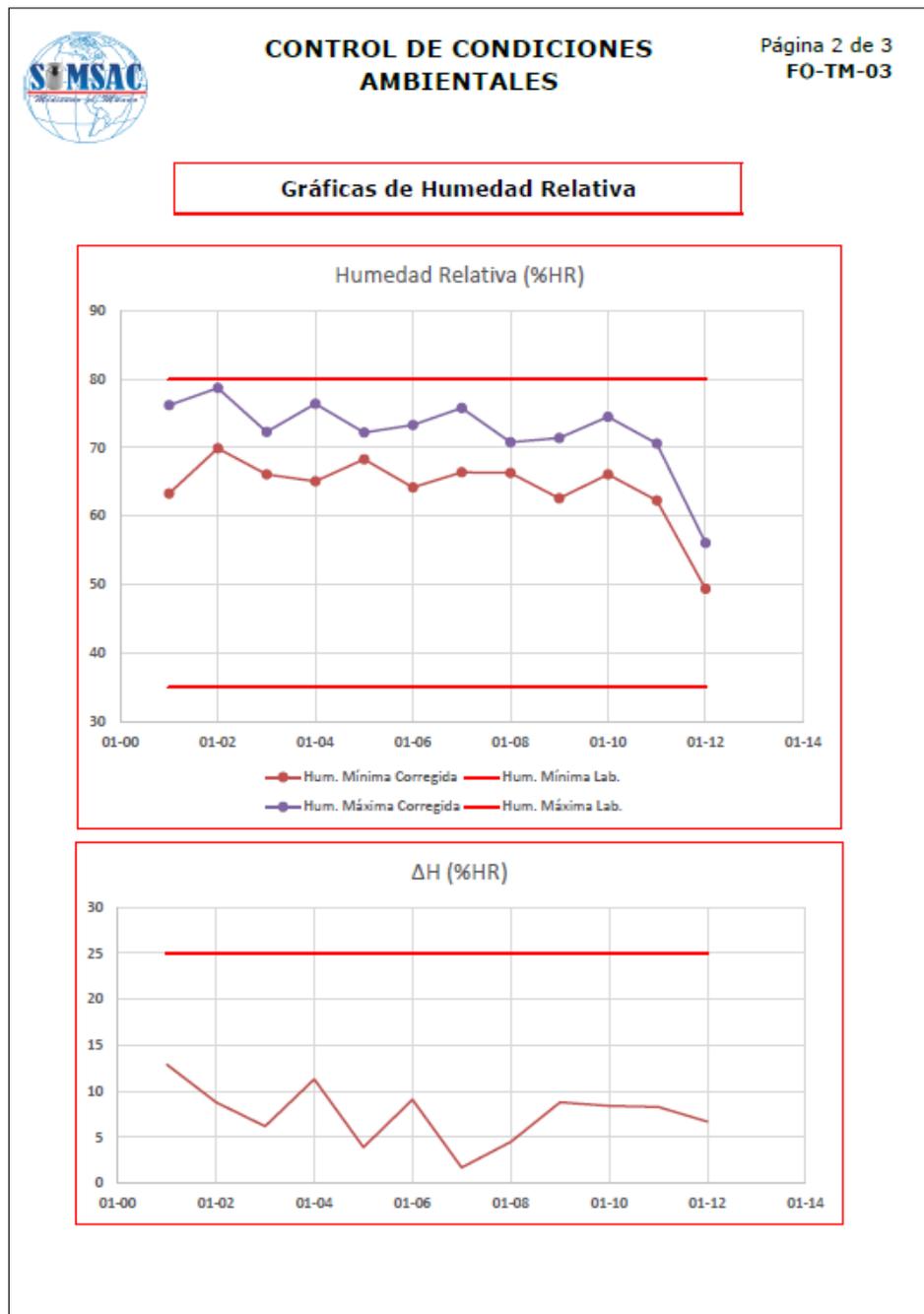
Figura 58

Carta control de condiciones ambientales de la empresa SIMSAC



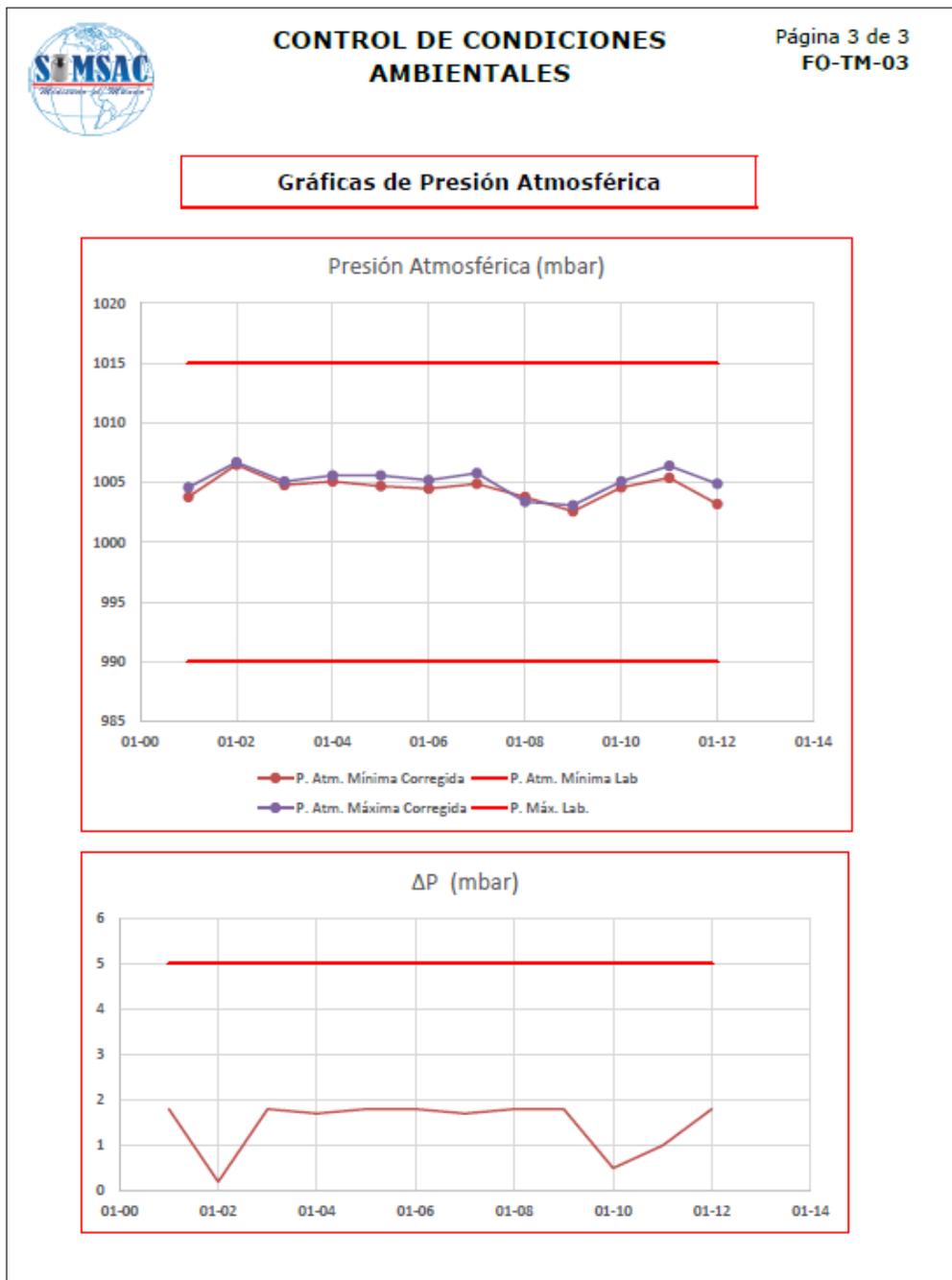
**Figura 59**

*Carta control de condiciones ambientales de la empresa SIMSAC*



**Figura 60**

*Carta control de condiciones ambientales de la empresa SIMSAC*



- **Actividades desarrolladas del procedimiento interno PR-TM-06 Aseguramiento de la validez**

Las actividades de aseguramiento de la validez son realizadas para confirmar que la ejecución de los procedimientos internos se encuentran bajo control. Algunas de las actividades que el laboratorio SIMSAC a establecido para el control buscan detectar posibles desviaciones que puedan afectar la validez de los resultados de las calibraciones realizadas. En la siguiente tabla se presentan algunas de las actividades estipuladas en el procedimiento interno PR-TM-06:

**Tabla 6**

*Actividades de aseguramiento de la validez*

<b>Actividad</b>	<b>procedimiento de calibración</b>
Comprobación funcional de equipos	PC-011, PC-008
Cartas control de equipos	PC-001, PC-011 y PC-008
Revisión de resultados informados	PC-001, PC-011 y PC-008
Comparaciones intermedias de equipos	PC-001
Recalibración de ítem retenido	PC-008
Comparaciones internas	PC-001, PC-008 y PC-011

### 3.1.4.3 Validación de las plantillas de cálculo desarrolladas

Se desarrollaron 03 plantillas de calculo para el procesamiento de la información. Las plantillas de cálculo se desarrollaron en el software de cálculo microsoft excel, con la finalidad de agilizar el proceso de revisión y emisión estos formatos estan automatizados con lenguaje de VBA para excel.

**Figura 61**

*Plantilla de cálculo para calibración según el PC-011*

**Plantilla de Cálculo para balanzas Clase I y II | Versión 02**

N°

Expediente:	Orden de Servicio:	Fecha de Calibración:	Fecha de Emisión:	<input type="button" value="Seleccionar Usuario"/>
SOLICITANTE:				<input type="button" value="Revisión de Resultados"/>
DIRECCIÓN FISCAL:				
DIRECCIÓN SERVICIO:				
MARCA:	CAPACIDAD MÁXIMA:	g	g	g
MODELO:	DIV. DE ESCALA:	g	g	g
SERIE:	DIV. DE VERIFIC.:	g	g	g
CLASE:	COEF. DERIVA. TEMP.:			0,00E+00
TIPO:	ΔT LOCAL:	°C	a	°C
PROCEDENCIA:	CÓDIGO:			
UBICACIÓN:	PATRON AMBIENTAL:			

**INSPECCIÓN VISUAL**

AJUSTE A CERO	ESCALA
OSCILACIÓN LIBRE	CURSOR
PLATAFORMA	NIVELACIÓN
SISTEMA TRABA	

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Temperatura (°C)	Inicial	Final	Humedad (%hr)	Inicial	Final
------------------	---------	-------	---------------	---------	-------

Medición	Carga L <sub>1</sub>			Carga L <sub>2</sub>			
	N°	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Temperatura (°C)	Inicial	Final	Humedad (%hr)	Inicial	Final	Forma de la Plataforma
------------------	---------	-------	---------------	---------	-------	------------------------

Posición de Carga	Carga en Cero (g)	Determinación de E <sub>0</sub>			Determinación de error corregido E <sub>c</sub>				
		I (g)	ΔL (g)	E (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1									0,0000
2									0,0000
3									0,0000
4									0,0000
5									0,0000

Nota: plantilla de cálculo donde procesan los resultados de calibración.

Las plantillas de cálculo desarrolladas se validarán con el fin de comprobar que las fórmulas ahí

**Figura 62**

*Plantilla de cálculo para calibración según el PC-001*

Plantilla de Cálculo para balanzas clase III y IIII | Versión 02

Expediente:

Orden de Servicio:

Fecha de Calibración:

Fecha de Emisión:

Seleccionar Usuario

Revisión Resultados

SOLICITANTE	<input style="width: 98%;" type="text"/>
DIRECCIÓN FISCAL	<input style="width: 98%;" type="text"/>
DIRECCIÓN SERVICIO	<input style="width: 98%;" type="text"/>

MARCA:	<input style="width: 98%;" type="text"/>	CAPACIDAD MÁXIMA	<input style="width: 40px;" type="text"/>	kg	<input style="width: 40px;" type="text"/>	kg	<input style="width: 40px;" type="text"/>	kg
MODELO:	<input style="width: 98%;" type="text"/>	DIV. DE ESCALA	<input style="width: 40px;" type="text"/>	kg	<input style="width: 40px;" type="text"/>	kg	<input style="width: 40px;" type="text"/>	kg
SERIE:	<input style="width: 98%;" type="text"/>	DIV. DE VERIFIC.	<input style="width: 40px;" type="text"/>	kg	<input style="width: 40px;" type="text"/>	kg	<input style="width: 40px;" type="text"/>	kg
CLASE:	<input style="width: 98%;" type="text"/>	COEF. DERIVA. TEMP.	<input style="width: 40px;" type="text"/>		<input style="width: 40px;" type="text"/>		<input style="width: 40px;" type="text"/>	0,00E+00
TIPO:	<input style="width: 98%;" type="text"/>	ΔT LOCAL	<input style="width: 40px;" type="text"/>	°C	<input style="width: 40px;" type="text"/>	a	<input style="width: 40px;" type="text"/>	°C
PROCEDENCIA:	<input style="width: 98%;" type="text"/>	CÓDIGO	<input style="width: 98%;" type="text"/>					

UBICACIÓN:	<input style="width: 98%;" type="text"/>	PATRON AMBIENTAL:	<input style="width: 98%;" type="text"/>
------------	--	-------------------	--

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE A CERO	<input style="width: 98%;" type="text"/>	ESCALA	<input style="width: 98%;" type="text"/>
OSCILACIÓN LIBRE	<input style="width: 98%;" type="text"/>	CURSOR	<input style="width: 98%;" type="text"/>
PLATAFORMA	<input style="width: 98%;" type="text"/>	NIVELACIÓN	<input style="width: 98%;" type="text"/>
SISTEMA TRABA	<input style="width: 98%;" type="text"/>		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura (°C)	<input style="width: 98%;" type="text"/>	<input style="width: 98%;" type="text"/>	Humedad (%hr)	<input style="width: 98%;" type="text"/>	<input style="width: 98%;" type="text"/>

Medición	Carga L <sub>1</sub>			Carga L <sub>2</sub>			Carga L <sub>3</sub>			E (kg)
	I (kg)	ΔL (kg)	kg	I (kg)	ΔL (kg)	kg	I (kg)	ΔL (kg)	kg	
N°										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura (°C)	<input style="width: 98%;" type="text"/>	<input style="width: 98%;" type="text"/>	Humedad (%hr)	<input style="width: 98%;" type="text"/>	<input style="width: 98%;" type="text"/>

Forma de Plataforma

2	5
3	4

Rectangular
-------------

Posición de Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de error corregido E <sub>c</sub>				
	Carga en Cero (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	E <sub>c</sub> (kg)
1									0,0000
2									0,0000
3									0,0000
4									0,0000
5									0,0000

Nota: plantilla de cálculo donde procesan los resultados de calibración.

91

**Figura 63**

Plantilla de cálculo para calibración según el PC-008

Plantilla de calculo para calibración de Pesas de Trabajo Clase M2; M2-3; M3   Versión 01															
		N°		<input type="text"/>									Importar Datos		
Expediente		Orden de Servicio		Fecha de Calibración			Fecha de Emisión								
Solicitante										Revisión Resultados					
Dirección															
Equipo				Alcance											
Marca				Identificación											
Modelo				Clase											
Serie				Material											
Procedencia				Forma											
		Inicial		Final						Inicial		Final			
		Temperatura (°C)								Temperatura (°C)					
		Humedad (%HR)								Humedad (%HR)					
		P. Atmosférica (mbar)								P. Atmosférica (mbar)					
0															
N°	Código	Valor Nominal	EMP	I. Patrón (g)	I. Pesa (g)	I. Patrón (g)	Desviación	Se realizó Ajuste	I. Patrón (g)	I. Pesa (g)	I. Patrón (g)	Desviación			
1	---		#N/D				#N/D					#N/D			
2			#N/D				#N/D					#N/D			
3			#N/D				#N/D					#N/D			
4			#N/D				#N/D					#N/D			
5			#N/D				#N/D					#N/D			
6			#N/D				#N/D					#N/D			
7			#N/D				#N/D					#N/D			
8			#N/D				#N/D					#N/D			
9			#N/D				#N/D					#N/D			
10			#N/D				#N/D					#N/D			
11			#N/D				#N/D					#N/D			
12			#N/D				#N/D					#N/D			
13			#N/D				#N/D					#N/D			
14			#N/D				#N/D					#N/D			
15			#N/D				#N/D					#N/D			
16			#N/D				#N/D					#N/D			
17			#N/D				#N/D					#N/D			
18			#N/D				#N/D					#N/D			
19			#N/D				#N/D					#N/D			
20			#N/D				#N/D					#N/D			
21			#N/D				#N/D					#N/D			
22			#N/D				#N/D					#N/D			
23			#N/D				#N/D					#N/D			
24			#N/D				#N/D					#N/D			
25			#N/D				#N/D					#N/D			
Observaciones															
Se colocó etiqueta autoadhesiva con la indicación de calibrado en la caja de la pesa										No					
Este certificado de calibración reemplaza a otro										No		Nro. Certificado		Fecha de Emisión	
Se le asignó código al equipo										No					
Fecha de próxima calibración es:										<input type="text"/>					
El instrumento se encuentra ubicado en el área de:										<input type="text"/>					
<input type="text"/>				<input type="text"/>				Alan Araujo							
Calibrado Por				Digitado por				Revisado Por							

Nota: plantilla de cálculo donde procesan los resultados de calibración.

programadas esten de acuerdo al procedimiento de calibración y si cumplen con las funciones lógicas para las que fueron realizadas.

En las siguientes figuras se muestran parte de los informes de validación que se elaboraron como resultado de esta actividad.

**Figura 64**

*Informe de validación de la plantilla de cálculo PC-001*



## INFORME DE VALIDACIÓN PCA.02 Versión 01

**1. OBJETIVO**

Comprobar que los cálculos realizados por la plantilla diseñada para el procesamiento de los resultados de las calibraciones de balanzas clase III y IIII con el PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII, Primera Edición, mayo 2019, Inacal.

**2. ALCANCE**

Este informe abarca a la plantilla PCA.02 PC-001{Versión 01} diseñada en SIMSAC para el procesamiento de la información de los datos obtenidos.

**3. REFERENCIAS**

3.1 PR-TM-03 "Control de Datos"  
3.2 PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII, Primera Edición, mayo 2019, Inacal.

**4. DESCRIPCIÓN**

Para la validación compararan los resultados de los cálculos obtenidos en la plantilla de cálculo, con los obtenidos con el software R-commander.

El criterio de aceptación será que los resultados deben ser comparables hasta dos decimales más de los que se desean presentar.

Se comprobarán los resultados para dos tipos de balanzas, una de 01 intervalo y de 03 intervalos. Los resultados para la primera balanza deben compararse hasta el sexto decimal y para la segunda mínimo hasta el 04 decimal.

**5. DESARROLLO**

**5.1 Comprobación para una balanza de 01 intervalo**

**5.1.1 Datos de la calibración**

**Ensayo de Repetibilidad**

Carga= 250 kg		Carga = 500 kg	
I (kg)	DL(kg)	I(kg)	DL(kg)
250,00	0,01	499,90	0,03
250,00	0,02	499,90	0,04
250,00	0,04	500,10	0,05
250,10	0,07	500,10	0,06
250,10	0,04	500,00	0,06
250,10	0,08	500,00	0,05
250,10	0,04	500,00	0,06
250,10	0,05	500,10	0,06
250,10	0,08	500,10	0,06
250,00	0,07	499,90	0,06

**Figura 65**

Informe de validación de la plantilla de cálculo PC-001



## INFORME DE VALIDACIÓN PCA.02 Versión 01

En este caso como los errores son exactos, no es necesario comparar hasta el sexto decimal.

```

> datos=read.table(file.choose(),head=T)
> attach(datos)
> datos
  I1  DL1  I2  DL2
1 250.0 0.01 499.9 0.03
2 250.0 0.02 499.9 0.04
3 250.0 0.04 500.1 0.05
4 250.1 0.07 500.1 0.06
5 250.1 0.04 500.0 0.06
6 250.1 0.08 500.0 0.09
7 250.1 0.04 500.0 0.06
8 250.1 0.08 500.1 0.06
9 250.1 0.08 500.1 0.06
10 250.0 0.07 499.9 0.06
            
```

```

> E1=I1-250+0.5*0.1-DL1
> E2=I2-500+0.5*0.1-DL2
> R=data.frame(E1,E2)
> R
   E1  E2
1  0.04 -0.03
2  0.03 -0.09
3  0.01  0.10
4  0.08  0.09
5  0.11 -0.01
6  0.07  0.00
7  0.11 -0.01
8  0.10  0.09
9  0.07  0.09
10 -0.02 -0.11
            
```

Figura 1

### 5.1.3 Determinación de los errores de Excentricidad

Los errores obtenidos en el ensayo de repetibilidad por el software R y la plantilla de cálculo se presenta a continuación:

Carga= 0,1 kg		Carga = 180 kg		Error Corregido	
E (kg) Excel	E (kg) R	E (kg) Excel	E (kg) R	Ec (kg) Excel	Ec (kg) R
0,00	0.00	0,01	0.01	0,01	0.01
-0,02	-2.000e-02	0,00	0.00	0,02	0.02
0,01	1.000e-02	-0,12	-0.12	-0,13	-0.13
0,00	0.00	-0,10	-0.10	-0,10	-0.10
0,01	1.000e-02	0,09	0.09	0,08	0.08
<b>Celdas</b>	<b>Datos!J53: K57</b>	<b>Celdas</b>	<b>Datos!R53: S57</b>	<b>Celdas</b>	<b>Datos!T53: U57</b>

Tabla 2

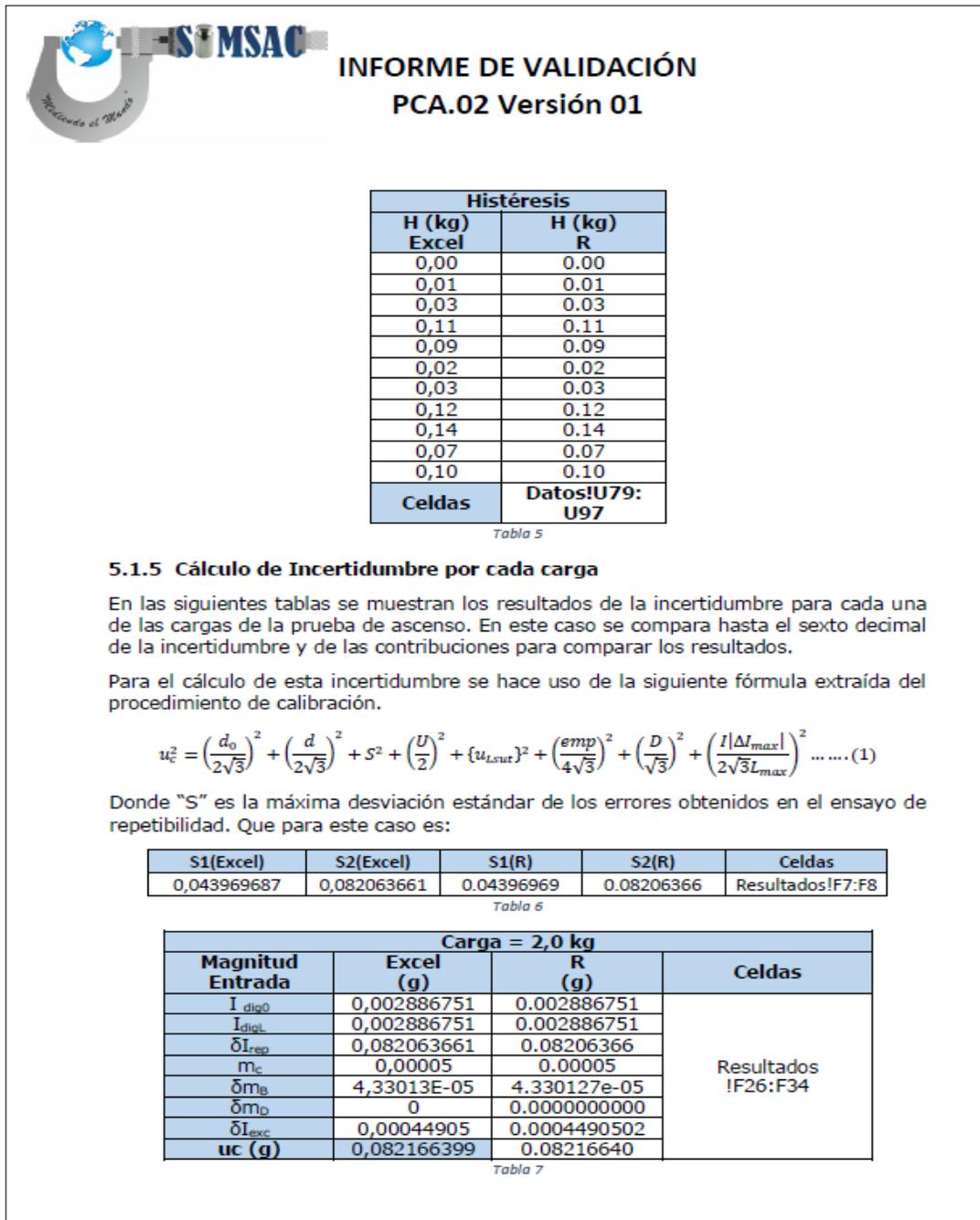
```

> datos
  I0  D0  I1  DL
1 0.1 0.05 180.0 0.04
2 0.1 0.07 180.0 0.05
3 0.1 0.04 179.9 0.07
4 0.1 0.05 179.9 0.05
5 0.1 0.04 180.1 0.06
>
> E0=I0+0.5*0.1-D0-0.1
> E1=I1+0.5*0.1-DL-180
> EC=E1-E0
> REX=data.frame(E0,E1,EC)
> REX
      E0      E1      EC
1 1.387779e-17  0.01  0.01
2 -2.000000e-02  0.00  0.02
3 1.000000e-02 -0.12 -0.13
4 1.387779e-17 -0.10 -0.10
5 1.000000e-02  0.05  0.05
>
            
```

Figura 2

**Figura 66**

Informe de validación de la plantilla de cálculo PC-001



**Figura 67**

Informe de validación de la plantilla de cálculo PC-001



## INFORME DE VALIDACIÓN

### PCA.02 Versión 01

Donde:

$$P_j = \frac{1}{u_{ef}^2} \dots \dots 3$$

La ecuación de para la corrección del usuario quedaría:

$$R = R - E_{aprox}$$

Donde:

$$E_{aprox} = R\alpha_1$$

Los resultados obtenidos de las pendientes se muestran a continuación:

a1(Excel)	a1(R)	Celdas
0,000187521	0.0001875213	Resultados!Q22

Tabla 17

La incertidumbre de la Eaprox está determinada por la siguiente ecuación:

$$u(E_{aprox}) = u^2(R)\alpha_1^2 + R^2u^2(\alpha_1) \dots \dots 4$$

Donde:

$$u^2(R) = \left(\frac{d_a}{2\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{d}{2\sqrt{3}}\right)^2 + S^2 \dots \dots 5$$

$$u^2(\alpha_1) = \frac{1}{\sum_j P_j I_j^2} \dots \dots 6$$

Las incertidumbres de las ecuaciones 5 y 6 se muestran en la siguiente tabla.

Magnitud	(Excel)	(R)	Celdas
u(a1)	0,000133989	0.0001339888	Resultados!M26
u(R)	8,401111E-03	0.008401111	Resultados!O26

Tabla 18

```

> datos
      I      EC      U
1 100.1  0.0771996  0.08524967
2 150.1  0.0946996  0.08895190
3 200.0 -0.0257004  0.09387439
4 250.0 -0.0371004  0.09586766
5 300.1  0.0903996  0.10674017
6 350.1  0.0993996  0.11433689
7 400.1  0.0691996  0.12230874
8 500.1  0.0863996  0.14020592
> a1=sum(I*EC*(1/U)^2)/sum((1/U)^2*I^2)
> a1
[1] 0.0001875213
> ual=sqrt(1/sum((1/U)^2*I^2))
> ual
[1] 0.0001339888
                    
```

Figura 5

**Figura 68**

*Informe de validación de la plantilla de cálculo PC-001*



## INFORME DE VALIDACIÓN

### PCA.02 Versión 01

**6. CONCLUSIÓN**

- Los resultados comparados hasta un sexto decimal muestran concordancia cumpliendo con el criterio para poder declarar que la plantilla PCA.02 PC-001 {Versión 01} procesa los datos de las calibraciones de acuerdo con lo establecido en el procedimiento de calibración PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII", Primera Edición, 2019, INACAL.

**7. ANEXOS**

- PAC.02 PC-001 {1 intervalo} (Excel)
- PAC.02 PC-001 {3 Intervalos} (Excel)
- PAC.02 PC-001 {Suplementaria} (Excel)
- Códigos R {1 intervalo y 3 intervalos} (Texto)
- Datos de carga {1 intervalo y 3 intervalos} (Texto)
- Datos de excentricidad {1 intervalo y 3 intervalos} (Texto)
- Incertidumbre por carga {1 intervalo y 3 intervalos} (Texto)
- Pendiente y  $u_{a1}$  {1 intervalo y 3 intervalos} (Texto)
- $u$  Pesada {1 intervalo y 3 intervalos} (Texto)
- UR {1 intervalo y 3 intervalos} (Texto)

San Martín de Porres, 06 de mayo del 2020



---

**Adriano Gálvez Villaseca**  
**Responsable de Laboratorio**

---

**Fin del Documento**

**Figura 69**

*Informe de validación de la plantilla de cálculo PC-008*



**SIMSAC**

## INFORME DE VALIDACIÓN

### PCA.01 Versión 01

**1. OBJETIVO**

Comprobar que los cálculos realizados por la plantilla diseñada para el procesamiento de los resultados de pesas de trabajo clase M<sub>2</sub>, M<sub>2-3</sub>, M<sub>3</sub> con el PC-008 "Procedimiento para la calibración de pesas de trabajo clase M<sub>2</sub>, M<sub>2-3</sub>, M<sub>3</sub>" Segunda Edición, 2009, Indecopi.

**2. ALCANCE**

Este informe abarca a la plantilla PCA.03 PC-008{Versión 01} diseñada en SIMSAC para el procesamiento de la información de los datos obtenidos.

**3. REFERENCIAS**

3.1 PR-TM-03 "Control de Datos"  
3.2 PC-008 "Procedimiento para la calibración de pesas de trabajo clase M<sub>2</sub>, M<sub>2-3</sub>, M<sub>3</sub>" Segunda Edición, 2009, Indecopi.

**4. DESCRIPCIÓN**

Para la validación compararan los resultados de los cálculos obtenidos en la plantilla de cálculo, con los obtenidos con el software R-commander.

El criterio de aceptación será que los resultados deben ser comparables hasta dos decimales más de los que se desean presentar.

Se comprobarán los resultados para 03 pesas, una de 01 intervalo y de 03 intervalos. Para facilidad todos los resultados se comparan hasta el 06 decimal, que el máximo requerido para esta plantilla de cálculo.

**5. DESARROLLO**

**5.1 Comprobación para una balanza de 01 intervalo**

**5.1.1 Datos de la calibración**

Indicación antes del ajuste			
Valor Nominal	Indicación del Patrón	Indicación de la pesa	Indicación del Patrón
1 g	1,0002	0,9997	1,0002
200 g	199,9996	199,9999	199,9996
10 kg	10000,1	10001,7	10000,2
Indicación después del ajuste			
10 kg	10000,1	10000,4	10000,2

**5.1.2 Datos de los patrones**

Indicación antes del ajuste			
Valor Nominal	Desviación (g)	Deriva (g)	Incertidumbre (g)
1 g	0,000001	-0,000001	0,000006
200 g	0,00006	0,00001	0,0003
10 kg	0,004	0,0004	0,016

**Figura 70**

Informe de validación de la plantilla de cálculo PC-008



## INFORME DE VALIDACIÓN

### PCA.01 Versión 01

**5.1.5 Determinación de la incertidumbre**

Para calcular la incertidumbre de la calibración se hará uso de la siguiente fórmula.

$$U = \sqrt{S^2 + \left(\frac{d}{\sqrt{6}}\right)^2 + \left(\frac{U_m}{2}\right)^2 + \left(\frac{Der_m}{\sqrt{3}}\right)^2} \dots \dots (2)$$

Los resultados de las incertidumbres de las calibraciones se presentan en la siguiente tabla.

Resultados en Excel						
Valor Nominal	S (g)	D (g)	U (g)	Deriva (g)	u <sub>c</sub> (g)	U (K=2)
1 g	0,00005671	4,08248E-05	0,000003	-5,7735E-07	0,000069943	0,139886 mg
200 g	0,00006432	4,08248E-05	0,00015	5,7735E-06	0,000168336	0,336672 mg
10 kg	0,0211	0,040824829	0,008	0,00023094	0,046646865	0,0932937 g

Resultados en R						
1 g	5.671e-05	4.082483e-05	3.0e-06	-5.773503e-07	6.994301e-05	0.0001398860
200 g	6.432e-05	4.082483e-05	1.5e-04	5.773503e-06	1.683362e-04	0.0003366723
10 kg	2.110e-02	4.082483e-02	8.0e-03	2.309401e-04	4.664686e-02	0.0932937297

**Celdas Incertidumbre!J4:O6**

Tabla 2

```

> datos
      S      d      U      Der
1 5.671e-05 1e-04 6.0e-06 -1e-06
2 6.432e-05 1e-04 3.0e-04 1e-05
3 2.110e-02 1e-01 1.6e-02 4e-04
> uS=S
> ud=(d/sqrt(6))
> uU=U/2
> uDer=Der/sqrt(3)
> UC=sqrt(uS^2+(ud)^2+(uU)^2+(uDer)^2)
> UEXP=2*UC
> RU=data.frame(uS,ud,uU,uDer,UC,UEXP)
> RU
      uS      ud      uU      uDer      UC      UEXP
1 5.671e-05 4.082483e-05 3.0e-06 -5.773503e-07 6.994301e-05 0.0001398860
2 6.432e-05 4.082483e-05 1.5e-04 5.773503e-06 1.683362e-04 0.0003366723
3 2.110e-02 4.082483e-02 8.0e-03 2.309401e-04 4.664686e-02 0.0932937297
                    
```

Figura 2

**5.2 Determinación de las condiciones ambientales**

Para la comprobación de los resultados de las condiciones ambientales, se comparan los resultados hasta una cantidad de 03 decimales.

Las pendientes e intercepción con el eje del ajuste de las condiciones ambientales se estiman a partir de los siguientes datos:

## Figura 71

Informe de validación de la plantilla de cálculo PC-008

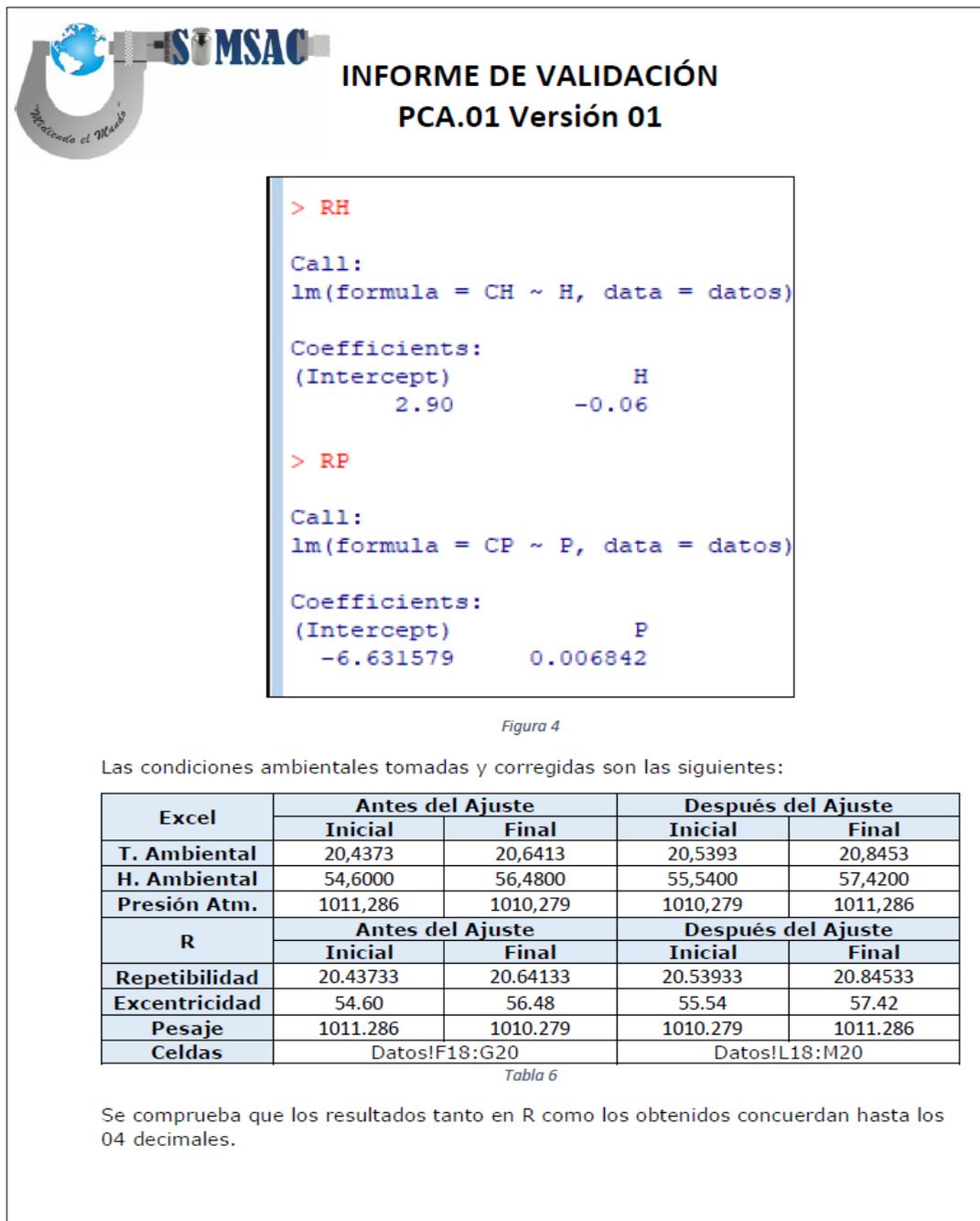


Figura 4

Las condiciones ambientales tomadas y corregidas son las siguientes:

Excel	Antes del Ajuste		Después del Ajuste	
	Inicial	Final	Inicial	Final
<b>T. Ambiental</b>	20,4373	20,6413	20,5393	20,8453
<b>H. Ambiental</b>	54,6000	56,4800	55,5400	57,4200
<b>Presión Atm.</b>	1011,286	1010,279	1010,279	1011,286
R	Antes del Ajuste		Después del Ajuste	
	Inicial	Final	Inicial	Final
<b>Repetibilidad</b>	20.43733	20.64133	20.53933	20.84533
<b>Excentricidad</b>	54.60	56.48	55.54	57.42
<b>Pesaje</b>	1011.286	1010.279	1010.279	1011.286
<b>Celdas</b>	Datos!F18:G20		Datos!L18:M20	

Tabla 6

Se comprueba que los resultados tanto en R como los obtenidos concuerdan hasta los 04 decimales.

## Figura 72

Informe de validación de la plantilla de cálculo PC-008

		<b>INFORME DE VALIDACIÓN PCA.01 Versión 01</b>	
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b>			
Laboratorio de Masa		CC-099-2020	
<b>RESULTADOS ANTES DEL AJUSTE</b>			
	<b>Identificación</b>	<b>Valór Nominal</b>	<b>(±)EMP</b>
	3	10 kg + 1,55 g	1,6 g
<b>Fin del documento</b>			

Figura 8

**6. CONCLUSIÓN**

- Los resultados comparados hasta un sexto decimal muestran concordancia cumpliendo con el criterio para poder declarar que la plantilla PCA.03 PC-008{Versión 01} procesa los datos de las calibraciones de acuerdo con lo establecido en el procedimiento de calibración PC-008 "Procedimiento para la calibración de pesas de trabajo clase M<sub>2</sub>, M<sub>2-3</sub>, M<sub>3</sub>" Segunda Edición, 2009, Indecopi.
- El funcionamiento de las macros es adecuado para la presentación de los resultados como se evidencia en las figuras 5 a 8.

**7. ANEXOS**

- PAC.03 PC-008 (Excel)
- Códigos R (Texto)
- C. Ambientales Ajuste (Texto)
- C. Ambientales (Texto)
- Desviaciones (Texto)
- Incertidumbre (Texto)

San Martín de Porres, 06 de mayo del 2020

**Adriano Gálvez Villaseca**  
Responsable de Laboratorio

---

**Fin del Documento**

### 3.1.4.4 Verificar que se cumplen con los requisitos de la NTP ISO/IEC 17025 y que se estén ejecutando bien los procedimientos de calibración

Para la verificación de que el método se está aplicando de manera correcta y que se cumplen con los requisitos de la NTP ISO/IEC 17025, se utilizó como ayuda del formato FO-TM-23 "Verificación de Método" el cual ayuda a resumir las evidencias de las actividades realizadas.

- Verificación del procedimiento de calibración PC-001

**Figura 73**

*Verificación de método para el procedimiento PC-001*

		<b>LISTA DE VERIFICACIÓN</b>		Página 1 de 2 FO-TM-23	
<b>LABORATORIO DE MASA</b>		<b>PC-001: "PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS DE PESAJE DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO CLASE III y IIII", Edición 1, Mayo 2019, INACAL-DM.</b>			
Requisito	Descripción	Evidencia			
Personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal Autorizado para la calibración</li> <li>Personal Autorizado para la firma del certificado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal Autorizado para la calibración: Alan Araujo, Jose Araujo, Adriano Gálvez</li> <li>Personal autorizado según el procedimiento PR-TM-01 Autorización de Personal Técnico.</li> <li>Personal Autorizado para la firma del certificado: Alan Araujo (Suplente) , Adriano Gálvez</li> </ul>			
Instalaciones y condiciones ambientales	No aplica	No aplica			
Equipamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pesas M2 y M1 hasta una capacidad de 1000 kg</li> <li>Termómetro ambiental con exactitud de <math>\pm 0,5</math> °C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SIMSAC cuenta con                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pesas de 20 kg (50), calibradas y trazables, con código P20</li> <li>- Pesas de 10 kg (3); calibradas, con código P10</li> <li>- Pesas de 5 kg (3); calibradas, con código P5</li> <li>- Juego de Pesas de 1 g a 2 kg, con código JPM2-01</li> <li>- Termohigrómetros para la medición de condiciones ambientales con código EC-01 y EC-03.</li> </ul> </li> <li>Los equipos destinados para este procedimiento cumplen con los requisitos, las incertidumbres de las pesas patrón utilizadas son iguales a <math>U = 1/3</math> del EMP.</li> <li>Las correcciones de los termohigrómetros son para el parámetro de temperatura son menores a <math>\pm 0,5</math> °C.</li> </ul>			
Aseguramiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comparaciones Intralaboratorio</li> <li>Comprobaciones Intermedias</li> <li>Comparaciones externas</li> <li>Cartas control</li> <li>Revisión de resultados Informados</li> </ul>	SIMSAC cuenta con FO-TM-10 Programa de Aseguramiento de la Validez y con el procedimiento PR-TM-06 Aseguramiento de la Validez. <ul style="list-style-type: none"> <li>Comparaciones Intralaboratorio: IF-CI-01-2021 del procedimiento PC-001.</li> <li>Comparaciones Intermedias: Las pesas P20, P10, P5 y JPM2-01, EC-03, EC-01 cuentan con comprobaciones Intermedias.</li> <li>Comparaciones externas: Informe Intercomparación N 002 Balanzas Oct 202.</li> <li>Cartas control: Los equipos EC-01 y EC-03, JPM2-01 cuentan con cartas de control de equipos.</li> <li>Revisión de resultados: Se cuenta con FO-TM-25 Revisión de resultados Informados en cual se registran los hallazgos de la revisión de los resultados realizada.</li> </ul>			
Trazabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Carta de trazabilidad</li> <li>Programa de equipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SIMSAC cuenta con FO-TM-07 Carta de Trazabilidad, en cual se registra la cadena de trazabilidad de las calibraciones realizadas.</li> <li>En el FO-TM-04 Programa de Patrones se registran las evidencias de las calibraciones y su programación-</li> </ul>			

Version 01  
Julio-2021

**Figura 74**

*Verificación de método para el procedimiento PC-001*

		LISTA DE VERIFICACIÓN	Página 2 de 2 FO-TM-23
<b>Informe de Resultados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Título</li> <li>• Nombre y dirección del laboratorio</li> <li>• Lugar de las actividades</li> <li>• Identificación de partes y clara de final</li> <li>• Nombre del cliente</li> <li>• Método</li> <li>• Identificación del ítem</li> <li>• Fecha de calibración</li> <li>• Fecha de emisión</li> <li>• Declaración de resultados son válidos solo para el ítem</li> <li>• Resultados de medición y unidades.</li> <li>• Personas que autorizan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SIMSAC cuenta con FO-TM-12 "Certificado de Calibración", en el cual se establecen todos los requisitos para la presentación de resultados, estos están de acuerdo a los requisitos de la norma y de la directrices para la presentación de los resultados.</li> </ul>	
<b>Incertidumbre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Según PC-001</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SIMSAC cuenta con PAC.02 PC-001 Plantilla de Cálculo (Balanzas III y IIII) la cual ha sido diseñada para el tratamiento de los datos, resultados de las calibraciones. Esta plantilla cuenta con Informe de Validación PCA.02 Versión 01 en el cual sea comprobado la estimación de la incertidumbre de calibración según lo estipulado el PC-001.</li> <li>Las incertidumbres (del error corregido) estimadas son menores a la tercera parte del EMP de las balanzas que se desean calibrar.</li> </ul>	

Versión 01  
Julio-2021

- Verificación del procedimiento de calibración PC-011

**Figura 75**

*Verificación de método para el procedimiento PC-011*

		LISTA DE VERIFICACIÓN	Página 1 de 2 FO-TM-23
<b>LABORATORIO DE MASA</b>		<b>PC-011: "PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS DE PESAJE DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO CLASE I Y II". Cuarta Edición, abril 2010, INDECOPI.</b>	
Requisito	Descripción	Evidencia	
<b>Personal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal Autorizado para la calibración</li> <li>• Personal Autorizado para la firma del certificado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal Autorizado para la calibración: Alan Araujo, Jose Araujo, Adriano Gálvez</li> <li>• Personal autorizado según el procedimiento PR-TM-01 Autorización de Personal Técnico.</li> <li>• Personal Autorizado para la firma del certificado: Alan Araujo (Suplente), Adriano Gálvez</li> </ul>	
<b>Instalaciones y condiciones ambientales</b>	No aplica	No aplica	
<b>Equipamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesas E2 y F1.</li> <li>• Termómetro de contacto con exactitud de 0,1 °C</li> <li>• Termómetro ambiental con exactitud de ± 0,1 °C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SIMSAC cuenta con                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Juego de pesas E2 ( 1 mg a 2 kg ) con código JPE2-01</li> <li>- Pesa F1 (5 kg) con código PF1-01</li> <li>- Pesa F1 (10 kg) con código PF1-02</li> <li>- Pesa F1 (20 kg) con código PF1-03</li> <li>- Termómetros para la medición de condiciones ambientales con código EC-01 y EC-03.</li> <li>- Termómetro de contacto EC-06 con resolución (0,1 °C)</li> </ul> </li> <li>Los errores de las pesas son menores a los requeridos por el procedimiento de calibración, se cumple la relación que, para una balanza de 30 kg con un EMP de 300 mg, los errores del patrón son menores a los 100 mg.</li> </ul>	
<b>Aseguramiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparaciones intralaboratorio</li> <li>• Comparaciones Intermedias</li> <li>• Comparaciones externas</li> <li>• Cartas control</li> <li>• Revisión de resultados Informados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SIMSAC cuenta con FO-TM-10 Programa de Aseguramiento de la Validez y con el procedimiento PR-TM-06 Aseguramiento de la Validez.</li> <li>• Comparaciones intralaboratorio: IF-CI-03-2021 del procedimiento PC-011.</li> <li>• Comparaciones intermedias: No se aplico hasta la fecha este aseguramiento.</li> <li>• Comparaciones externas: Informe Intercomparación N 002 Balanzas Oct 202.</li> <li>• Cartas control: Los equipos PF1-01; PF1-02; PF1-03; JPE2-01; EC-06</li> <li>• Revisión de resultados: Se cuenta con FO-TM-25 Revisión de resultados Informados en cual se registran los hallazgos de la revisión de los resultados realizada.</li> </ul>	
<b>Trazabilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carta de trazabilidad</li> <li>• Programa de equipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SIMSAC cuenta con FO-TM-07 Carta de Trazabilidad, en cual se registra la cadena de trazabilidad de las calibraciones realizadas.</li> <li>• En el FO-TM-04 Programa de Patrones se registran las evidencias de las calibraciones y su programación.</li> </ul>	

Versión 01  
Julio-2021

Figura 76

Verificación de método para el procedimiento PC-011

		LISTA DE VERIFICACIÓN	Página 2 de 2 FO-TM-23
<b>Informe de Resultados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Título</li> <li>• Nombre y dirección del laboratorio</li> <li>• Lugar de las actividades</li> <li>• Identificación de partes y clara de final</li> <li>• Nombre del cliente</li> <li>• Método</li> <li>• Identificación del ítem</li> <li>• Fecha de calibración</li> <li>• Fecha de emisión</li> <li>• Declaración de resultados son válidos solo para el ítem</li> <li>• Resultados de medición y unidades.</li> <li>• Personas que autorizan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SIMSAC cuenta con FO-TM-12 "Certificado de Calibración", en el cual se establecen todos los requisitos para la presentación de resultados, estos están de acuerdo a los requisitos de la norma y de la directrices para la presentación de los resultados.</li> </ul>	
<b>Incertidumbre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Según PC -011</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simsac cuenta con PAC.01 PC-011 Plantilla de Cálculo (Balanzas I y II) la cual ha sido diseñada para el tratamiento de los datos, resultados de las calibraciones. Esta plantilla cuenta con Informe de Validación PCA.01 Versión 01 en el cual sea comprobado la estimación de la Incertidumbre de calibración según lo estipulado el PC-011.</li> <li>Las Incertidumbres (del error corregido) estimadas son menores a la tercera parte del EMP de las balanzas que se desean calibrar.</li> </ul>	

Versión 01  
Julio-2021

- Verificación del procedimiento de calibración PC-008

Figura 77

Verificación de método para el procedimiento PC-008

		LISTA DE VERIFICACIÓN	Página 1 de 2 FO-TM-23
<b>LABORATORIO DE MASA</b>		<b>PC-008: "PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE PESAS DE CLASE M<sub>1-3</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>2-3</sub> Y M<sub>3</sub> DE LA NMP-004:2007", Primera edición, abril 2021, INACAL-DM.</b> Fecha: 28 de Enero del 2022	
Requisito	Descripción	Evidencia	
<b>Personal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal Autorizado para la calibración</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal Autorizado para la calibración: Alan Araujo, José Araujo, Adriano Gálvez</li> <li>Personal autorizado según el procedimiento PR-TM-01 Autorización de Personal Técnico.</li> </ul>	
<b>Instalaciones y condiciones ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal Autorizado para la firma del certificado</li> <li>• Procedimiento de condiciones ambientales</li> <li>• Temperatura de 18 °C a 27 °C</li> <li>• Humedad: No condensación</li> <li>• Termómetro ambiental con incertidumbre no mayor a 0,5 °C.</li> <li>• Barómetro con incertidumbre no mayor a 5 mbar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal Autorizado para la firma del certificado: Alan Araujo (Suplente), Adriano Gálvez</li> <li>• SIMSAC cuenta con PR-TM-02 Instalaciones y Condiciones Ambientales y con FO-TM-03 Control de Condiciones Ambientales para el control y registro de las condiciones del laboratorio de masa.</li> <li>• Barotermohigrómetro Testo (EC-08) con incertidumbres de 0,3 °C, 0,3 mbar.</li> <li>Las condiciones ambientales del laboratorio según el informe IF-CA-LM-01 están de acuerdo a los requisitos del procedimiento de calibración.</li> </ul>	
<b>Equipamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesas mínimas requerida M1.</li> <li>• Balanzas                             <ul style="list-style-type: none"> <li>1 g a 200 g (con resolución mínima de 0,2 mg)</li> <li>500 g (con resolución mínima de 5 mg)</li> <li>1 kg a 5 kg (con resolución de 10 mg)</li> <li>10 kg y 20 kg (Con resolución de 0,1 g)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SIMSAC cuenta con                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Juego de pesas F1 (1 mg a 500 g) con código JPRF1-01</li> <li>- Juego de pesas F1 (1 kg a 5 kg) con código JPRF1-02</li> <li>- Pesa F1 (10 kg) con código PRF1-01</li> <li>- Pesa F1 (20 kg) con código PRF1-02</li> <li>- Barotermohigrómetro Testo (EC-08) con incertidumbres de 0,3 °C, 0,3 mbar.</li> <li>- Balanzas con códigos LM-01 (capacidad de 220 g y resolución de 0,1 mg); LM-02 (capacidad de 1000 g y resolución de 1 mg); LM-03 (capacidad de 5200 g y resolución de 10 mg) y LM-04 (Capacidad de 30 kg y resolución de 0,1 g)</li> </ul> </li> <li>Las pesas patrón utilizadas para este procedimiento son de mucha mejor calidad a las mínimas requeridas. Las correcciones de las pesas obtenidas en los certificados de calibración son mucho menores que las incertidumbres de los patrones mínimos requeridos (pesas M1).</li> <li>El patrón ambiental está dentro de las los requeridos por el procedimiento.</li> <li>SIMSAC cuenta con FO-TM-10 Programa de Aseguramiento de la Validez y con el procedimiento PR-TM-06 Aseguramiento de la Validez.</li> <li>• Comparaciones Intralaboratorio: IF-CI-02-2021 del procedimiento PC-008.</li> <li>• Comparaciones Intermedias: No se aplicó hasta la fecha este aseguramiento.</li> <li>• Comparaciones externas: Informe Intercomparación N 002 Balanzas Oct 202.</li> <li>• Cartas control: Los equipos JPRF1-01; JPRF1-02; PRF1-01; PRF1-02; EC-08</li> </ul>	
<b>Aseguramiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparaciones Intralaboratorio</li> <li>• Comparaciones Intermedias</li> <li>• Comparaciones externas</li> <li>• Comparaciones funcionales</li> <li>• Cartas control</li> <li>• Revisión de resultados informados</li> <li>• Recalibración de ítem conservado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparaciones Intralaboratorio: IF-CI-02-2021 del procedimiento PC-008.</li> <li>• Comparaciones Intermedias: No se aplicó hasta la fecha este aseguramiento.</li> <li>• Comparaciones externas: Informe Intercomparación N 002 Balanzas Oct 202.</li> <li>• Cartas control: Los equipos JPRF1-01; JPRF1-02; PRF1-01; PRF1-02; EC-08</li> </ul>	

Versión 01  
Julio-2021

**Figura 78**

Verificación de método para el procedimiento PC-008

		LISTA DE VERIFICACIÓN	Página 2 de 2 FO-TM-23
<b>Trazabilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carta de trazabilidad</li> <li>• Programa de equipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de resultados: Se cuenta con FO-TM-25 Revisión de resultados informados en cual se registran los hallazgos de la revisión de los resultados realizada.</li> <li>• Recalibración: SIMSAC cuenta con FO-TM-27 Recalibración de Item conservados - Pesas</li> <li>• Comprobaciones funcionales: SIMSAC cuenta con FO-TM-26 Comprobación funcional de balances.</li> <li>• SIMSAC cuenta con FO-TM-07 Carta de Trazabilidad, en cual se registra la cadena de trazabilidad de las calibraciones realizadas.</li> <li>• En el FO-TM-04 Programa de Patrones se registran las evidencias de las calibraciones y su programación.</li> </ul>	
<b>Informe de Resultados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Título</li> <li>• Nombre y dirección del laboratorio</li> <li>• Lugar de las actividades</li> <li>• Identificación de partes y clara de final</li> <li>• Nombre del cliente</li> <li>• Método</li> <li>• Identificación del Item</li> <li>• Fecha de calibración</li> <li>• Fecha de emisión</li> <li>• Declaración de resultados son válidos solo para el Item</li> <li>• Resultados de medición y unidades.</li> <li>• Personas que autorizan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SIMSAC cuenta con FO-TM-12 "Certificado de Calibración", en el cual se establecen todos los requisitos para la presentación de resultados, estos están de acuerdo a los requisitos de la norma y de las directrices para la presentación de los resultados.</li> </ul>	
<b>Incertidumbre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Según PC -008</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simsac cuenta con P.A.C.03 PC-008 Plantilla de Cálculo (Pesas) la cual ha sido diseñada para el tratamiento de los datos, resultados de las calibraciones. Esta plantilla cuenta con Informe de Validación P.C.A.03 Versión 01 en el cual sea comprobado la estimación de la Incertidumbre de calibración según lo estipulado el PC-007.</li> </ul> <p>Las Incertidumbres de las calibraciones reportadas son mucho menores a lo mínimo recomendado que es 1/3 del EMP de la pesa a calibrar, las Incertidumbres estimadas son menores de 1/10 del EMP de la pesa a calibrar, debido a la buena exactitud de las pesas utilizadas.</p>	

Versión 01  
Julio-2021

### 3.1.4.5 Obtención de la acreditación bajo la norma NTP ISO/IEC 17025:2017

Implementado los requisitos técnicos y el sistema de gestión del laboratorio, se presentó la documentación al INACAL-DA para que luego de una auditoría documentaria y de campo se pueda obtener la acreditación del laboratorio SIMSAC.

#### Figura 79

Cedula de notificación de acreditación

**PERU** Ministerio de la Producción Instituto Nacional de Calidad INACAL Dirección de Acreditación

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"  
"Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú"

San Isidro, 29 de setiembre de 2022

**CÉDULA DE NOTIFICACIÓN N° 371-2022-INACAL/DA**

**Sector**  
Segundo Hermogenes Araujo Campos  
Representante Legal  
**SERVICIOS INDUSTRIALES Y METROLOGICOS S.A.C. - SIMSAC**  
Jr. Santa María Nro. 339, Urb. Palco  
San Martín de Porres -

**Asunto:** Otorgamiento de la acreditación  
**Referencia:** Expediente N° 0121-2022-DA-E

Cumplo con notificar lo siguiente: **VISTO** los resultados del proceso de Acreditación del:

- Laboratorio de calibración: **SERVICIOS INDUSTRIALES Y METROLOGICOS S.A.C. - SIMSAC**
- Ubicado en: Jr. Santa María Nro. 339, Urb. Palco - San Martín de Porres.

**Y CONSIDERANDO** que luego de la evaluación realizada, la entidad solicitante ha demostrado el cumplimiento de los criterios de acreditación establecidos en la NTP-ISO/IEC 17025:2017 y los documentos normativos de la Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad; por tanto de conformidad con la aprobación del Comité Permanente de Acreditación que consta en el acta<sup>1</sup> de fecha 23 de setiembre de 2022 se resuelve: **OTORQUESE** a **SERVICIOS INDUSTRIALES Y METROLOGICOS S.A.C. - SIMSAC**, la acreditación solicitada<sup>2</sup>, según lo dispuesto en el numeral 5.15 del Procedimiento General de Acreditación.

Al respecto **COMUNIQUESE** lo siguiente:

- a. La acreditación de **SERVICIOS INDUSTRIALES Y METROLOGICOS S.A.C. - SIMSAC**, tiene una vigencia de tres (03) años y se inicia a partir del 30 de setiembre de 2022.
- b. El número de registro asignado a su organismo es el N° LO-061
- c. Se remite un (01) ejemplar del Control de Acreditación N° 040-2022-INACAL-DA y por vía electrónica el cual deberá ser suscrito por el representante legal de la empresa.
- d. A fin de remitir el Certificado de Acreditación que evidencia la acreditación otorgada, debe devolver al INACAL-DA el ejemplar del control debidamente firmado<sup>3</sup>.

Lo que notifico a usted conforme a Ley.

**Atentamente.**

**ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRIA**  
Directora  
Dirección de Acreditación

ACRPA000000  
Adj. Informe Ejecutivo N° 426-2022-DA

1 INACAL-DA  
2 Acuerdo N° 100-CPA-03-2022  
3 El Anexo será remitido por correo electrónico  
4 El control debe ser devuelto en todos los paginas, excepto en la última página.

Calle Las Camelias N° 817 - San Isidro, Lima - Perú  
Teléfono (511) 640 8820  
www.inacal.gob.pe

Nota: Cedula de notificación de acreditación de la empresa SIMSAC.

Figura 80

Certificado de acreditación



Nota: Certificado de acreditación de la empresa SIMSAC.

# IV DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

## 4.1 Discusiones

Para el desarrollo de los documentos internos como parte de los objetivos específicos se revisaron distintos documentos con el fin de orientar las actividades del laboratorio a un cumplimiento armonioso de los requisitos de la norma NTP ISO/IEC 17025:2017. Algunos de los documentos se mencionan lo siguiente:

- Teniendo en cuenta el objetivo de la revisión documentaria y la gran cantidad de requisitos que tiene la norma ISO/IEC 17025, además de las interpretaciones que se pueden derivar de sus distintos requisitos, por lo cual se recurrió a Vasquez (2017) que realiza un análisis de la estructura de la norma, evidenciando los capítulos, y agrupando los requisitos de la norma para cada una de las secciones, e identifica que estas están basadas en el círculo de Deming o "PHVA". Además resalta la importancia de la eficacia en el manejo de la información indicando "además, es necesario e importante establecer un sistema eficaz para el manejo de la documentación, el cual le permita a la empresa en mención, organizar la información y facilitar su búsqueda en un futuro. Por ende, la organización deberá elaborar una lista maestra de documentos, el cual consiste en un sistema de codificación de cada uno de los documentos que se van a utilizar durante la implementación de este sistema".
- En el proceso de elaboración de la documentación se consideró la interpretación brindada por Mora y Lopez (2019) para las distintas secciones o requisitos de la normativa ISO/IEC 17025, como por ejemplo "dentro de los requisitos referentes a los recursos, el laboratorio debe definir las competencias, requisitos de educación, calificación, formación, conocimiento técnico, habilidades y experiencia; es recomendable hacerlo por medio

de un manual de puesto. Las instalaciones y condiciones ambientales del laboratorio deben ser adecuadas para las actividades que se ejecutarán. El equipamiento es otro de los componentes indispensables a la hora de planear: el laboratorio debe contar con el equipo mínimo para poder llevar a cabo el correcto desempeño de las actividades desarrolladas".

- Para el objetivo de elaboración documentaría y generación de la evidencia se consideró el análisis realizado por Mora y Lopez (2019) en la sección 4 de su trabajo, aquí se exponen diagramas de flujo para abordar cada uno de los requisitos de la norma y brinda un visión de como se puede planificar de manera ordenada y estructurada la evidencia necesaria para el cumplimiento de los requisitos.
- MetAs & Metrólogos Asociados (2005) para la validación de hojas de calculó indicó "el método usual de prueba es introducir datos (datos de entrada) en algunas celdas y los valores de otras celdas (datos de salida) son verificados contra los datos esperados. Los datos de entrada puede ser introducidos a mano o leídos de un archivo. Las hojas de cálculo pueden generar datos de salida en formato de impresión de hojas de trabajo y gráficas".
- MetAs & Metrólogos Asociados (2007) consideró "es necesario considerar en todo momento el buen criterio del responsable de la aprobación y emisión de los resultados, respecto a la exactitud, objetividad, claridad e in-ambigüedad de los resultados, con el objeto de que el usuario de los resultados tenga un fácil entendimiento y uso del contenido de los mismos".

## 4.2 Conclusiones

- Cumpliendo con los requisitos de la NTP ISO/IEC 17025 y las especificaciones de las directrices del INACAL-DA, se logró con el objetivo de obtener la acreditación del laboratorio SIMSAC.
- Se implementaron plantillas de cálculo (también llamadas hojas de cálculo) que ayudan a dar celeridad la revisión y el cumplimiento de los requisitos de los procedimientos de calibración y de la normativa.
- Se concluye que para llevar a cabo el proceso de implementación de los requisitos técnicos de manera satisfactoria, es necesario una revisión exhaustiva de la norma técnica, las directrices del INACAL-DA y de los procedimientos de calibración, dado que existen terminologías e interpretaciones especializadas.
- La implementación de los requisitos técnicos no es suficiente para alcanzar la acreditación en la norma ISO/IEC 17025:2017, se deben implementar los requisitos de gestión de la misma normativa.
- Una vez implementado los requisitos técnicos y de gestión de la norma NTP ISO/IEC 17025 se procedió a pasar la auditoría con el INACAL-DA, obteniendo resultados satisfactorios, a pesar de que hubo observaciones menores, estas fueron subsanadas en el proceso de auditoría complementaria.
- Se concluye que la formación de personal es vital en el proceso de implementación. La capacitación y supervisión permanente, antes, durante y después de la obtención de la acreditación es esencial para garantizar la competencia técnica del laboratorio.

## V RECOMENDACIONES

De la experiencia obtenida en el proceso de implementación de los requisitos técnicos en la empresa SIMSAC, se recomienda lo siguiente:

- Los documentos internos elaborados se deben enfocar a la realidad de la empresa y al cumplimiento de la norma ISO 17025.
- Para la elaboración de los documentos internos y formatos se deben considerar los alcances de las directrices y reglamentos publicados por el Inacal-DA.
- El personal responsable de la implementación debe tener conocimiento de la norma 17025 y de sus directrices, se recomienda que este haya llevado cursos de interpretación y documentación de la norma ISO 17025.
- Para una implementación de la normativa de manera armónica, se recomienda la elaboración de programas donde se tomen en cuenta los aspectos de compra de equipos, periodos o tiempos de calibración de patrones, los tiempos para la participación en los ensayos de aptitud, períodos de formación del personal técnico y otros. Todos estos aspectos influyen de manera significativa en el proceso de implementación y el tiempo que esta actividad conlleva.
- La auditoria interna para evaluar el cumplimiento de los requisitos, se debe llevar a cabo una vez realizada la verificación de la implementación del método.
- Para el proceso de verificación del método se utilizó un formato que facilita la verificación de los requisitos técnicos implementados, este puede ser mejorado o enfocado a otros puntos de los requisitos de la norma.

- La CMC (capacidad de medida de calibración) del laboratorio se elaboró de los servicios que se tenían registrados hasta la fecha del proceso de acreditación, esta puede cambiar con el tiempo por lo cual se puede actualizar de manera periódica.
- La auditoria interna debe cubrir todos los requisitos de la normativa ISO 17025, y se debe realizar las veces que sean necesarias para poder asegurar el cumplimiento de los requisitos.
- Los formatos para registrar la evidencia de las actividades del laboratorio fueron enfocados a cumplir con los requisitos de la norma ISO 17025, estos pueden ser modificados o cambiados según las necesidades del laboratorio o según los cambios de las normativas; los cambios se deben realizar enfocandose teniendo en cuenta las exigencias de la normativa vigente.

## VI BIBLIOGRAFÍA

- Alexander Borbón A. y Walter Mora F. (2014). *Edición de textos científicos LATEX* (Instituto Tecnológico de Costa Rica, Ed.; 2nd ed.).
- Centro Español de Metrología. (2008). *Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida*. España.
- Centro Español de Metrología. (2019). *El Sistema Internacional de Unidades*. España.
- Cifuentes Soto, P. F. (2019). *Propuesta de mejoramiento a la operación de los laboratorios de calibración de instrumentos de la empresa IGEMIN LTDA*. Viña del Mar.
- DA-acr-06D INACAL. (2019). *Directriz para la acreditación de ensayo y calibración*. Lima, Perú.
- DA-acr-09D INACAL. (2018). *Directriz para la evaluación de la incertidumbre de la medición*. Lima, Perú.
- DA-acr-12D INACAL. (2018). *Criterios para la trazabilidad de las mediciones*. Lima, Perú.
- DA-acr-13D INACAL. (2020). *Directriz de criterios para la participación en ensayos de aptitud/comparaciones interlaboratorio*. Lima, Perú.
- INACAL. (2012). *Vocabulario internacional de metrología-conceptos básicos y generales, y términos asociados*. Lima, Perú.
- INACAL. (2017). *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración*. Lima, Perú.
- INACAL. (2019). *PC-001 Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII*. Lima, Perú.
- INACAL. (2021). *PC-008 Procedimiento para la calibración de pesas de clases de exactitud  $M_{1-2}$ ,  $M_2$ ,  $M_{2-3}$  y  $M_3$  de la NMP 004:2007*. Lima, Perú.
- INDECOPI. (2007). *NMP-004 Pesas de las de exactitud  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $M_1$ ,  $M_{1-2}$ ,  $M_2$ ,  $M_{2-3}$  y  $M_3$* . Lima, Perú.
- INDECOPI. (2009). *NMP-003 Instrumento de pesaje de funcionamiento no automático*. Lima, Perú.
- INDECOPI. (2010). *PC-011 Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase I y II*. Lima, Perú.
- Mejía Rojas, E. A. (2021). *Investigación sobre metodologías de implementación de la norma ISO/IEC 17025 en laboratorios de calibración y ensayos*. Lima.
- Metas & Metrologos Asociados. (2005). *Validación de software en metrología*. México. <https://metas.com.mx/guiametas>
- Metas & Metrologos Asociados. (2007). *Expresión e interpretación de resultados experimentales en metrología*. México. <https://metas.com.mx/guiametas>
- Vásquez Chávez, C. D. (2017). *Implementación de un sistema de gestión de calidad para un laboratorio de ensayos químicos según la norma iso 17025:2006*. Lima.

# Anexos

## Anexo 1: Declaración jurada del bachiller

 **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
FACULTAD CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA



*"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"*

**NOTARIA MARTHA SOUSA CALLE**  
Av. Alfredo Mendiolá 910-A, 2º Piso, San Martín de Porres. Telef: 5246101  
notariamthsousa@kmail.com / notariamarthasousa@yahoo.es / notariascalle@afpsegccionet.pe

**DECLARACION JURADA**

Yo, ADRIANO GÁLVEZ VILLASECA, identificado con DNI N° 44325480 con domicilio en: Jr. Alberto Secada N° 237, Callao, Callao DECLARO BAJO JURAMENTO que los datos y documentos adjuntos son legalmente válidos y corresponden al tenor de la solicitud.

Así mismo, DECLARO que conozco las normas, reglamentos y directivas que rigen este proceso del Ciclo Taller de Trabajo de Suficiencia Profesional.

Bellavista, 12 de Junio del 2023

ESTE DOCUMENTO NO HA SIDO REDACTADO EN ESTA NOTARIA



  
FIRMA Y HUELLA DACTILAR

   
Adriano Gálvez Villaseca

**LEGALIZACION AL DORSO**

Av. José Pardo 1149 900 Bellavista Callao - Perú

SE CERTIFICA ÚNICAMENTE LAS FIRMAS  
PUESTAS EN EL PRESENTE DOCUMENTO  
(D.L. 1049)

**CERTIFICO:** QUE LA FIRMA DEL ANVERSO CORRESPONDE A: DON ADRIANO GALVEZ VILLASECA, IDENTIFICADO CON D.N.I. N° 44325480. SE CERTIFICA LA FIRMA MAS NO EL CONTENIDO DE CONFORMIDAD CON LO DISPUESTO EN EL ARTICULO 108° DEL DECRETO LEGISLATIVO N° 1049. SE DEJA CONSTANCIA QUE SE HA EFECTUADO LA VERIFICACION BIOMETRICA DE HUELLAS DACTILARES. DOY FE  
LIMA, 12 DE JUNIO DE 2021



*ay ante*  
**DRA. MARTHA SOUSA CALLE**  
NOTARIA DE LIMA  
notariamarthosousa@hotmail.com / notariamarthosousa@fidecos.es / notosousa@telefonica.net.pe



## Anexo 2: Constancia de uso de datos de la empresa


<b>CONSTANCIA</b>
<p>Por medio del presente, <b>BERLINDO HERNÁNDEZ ARAUJO CAMPOS</b> con número de DNI: 19565820 Gerente General de la empresa <b>SERVICIOS INDUSTRIALES Y METROLOGICOS SAC</b> con número de RUC: 20602297226 hago constar que el señor:</p>
<b>ADRIANO GÁLVEZ VILLASECA</b>
<p>Identificado con DNI: 44325480, desempeña el cargo de <b>JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA</b> desde julio del 2018 hasta la actualidad, teniendo como principal función velar por el cumplimiento y mejor del laboratorio en el marco de la NTP ISO/IEC 17025: 2017 "Requisitos Generales para la competencia técnica de los laboratorios de ensayo y calibración", desempeñándose de manera eficiente y responsable.</p>
<p>Se expide este documento, para fines que el interesado considere conveniente.</p>
<p>Lima, 27 de febrero de 2023</p>


### Anexo 3: Instrumentos validados

### Constancia curso de interpretación de la Norma 17025



# Constancia diplomado de la NTP ISO/IEC 17025



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**OFICINA ACADÉMICA DE EXTENSIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**

## CERTIFICADO

Otorgado a:

**ADRIANO GÁLVEZ VILLASECA**

Por su PARTICIPACION y APROBACION en la Especialización Profesional  
**SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD EN LABORATORIO ISO/IEC 17025**

Organizado por: La Oficina Académica de Extensión y Proyección Social.

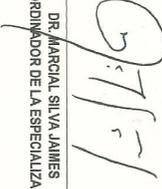
Del 09 de Agosto al 28 de Diciembre del 2014, con una duración de 400 horas lectivas.

Lima - Perú  
Reg. N° 3685-74315

  
ING. JIG. SC. PROSPERO CABRERA VILLANUEVA  
JEFE, O.A.E.P.S.

  
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
Of. Acad. de Extensión y Proyección Social

  
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
CAPACITACION  
Of. Acad. de Extensión y Proyección Social

  
DR. MARCIAL SILVA JAIMES  
COORDINADOR DE LA ESPECIALIZACIÓN



019775

Constancia curso de auditor lider de la NTP ISO/IEC 17025



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
OFICINA DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA Y PROYECCIÓN SOCIAL

**CERTIFICADO**

Otorgado a  
**ADRIANO GÁLVEZ VILLASECA**

Por su PARTICIPACIÓN Y APROBACION del  
**AUDITOR LÍDER ISO/IEC 17025.2017 (BASADO EN LA NORMA ISO 19011: 2018-  
DIRECTRICES PARA LAS AUDITORÍAS DE SISTEMAS DE GESTIÓN)**

Organizado por: La Oficina de Extensión Universitaria y Proyección Social.

Del 5 al 20 de Octubre del 2019, con una duración de 30 horas lectivas.

Lima - Perú  
Reg N° 6109-125743



Mg.Sc. SEGUNDO GAMARRA CARRILLO  
Jefe, OALEPS



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
OFICINA DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA Y PROYECCIÓN SOCIAL



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
CAPACITACION  
ING. MARTÍN ALDO SARMENTO CARRERÓN  
ALBERTO LIMA

620670



**Constancia curso de procedimiento PC-017**



**QUALITY HOLDING EIRL OTORGA EL PRESENTE CERTIFICADO A:**

**GALVEZ VILLASECA, ADRIANO**

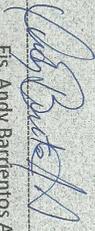
IDENTIFICADO CON N° DE DNI 44325480

POR PARTICIPACION Y APROBACION DEL CURSO DE : "PC-017 PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACION DE TERMOMETROS DIGITALES "

Desarrollado el 11 de Octubre del 2014 con una duracion de 5 horas, dentro las instalaciones de QUALITY HOLDING EIRL. en la ciudad de Lima.

Calleo, 11 de Octubre del 2014



  
Fts. Andy Barrientos Alquipa  
EXPOSITOR

  
Lorena Villanueva Linares  
GERENTE DE OPERACIONES  
QUALITY HOLDING



**Constancia curso de fundamentos de metrología y validación de métodos de ensayo**

**CPE** | Cursos y Programas de Extensión

**CERTIFICADO**

Otorgado a:  
**Adriano Gálvez Villaseca**

Por haber aprobado con una nota de 16 (Dieciséis)  
el curso de extensión:  
**Fundamentos de Metrología y Validación de Métodos de Ensayo**

Desarrollado del 8 al 22 de marzo de 2014  
con una duración de 18 horas.  
Lima, 08 de abril de 2014.

  
**Narciso Antero Arméstár Bruno**  
Director Docente



SD/PEC/141453

Instituto de Educación Superior "Tecnológico Privado TECSUP" S.A. N.º 153-84-EJ-01702-19851-REC-11-16-2006-EJ-016202006

**Anexo 4: Evidencia fotográfica**

**Pesa de 20 kg clase F1 perteneciente a SIMSAC**



**Balanza analítica perteneciente a SIMSAC**



## Estudio de condiciones ambientales - Registrador de temperatura y humedad



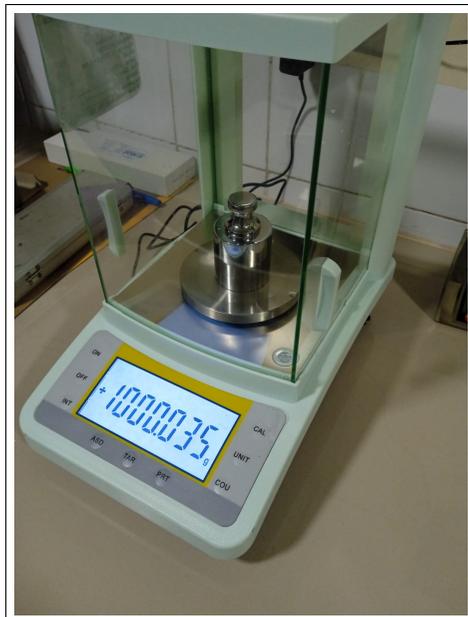
## Estudio de condiciones ambientales - Registrador de temperatura y humedad



## Calibración de pesa de 5 kg



## Calibración de pesa de 1 kg



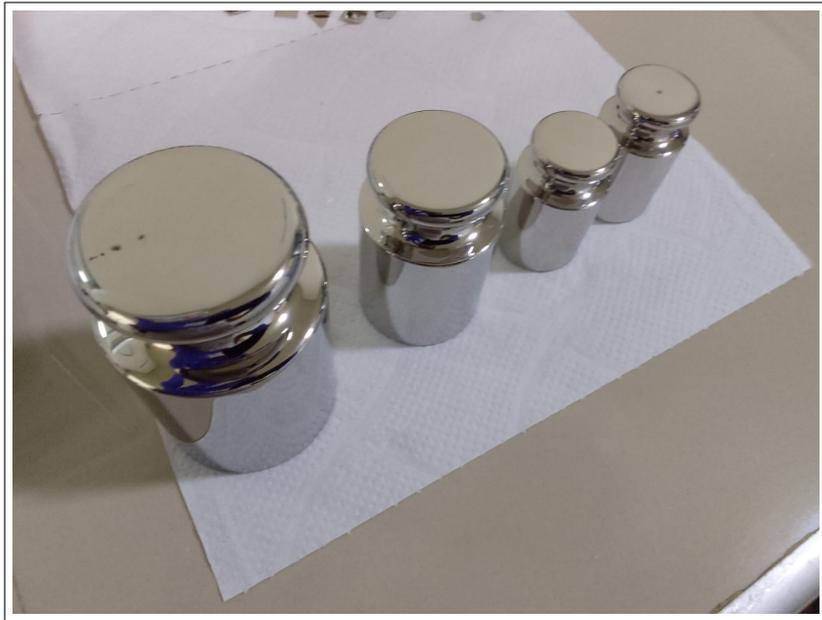
### Calibración de pesa de 200 g



### Ajuste de balanza de 5000 g



**Juego de pesas E2 perteneciente a SIMSAC**



**Mantenimiento de balanza de 5 kg**



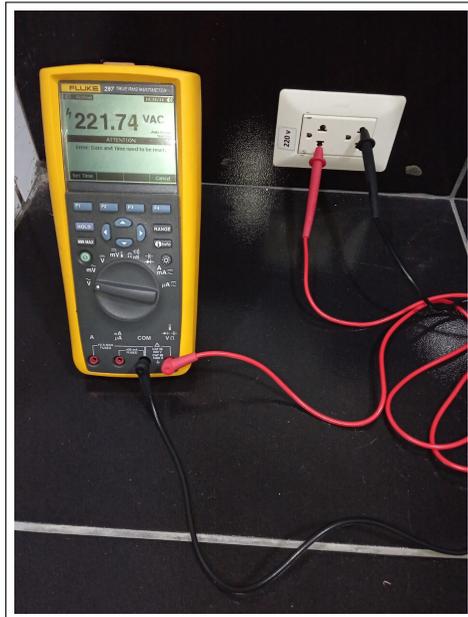
### Ajuste de balanza de 30 kg



### Mantenimiento de balanza de 200 g



### Medida de tensión eléctrica de las instalaciones de SIMSAC



### Pesas de 20 kg clase M2 pertenecientes a SIMSAC

