

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ciencias



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Implementación de los requisitos técnicos para la acreditación del procedimiento de calibración de termómetros digitales PC-017, bajo la Norma Técnica Peruana NTP ISO/IEC 17025:2017 para la empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C.

Para obtener el título profesional de:

Ingeniero Físico

Elaborado por:

Aldo Paulo Pari Yalo

0009-0008-0618-7941

Asesor:

Mg. Clemente Alfredo Luyo Caycho

0000-0001-8849-1729

Lima-Perú

2024

Citar/How to cite	Pari Yalo [1]
Referencia/Reference	
Estilo/Style:	
IEEE	[1] A. Pari Yalo, “ <i>Implementación de los requisitos técnicos para la acreditación del procedimiento de calibración de termómetros digitales PC-017, bajo la Norma Técnica Peruana NTP ISO/IEC 17025:2017 para la empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C.</i> ” [Trabajo de Suficiencia Profesional]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2024
Citar/How to cite	(Pari, 2024)
Referencia/Reference	
Estilo/Style:	
APA (7ma ed.)	Pari, A. (2024). <i>Implementación de los requisitos técnicos para la acreditación del procedimiento de calibración de termómetros digitales PC-017, bajo la Norma Técnica Peruana NTP ISO/IEC 17025:2017 para la empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C.</i> [Trabajo de Suficiencia Profesional, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.

Dedicatoria

A mis padres, Asteria y Celestino, por su amor incondicional y su apoyo constante. Gracias por ser mi guía y mi fortaleza en todo momento.

Agradecimientos

Agradezco a mi familia, mis padres, hermana y sobrino por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios que han hecho posible cada paso de este camino académico.

A Patricia Eusebio Bujaico, mi novia, por su ayuda incondicional y compañía en los momentos en todo el proceso.

Mi reconocimiento a la empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C. por confiar en mi como profesional y liderar un área, su apoyo para proporcionar la información necesaria para la elaboración de este informe y por proporcionar los recursos necesarios para llevar a cabo este trabajo.

También agradezco a mi asesor Mg. Clemente Luyo Caycho por sus valiosas contribuciones y apoyo en el desarrollo de este proyecto.

Agradecimiento a la Facultad de Ciencias por su invaluable contribución a mi formación académica y profesional.

Quiero expresar mi agradecimiento a la Universidad Nacional de Ingeniería por haberme proporcionado una formación académica de excelencia y por ser un pilar fundamental en mi desarrollo como profesional.

A todos los mencionados y a quienes, de una forma u otra, contribuyeron a este trabajo, mi más sincero agradecimiento.

Tabla de Contenido

RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN	XVII
CAPÍTULO I. PARTE INTRODUCTORIA DEL TRABAJO	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Descripción del problema de investigación	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos	2
1.4 Antecedentes investigativos.....	2
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Principios básicos de Medición de Temperatura:	3
2.1.1 Temperatura.....	3
2.1.2 La Primera ley de la termodinámica.....	6
2.1.3 La Escala Internacional de Temperatura de 1990 (ITS-90).....	7
2.1.4 El Termómetro Digital	7
2.1.5 Diagrama de Bloques del Funcionamiento del Termómetro.....	8
2.1.6 Tipos de Sensores.....	9
2.1.6.1 Termopares	9
2.1.6.2 Termómetros de Resistencia	10
2.1.6.3 Termistores.....	11
2.1.6.4 Sensores de Platino	12
2.1.7 Conceptos Característicos de la Calibración.....	14
2.1.7.1 Definición de Calibración	14
2.1.7.2 Importancia de Calibrar Termómetros Digitales	14

2.1.7.3 Procedimiento de Medición:.....	15
2.1.7.4 Patrón de Medición: .....15	
2.1.7.5 Incertidumbre de Medición.....17	
2.1.8 Método de Calibración.....18	
2.1.8.1 Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales (PC-017)	18
2.2 Análisis de la Literatura según la NTP-ISO/IEC 17025:2017.....20	
2.3 Análisis de la Literatura según las Directrices de INACAL	20
2.4 Análisis de la Literatura según la Norma Internacional ISO/IEC 17043.....21	
2.5 Procedimiento de Calibración PC-017 “Procedimiento de Calibración de Termómetros Digitales”.....21	
2.6 Documentos Bibliográficos del Equipamiento de Laboratorio.....21	
2.6.1 Manual de instrucciones del pozo metrológico FLUKE 9173	21
2.6.2 Manual de instrucciones del termómetro Lutron TM-917	22
CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	23
3.1 Método.....23	
3.1.1 Revisión de los documentos, actualización y desarrollo del Procedimiento de calibración de termómetros digitales PC-017.....25	
3.1.1.1 Desarrollo y Revisión de los Manuales, Instructivos y Procedimientos de Laboratorio de Temperatura y Fisicoquímica de la Empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C.	25
3.1.1.2 Desarrollo de la Hoja de Cálculo y la Validación para la Calibración del Procedimiento de Termómetros Digitales PC-017.....26	
3.1.1.3 Elaboración del CMC Capacidad de Medición y Calibración.....28	
3.1.1.4 Elaboración del Plan de Calibración, Comprobación Intermedia, Caracterización y Mantenimiento del Laboratorio de Temperatura y Fisicoquímica.....28	

3.1.1.5 Elaboración del Plan de Aseguramiento de la Validez de los Resultados del Laboratorio de Temperatura y Fisicoquímica	30
3.1.1.5.1 Comprobaciones Funcionales del Equipamiento de Medición:.....	30
3.1.1.5.2 Comprobaciones Intermedias de los Equipos de Medición	30
3.1.1.5.3 Repetición de Calibración usando el Mismo Método.....	31
3.1.1.5.4 Uso de Patrón de Verificación.....	31
3.1.1.5.5 Revisión de Resultados Informados.....	31
3.1.1.6 Carta de Trazabilidad Procedimiento de Termómetros Digitales PC-017.....	32
3.1.2 Seguimiento de Protocolos para la acreditación	32
3.1.2.1 Participación en el Ensayo de Aptitud del Procedimiento de Calibración de Termómetros Digitales PC-017.....	32
3.1.3. Capacitación al Personal de ADVANCED METROLOGY S.A.C.....	34
3.1.3.1 Participación en la Capacitación en Base al Procedimiento de Termómetros Digitales PC-017.	34
3.1.3.2 Proceso de Capacitación del Procedimiento de Calibración PC-017 “Procedimiento de Calibración de Termómetros Digitales”.....	34
3.1.3.3. Etapa de Evaluación al Personal de ADVANCED METROLOGY S.A.C. para el Procedimiento de Calibración de Termómetros Digitales PC-017.....	35
3.1.4 Etapa de Autorización al Personal de ADVANCED METROLOGY S.A.C....	35
3.1.4.1 Etapa de Autorización al Personal de ADVANCED METROLOGY S.A.C. para el Procedimiento de Calibración de Termómetros Digitales PC-017.....	35
3.1.4.1.1 Etapa de Entrenamiento	36
3.1.4.1.2 Intralaboratorio.....	36
3.1.4.1.3 Prueba de Anderson – Darling.....	36
3.1.4.1.4 Identificación de Datos Atípicos	37

3.1.4.1.5 Test para Verificar la Homogeneidad en la Dispersión de Datos....	37
3.1.4.1.6 Test para Verificar la Homogeneidad en la Veracidad	39
3.1.4.1.7 Verificación de Pruebas de Calibración.....	41
3.1.4.1.8 Autorización	41
3.1.5 Etapa de Auditoria por Parte de INACAL-DA	41
3.1.5.1 Proceso de Auditoria por Parte de INACAL-DA para el Procedimiento PC-017 “Calibración de Termómetros Digitales” – Primera Etapa....	41
3.1.5.2 Proceso de Auditoria por Parte de INACAL-DA para el Procedimiento PC-017 “Calibración de Termómetros Digitales” – Segunda Etapa Complementaria.....	42
3.2 Materiales para la Implementación del Laboratorio de Temperatura y Fisicoquímica según PC-017.....	43
3.2.1 Instrumentos y Equipos patrones de Medición.....	43
3.2.2 Materiales y/o Equipos Auxiliares.....	45
3.3 Desarrollo de la implementación	46
3.3.1 Resultados Obtenidos de la Metodología para la Implementación de los Requisitos Técnicos.....	46
3.3.1.1 Resultados del Desarrollo de la Hoja de Cálculo y la Validación.....	46
3.3.2 Resultados de los Ensayos de Aptitud.....	62
3.3.2.1 Participación en el Programa de Ensayo de Aptitud.....	62
3.3.2.2 Evaluación de Resultados.....	62
3.3.3 Resultados de la Autorización para el Personal de Laboratorio de Temperatura y Fisicoquímica de la Empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C.....	64
3.3.4 Desviaciones y/o Problemas Hallados en la Auditoria	70
3.3.4.1 Resultado del CMC (Capacidad de Medición y Calibración) Hallado en la Primera Etapa Previa a la Auditoria de INACAL	70

3.3.4.2 Hallazgos de Observaciones y/o No Conformidades por parte de Laboratorio y sus Respectivas Soluciones	72
3.3.4.3 Propuestas del Laboratorio para la Resolución de las No Conformidades.....	74
3.3.4.3.1 No Conformidad N°1:.....	74
3.3.4.3.2 No Conformidad N°2:.....	75
3.3.4.3.3. No Conformidad N°3:.....	76
3.3.4.4 Resolución de las No Conformidades Halladas en la Auditoria	76
3.3.4.4.1 Resolución de la No Conformidad N°1	76
3.3.4.4.2 Resolución de la No Conformidad N°2	82
3.3.4.4.3 Resolución de la No Conformidad N°3	85
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	94
CONCLUSIONES	98
RECOMENDACIONES.....	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
ANEXOS	103

Lista de tablas

Tabla 1	<i>Relación entre la máxima temperatura y tipo de material.</i>	10
Tabla 2	<i>Imagen que indica las características del sensor pt100.</i>	13
Tabla 3	<i>Influencias de incertidumbres por parte de los patrones según PC-017.</i>	19
Tabla 4	<i>Resumen del cálculo total de incertidumbre</i>	20
Tabla 5	<i>Cálculo del fc en función al nivel de significancia.</i>	38
Tabla 6	<i>Tabla t de student.</i>	40
Tabla 7	<i>Datos del certificado patrón 1</i>	51
Tabla 8	<i>Cálculo del error residual patrón 1</i>	51
Tabla 9	<i>Datos del certificado patrón 2</i>	52
Tabla 10	<i>Cálculo del error residual patrón 2</i>	53
Tabla 11	<i>Pozo seco: It-093-2023.</i>	53
Tabla 12	<i>Cálculos de la corrección y de la incertidumbre referente a los patrones.</i>	54
Tabla 13	<i>Prueba de repetibilidad.</i>	54
Tabla 14	<i>Incertidumbre de la corrección.</i>	55
Tabla 15	<i>Certificado de calibración patrón 1</i>	55
Tabla 16	<i>Certificado de calibración patrón 2</i>	55
Tabla 17	<i>Cuadro de datos respectivos al valor referente (laboratorios latam SAC).</i>	62
Tabla 18	<i>Cuadro de datos respectivos a los laboratorios que rindieron las pruebas.</i>	63
Tabla 19	<i>Tabla de resultados de los laboratorios de calibración en función al error normalizado .</i>	63
Tabla 20	<i>Test de normalidad de anderson – darling (referente).</i>	64
Tabla 21	<i>Resultados de la prueba anderson – darling (referente).</i>	64
Tabla 22	<i>Test de normalidad de anderson – darling (evaluado).</i>	65
Tabla 23	<i>Resultados de la prueba anderson – darling (evaluado).</i>	65
Tabla 24	<i>Prueba de datos atípicos aldo paulo pari yalo (referente).</i>	66
Tabla 25	<i>Prueba de datos atípicos gladis cóndor tocas (evaluado).</i>	66
Tabla 26	<i>Presupuesto de incertidumbre tanto de los patrones como del instrumento a calibrar para el punto de 60 °c.</i>	70

Tabla 27	<i>Evaluación de 5 puntos dentro del alcance de acreditación indicando también los resultados de las incertidumbres.</i>	71
Tabla 28	<i>Descripción de la primera no conformidad.</i>	72
Tabla 29	<i>Descripción de la segunda no conformidad.</i>	73
Tabla 30	<i>Descripción de la tercera no conformidad.</i>	73
Tabla 31	<i>Calibración en 5 puntos para determinar la incertidumbre con el medio fluke 9141.</i>	80
Tabla 32	<i>Calibración en 7 puntos para determinar la incertidumbre con el medio fluke 9173.</i>	80
Tabla 33	<i>Tabla de la incertidumbre total utilizando la ecuación evaluada anteriormente.</i>	81
Tabla 34	<i>Información de estabilidad y uniformidad del pozo seco lt-093-2023.</i>	87

Lista de figuras

Figura. 1 <i>El Primer Dispositivo Para Medir El Grado De Calor O Frio (Termoscopio De Aire De Galileo)</i>	4
Figura. 2 <i>Termómetro De La Academia De Ciencias De Florencia (1650)</i>	4
Figura. 3 <i>Imagen De Un Termómetro Digital</i>	8
Figura. 4 <i>Imagen Del Diagrama De Bloques De Un Termómetro Digital</i>	8
Figura. 5 <i>La Imagen Indica La Relación De F.E.M Versus Temperatura Para Termopares</i>	9
Figura. 6 <i>Relación Entre La Resistencia Y Temperatura De Algunos Metales</i>	11
Figura. 7 <i>Relación Entre La Resistencia Y Temperatura De Algunos Materiales Termistores</i>	12
Figura. 8 <i>Resistencia De Metales Pt100, Ni100 Y Cu100 En Función De La Temperatura</i>	14
Figura. 9 <i>Diagrama De Ishikawa Que Muestra Los Procesos Para La Implementación De Los Requisitos Técnicos.</i>	24
Figura. 10 <i>Dos Termómetros Patrones Marca Lutron</i>	43
Figura. 11 <i>Especificaciones Técnicas Del Termómetro Lutron, Modelo Tm-917</i>	44
Figura. 12 <i>Imagen Del Pozo Seco Fluke</i>	44
Figura. 13 <i>Especificaciones Técnicas Del Pozo Seco Marca Fluke Modelo 9173</i>	45
Figura. 14 <i>Especificaciones Técnicas Del Registrador De Condiciones Ambientales Elitech, Modelo Gsp-6.</i>	46
Figura. 15 <i>Instrucciones Para El Buen Uso De Las Hojas De Cálculo.</i>	47
Figura. 16 <i>Reporte De Verificación Y Validación De Las Hojas De Cálculo.</i>	48
Figura. 17 <i>Hoja De Registro Para La Calibración De Termómetros Digitales Parte 1.49</i>	
Figura. 18 <i>Hoja De Registro Para La Calibración De Termómetros Digitales Parte 2. 50</i>	

Figura. 19 Corrección Vs T (Patrón 1)	52
Figura. 20 Corrección Vs T (Patrón 2)	53
Figura. 21 Temperatura Y Corrección De Las Condiciones Ambientales.....	56
Figura. 22 Humedad Relativa Y Corrección De Las Condiciones Ambientales.....	56
Figura. 23 Modelo Certificado De Calibración (Parte 1 De 2)	57
Figura. 24 Modelo Certificado De Calibración (Parte 2 De 2)	58
Figura. 25 Informe De Validación De La Hoja De Cálculo Hc-Ltfq-Am003 “Procedimiento Para La Calibración De Termómetros Digitales Pc-017 Parte 1 De 2.	59
Figura. 26 Informe De Validación De La Hoja De Cálculo Hc-Ltfq-Am003 “Procedimiento Para La Calibración De Termómetros Digitales Pc-017 Parte 2 De 2.	60
Figura. 27 Informe De Validación De La Hoja De Cálculo Hc-Ltfq-Am003 “Procedimiento Para La Calibración De Termómetros Digitales Pc-017 Parte 3.....	61
Figura. 28 Prueba De Índice De Compatibilidad Entre El Referente Y El Evaluado Parte 1.....	67
Figura. 29 Prueba De Índice De Compatibilidad Entre El Referente Y El Evaluado Parte 2.....	68
Figura. 30 Carta De Autorización Para Humbelina Gladis Cónedor Tocas Para Su Habilitación Como Asistente De Laboratorio.....	69
Figura. 31 Grafica Del Ajuste De Curva Para La Determinación De La Función Polinomial De Nuestro Alcance De Acreditación.....	71
Figura. 32 Verificación Del Procedimiento Implementado, Se Observa Paso A Paso Los Procesos De La Implementación Del Pc-017 Parte 1.	77
Figura. 33 Verificación Del Procedimiento Implementado, Se Observa Paso A Paso Los Procesos De La Implementación Del Pc-017 Parte 2.	78
Figura. 34 Criterio Definido Para La Calibración De Los Equipos.	79
Figura. 35 Modificación Del Procedimiento De Control De Documentos Y Registro En El Punto 5.1.1.1.	82

Figura. 36 <i>Modificación Del Procedimiento De Control De Documentos Y Registro En El Punto 5.1.4.</i>	83
Figura. 37 <i>Control Y Distribución De Los Documentos</i>	83
Figura. 38 <i>Modificación Del Procedimiento De Control De Documentos Y Registro En El Punto 5.1.7.</i>	83
Figura. 39 <i>Modificación Del Procedimiento De Control De Documentos Y Registro En El Punto 5.2.3.</i>	84
Figura. 40 <i>Instrucciones Para El Buen Uso De Las Hojas De Cálculo.</i>	84
Figura. 41 <i>La Celda Indica Si Se Modificó La Información.</i>	85
Figura. 42 <i>Modificación Del Procedimiento P-L-Am005 “Procedimiento Para La Evaluación De La Incertidumbre”.</i>	86
Figura 43 <i>Modificación Del Procedimiento P-L-Am005 “Procedimiento Para La Evaluación De La Incertidumbre” Parte 2.</i>	86
Figura. 44 <i>Hoja De Cálculo Hc-Ltfqt-Am003 Donde Se Muestran Los Aportes Para El Cálculo De La Incertidumbre Combinada Por Parte De Los Patrones.</i>	87
Figura. 45 <i>Informe De Validación Realizado En Tres Puntos De Calibración Parte 1</i> ...	88
Figura. 46 <i>Informe De Validación Realizado En Tres Puntos De Calibración Parte 2</i> ...	89
Figura. 47 <i>Informe De Validación Realizado En Tres Puntos De Calibración Parte 3</i> ...	90
Figura. 48 <i>Cédula De Notificación N°246-2023-Inacal-Da</i>	91
Figura. 49 <i>Modelo De Certificado Acreditado De Termómetro Digital Parte 1</i>	92
Figura. 50 <i>Modelo De Certificado Acreditado De Termómetro Digital Parte 2</i>	93

Resumen

En el presente trabajo se realizó la implementación de los requisitos técnicos para la acreditación del procedimiento de calibración PC-017 “Procedimiento de calibración de termómetros digitales” para el alcance de 60 °C hasta 200 °C, según la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025 en la empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C.

El proceso de calibración es importante ya que garantiza la calidad de resultados de un equipo de medición.

Los resultados que se obtuvieron fueron en primer lugar la autorización del personal involucrado para la acreditación y así tener la competencia requerida por la Norma.

Otro punto importante en este trabajo fue el cálculo de la capacidad de medición (CMC) cuyo valor de incertidumbre en función de la temperatura es de:

$$U = -1,702 \times 10^{-9} \times t^3 + 9,977 \times 10^{-7} \times t^2 - 1,061 \times 10^{-4} \times t + 0,3109$$

En conclusión, tanto el procedimiento de calibración de termómetros digitales como los documentos técnicos para la implementación se vieron reflejados en la acreditación del laboratorio por parte del INACAL

Palabras clave:

Acreditación, Norma 17025, Termómetro, Procedimiento de calibración, Temperatura, INACAL.

Abstract

In this work, the technical requirements for the accreditation of the calibration procedure PC-017 "Calibration Procedure for Digital Thermometers" for the range of 60 °C to 200 °C were implemented according to the Peruvian Technical Standard ISO/IEC 17025 at ADVANCED METROLOGY S.A.C. The calibration process is crucial as it ensures the quality of measurement results of the equipment.

The obtained results included, first, the authorization of the personnel involved for accreditation, thereby achieving the competence required by the Standard. Another significant point in this work was the calculation of the calibration and measurement capability (CMC), with the uncertainty value as a function of temperature given by:

$$U = -1,702 \times 10^{-9} \times t^3 + 9,977 \times 10^{-7} \times t^2 - 1,061 \times 10^{-4} \times t + 0,3109$$

In conclusion, both the calibration procedure for digital thermometers and the technical documents for the implementation were reflected in the laboratory's accreditation by INACAL.

Keywords: Accreditation, Standard 17025, Thermometer, Calibration Procedure, Temperature, INACAL.

Introducción

La empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C. se encuentra en el rubro de servicios de calibración de instrumentos y equipos de medición bajo la implementación de la Norma Técnica Peruana NTP-ISO/IEC 17025:2017. Inició servicios en el año 2006, actualmente cuenta con laboratorios equipados y personal capacitado para brindar un servicio de calidad. Los servicios que realiza son para las magnitudes de masa, presión, electricidad, fisicoquímico, fuerza, flujo, volumen, longitud y temperatura. (METROLOGY, 2024)

En el año 2019 obtiene el diploma de acreditación para la magnitud de masa y en el año 2023 obtiene el diploma de acreditación por 8 procedimientos de calibración, en el cual se encuentra el procedimiento PC-017 Procedimiento para la calibración de termómetros digitales. 2 ed. 2012.

El procedimiento PC-017 Procedimiento para la calibración de termómetros digitales es de propiedad del Instituto Nacional de Calidad (INACAL), este procedimiento nos muestra los pasos para la calibración de termómetros digitales en el alcance de -60°C a 1100°C de sensores de temperatura termorresistencia, termistores, termopares y otros.

La entidad en el Perú de dar la acreditación a las empresas de calibración es otorgada por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL). Una acreditación otorgada por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) va a reconocer que los laboratorios u organismos pueden realizar trabajos de ensayo, análisis, inspección y certificación. Esta institución asegura a los Organismos de Evaluación de la Conformidad a través de estándares normalizados. La Norma NTP-ISO/IEC 17025 es el documento que se debe seguir para el proceso de acreditación en procedimientos de calibración de instrumentos y/o equipos específicos.

La acreditación de un laboratorio en función a la Norma NTP-ISO/IEC 17025 es esencial para poder demostrar la competencia técnica y la calidad de los servicios que

ofrece a sus clientes, pues ellos tendrán un impacto positivo sobre los resultados. Aparte la aceptación internacional de los resultados y el cumplimiento de los requisitos regulatorios.

La NTP-ISO/IEC 17025 es una norma reconocida internacionalmente. Por tanto, su acreditación facilita la aceptación de los resultados de ensayos y calibraciones a nivel internacional. Asimismo, ayuda a la reducción de costos para productores y exportadores debido a que pueden realizar reensayos en el laboratorio acreditado con reconocimiento mundial siendo también una herramienta de marketing ya que posee un reconocimiento internacional.

La gran demanda de servicios que sean acreditados hizo que la empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C. busque implementar la acreditación de las diferentes magnitudes. En el presente trabajo se explica el proceso de implementación del procedimiento PC-017 Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales, el cual se desarrolló en el Laboratorio de Temperatura y Fisicoquímica, en el alcance de 60 °C a 200 °C. El objetivo fue alcanzado y esto se demuestra con la obtención del diploma de acreditación.

Capítulo I. Parte introductoria del trabajo

1.1 Generalidades

Los termómetros digitales son ampliamente utilizados en diversas áreas debido a su facilidad de uso, lecturas precisas y fiabilidad. La creciente demanda en la industria requiere que estos instrumentos de medición sean calibrados siguiendo procedimientos estandarizados, tanto a nivel nacional como internacional. Estos procedimientos deben cumplir con la Norma ISO/IEC 17025, que establece los requisitos técnicos para la acreditación de laboratorios de calibración a nivel mundial.

Además, la acreditación contribuye a la trazabilidad de las mediciones, permitiendo rastrear los resultados hasta los estándares de referencia nacionales e internacionales. Este aspecto es crucial en el área de la metrología, donde la exactitud y consistencia de los valores son fundamentales.

1.2 Descripción del problema de investigación

Existe una necesidad en la empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C. de acreditarse en un procedimiento de calibración para termómetros digitales debido a la creciente demanda de servicios acreditados para estos instrumentos de medición de temperatura, en consecuencia, se decide implementar el procedimiento PC- 017 del INACAL y cumplir los requisitos técnicos de este procedimiento regidos bajo la Norma NTP ISO/IEC 17025.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo General*

Implementar los requisitos técnicos para la acreditación del procedimiento de calibración de termómetros digitales PC-017 bajo la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025 en la empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C.

1.3.2 *Objetivos Específicos*

- Garantizar que el personal de ADVANCED METROLOGY S.A.C. se encuentre bien capacitado y sea competente en la ejecución del procedimiento establecido.
- Hallar el CMC (Capacidad de medición y calibración) del procedimiento de calibración de termómetros digitales PC-017 para el laboratorio de temperatura y fisicoquímica.
- Obtener la acreditación ante INACAL para el procedimiento de calibración PC-017 “Calibración de termómetros digitales”.

1.4 Antecedentes investigativos

La falta de acreditación representa un desafío para la empresa en su intento por competir con otros laboratorios ya acreditados en el mercado de calibración y metrología en el Perú. Sin la acreditación, la empresa podría enfrentar dificultades al momento de ganar la confianza con los clientes y demostrar su competencia técnica y calidad de servicio.

Es por eso que los laboratorios de calibración como Metroil S.A.C., Reles SRL, Kossomet S.A.C., Lo Justo, etc. implementaron sus sistemas respectivos para lograr su acreditación. Así la empresa Advanced Metrology S.A.C. para mantener la competencia en el mercado implementó su propio sistema de gestión para lograr su acreditación en el procedimiento de calibración de termómetros digitales.

Capítulo II. Marco teórico

2.1 Principios básicos de Medición de Temperatura:

2.1.1 *Temperatura*

El concepto de temperatura hace pensar en experiencias fisiológicas al contacto con algún cuerpo, algunos de ellos pueden describirse como fríos, frescos o tibios, otros como calientes o tibios. Los cuerpos más calientes transfieren calor a otros más fríos, ambos cuerpos tienden a igualar sus temperaturas, acercándose a una nueva temperatura intermedia común. De esta manera puede verse la exactitud de la definición dada a la temperatura por el escocés James Clerk Maxwell. (L. Michalski, 2001)

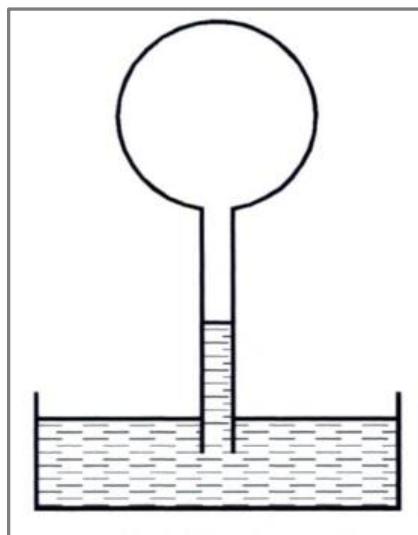
Afirmó que la temperatura de un cuerpo es su estado térmico, considerado como una medida de su capacidad para transferir calor a otros cuerpos. Actualmente, esta definición obliga a atribuir valores numéricos mayores a aquellos cuerpos que tienen una mayor capacidad para transferir calor a otros cuerpos. Esta definición forma la base de todas las escalas internacionales de temperatura que se utiliza tanto en la actualidad como en el pasado. (L. Michalski, 2001)

En la antigua Roma, durante el siglo II A.C, el médico C. Galeno introdujo cuatro grados de frialdad respecto a los efectos de diferentes medicamentos sobre el organismo humano. Se suponía que estos medicamentos los calentarían o los enfriarían. Galeno también introdujo la temperatura neutra, atribuyéndole un valor de cero grados. Afirmó que esta temperatura neutra dependía de la latitud geográfica. (L. Michalski, 2001)

El primer dispositivo, que se utilizó para medir el grado de calor o frío, parece haber sido inventado por Galileo Galilei en algún momento entre los años 1592 y 1603. Este instrumento como se muestra en la figura 1 consistía en una bombilla de vidrio conectada a un tubo largo sumergido en un líquido coloreado. Despues de un calentamiento previo del gas contenido, su posterior enfriamiento hizo que se aspirara una cierta cantidad de líquido. La columna del líquido subía o bajaba en función a la temperatura. (L. Michalski, 2001)

Figura. 1

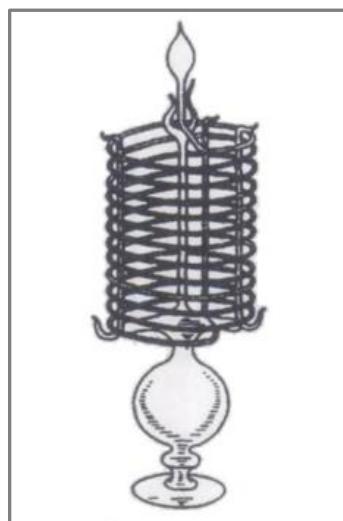
El primer dispositivo para medir el grado de calor o frío (termoscopio de aire de Galileo) (L. Michalski, 2001).



Hacia el año 1650, los miembros de la academia de ciencias de Florencia fabricaron el primer termómetro como se muestra en la figura 2 (L. Michalski, 2001).

Figura. 2

Termómetro de la Academia de Ciencias de Florencia (1650) (L. Michalski, 2001).



Este consistía en un tubo en forma de espiral con un extremo cerrado y una graduación, sin embargo, no se agregaron números a la nota de graduación. Con el tiempo surgió la necesidad de definir puntos fijos de temperatura, estandarizar aquellos termómetros que existían en aquella época. Una de las primeras propuestas llegó en 1699. La propuesta de Fabri de Leida era de dos puntos fijos. Cuanto menor debería ser la temperatura de la nieve y mayor la temperatura del día más caluroso de verano (L. Michalski, 2001).

C. Rinaldi de Padua propuso en 1693 que los puntos fijos deberían ser las temperaturas correspondientes al punto de fusión del hielo y al de ebullición del agua. Entre estos puntos deberían introducirse doce divisiones. Ese mismo año, y por primera vez, el científico E. Halley aplicó el mercurio como líquido termométrico (L. Michalski, 2001).

Otro hito notable en la termometría se debe a D. G. Farenheit de Danzig, quien visitó el laboratorio de Romer poco después de que Romer propusiera su escala. A Farenheit le pareció obvio utilizar la temperatura más baja alcanzable de esos días como cero. Como resultado Farenheit desarrolló la especificación y el uso del termómetro de mercurio en vidrio en 1724. Esta nueva escala creada llamada escala Farenheit es esencialmente la misma que describió a la Royal Society en 1724. Farenheit describió el termómetro de mercurio en vidrio, introduciendo tres puntos fijos de temperatura: (L. Michalski, 2001)

Se tomó como punto cero una mezcla de hielo, agua y cloruro de amonio.

Se tomó una mezcla de hielo y agua a 32°.

La temperatura del cuerpo humano se tomó como 96°.

El mayor desarrollo del termómetro de mercurio en vidrio, en 1742, se debió al astrónomo y físico sueco A. Celsius. Asignó 0° a la temperatura del agua hirviendo y 100 ° a la temperatura del hielo derretido. La región entre estos dos puntos se dividió en 100 pasos iguales. Posteriormente, tras la muerte de Celsius en 1774. M Stromer, amigo y colaborador científico de Celsius, invirtió estos valores (L. Michalski, 2001).

Una verdadera Escala de Temperatura Termodinámica (TTS), que se describe a continuación, había sido el objetivo inconsciente de todos los esfuerzos anteriores. Tal escala no fue posible hasta 1854, cuando los cimientos fueron sentados por William Thomson quien más tarde obtuvo el título de Lord Kelvin de Largs (L. Michalski, 2001).

2.1.2 *La Primera ley de la termodinámica*

Al examinar la ley de conservación de la energía, o primera ley de la termodinámica aplicadas a un sistema cerrado, podemos escribir el balance de energía en la forma (L. Michalski, 2001).

$$\Delta E = Q - W_k \quad (1)$$

Ósea que:

$$m\Delta l = mq - mw_k \quad (2)$$

Entonces:

$$\Delta l = q - w_k \quad (3)$$

Donde q y w_k son el calor por unidad de masa y el trabajo por unidad de masa del sistema, respectivamente. En general, la masa del sistema se expresa en kilogramos o en libras-masa. Si el proceso implica trabajo en la frontera, podemos ver que w_k se define con la siguiente ecuación: (L. Michalski, 2001).

$$W_k = \sum p\delta V \quad (4)$$

También se puede considerar que el tiempo es una variable entonces se tiene la siguiente ecuación:

$$\dot{E} = \dot{Q} - \dot{W}_k \quad (5)$$

Es claro que la primera ley de la termodinámica para un sistema cerrado es una aplicación directa del principio de la conservación de la energía aplicado a determinada masa. Todo lo que aquí sucede es que la energía se convierte de una a otra de sus formas, y es interesante que no hay indicación, fuera del sistema aislado, de qué está ocurriendo adentro. Algunos consideran que nuestro universo es un sistema aislado, aunque no se ha

establecido como tal, y en el sentido más estricto, no se han identificado sistemas aislados reales (L. Michalski, 2001).

2.1.3 La Escala Internacional de Temperatura de 1990 (ITS-90)

Las Escalas IPTS-68 y EPT-76 han sido reemplazadas por la Escala Internacional de Temperatura de 1990, también llamada ITS-90 por brevedad, que fue adoptada por el Comité Internacional de Pesas y Medidas en septiembre de 1989. (NPL, 1989; Preston-Thomas, 1990; Rusby, 1987). Las diferencias existentes entre los valores de ITS-90 y de ITS-68 no tienen ninguna influencia práctica en las mediciones industriales (Rolle, 2006).

La escala se establece correlacionando algunos valores de temperatura con una serie de estados de equilibrio (es decir, los puntos fijos de temperatura), que definen los estándares primarios que se utilizarán y proporcionan las ecuaciones de interpolación para calcular las temperaturas entre los puntos fijos. La ley de Planck se utiliza para definir ITS-90 por encima del punto de congelación de la plata. En general la escala ITS-90 representa la temperatura termodinámica con una incertidumbre de ± 2 mK de 1 K a 273 K que aumenta a 17 mK a 900 K. La unidad de TTS es el Kelvin, símbolo K. Un kelvin se define como 1/273,16 de la temperatura termodinámica del punto triple del agua (Rolle, 2006).

La temperatura Celsius se puede expresar de la siguiente manera:

$$t(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273,15 \quad (6)$$

La unidad de temperatura Celsius es el grado Celsius, símbolo "C, que equivale a un kelvin. La diferencia de temperatura se expresa en kelvin o $^{\circ}\text{C}$ (Rolle, 2006).

En ITS-90 existe una distinción entre la temperatura internacional Kelvin y la temperatura internacional Celsius, t_{90} , donde:

$$t_{90}(^{\circ}\text{C}) = T_{90}(\text{K}) - 273,15 \quad (7)$$

2.1.4 El Termómetro Digital

Dispositivo destinado a utilizarse para hacer mediciones de temperatura que muestra una indicación digital en unidades de temperatura ya sea en grados Celsius, Kelvin, etc. Normalmente está constituido por uno o varios sensores y un equipo de lectura como se puede observar en la figura 3 (CEM, 2019)

Figura. 3

Imagen de un termómetro digital (imagen propia).

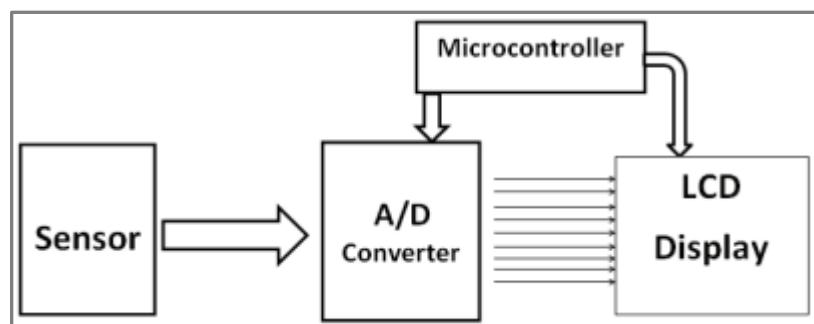


2.1.5 Diagrama de Bloques del Funcionamiento del Termómetro.

El sensor de temperatura puede ser de tipo analógico y este funciona como señal de entrada, luego esa señal analógica se convierte en señal digital mediante un convertidor analógico-digital (ADC), y según la dirección del microcontrolador que consta de un software dirigido, la señal de entrada de detección se muestra en la pantalla de cristal líquido como formato de dígitos. A continuación, se muestra un diagrama de bloques de todo el sistema en la figura 4 (Mahmud, 2013).

Figura. 4

Imagen del diagrama de bloques de un termómetro digital (Mahmud, 2013).



2.1.6 Tipos de Sensores

2.1.6.1 Termopares

Los sensores de efecto termoeléctrico tienen la propiedad de que cuando dos metales diferentes son conectados juntos crean una fuerza electromotriz e.m.f. el cual es una función de temperatura, esta es generada en la unión entre los metales, la forma general está dada por: (Morris, 2012)

$$e = a_1 T + a_2 T^2 + a_3 T^3 + \dots + a_n T^n \quad (8)$$

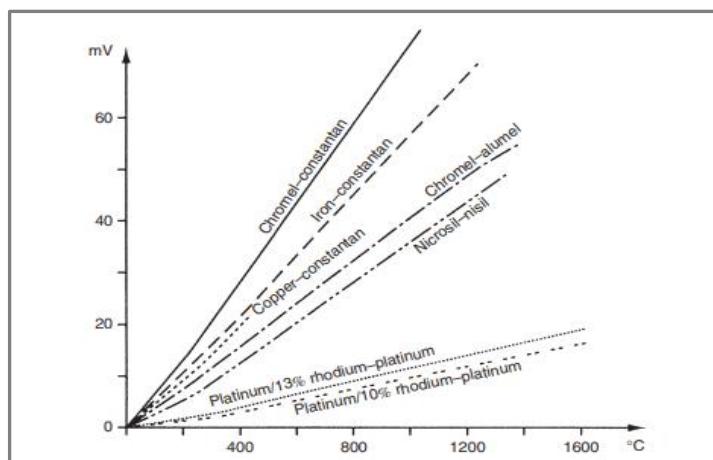
Donde e es la e.m.f generada y T es la temperatura absoluta.

Los cables de estos pares de materiales están conectados entre sí en un extremo y de esta forma se conocen como termopares. Los termopares son una clase de dispositivo muy importante, ya que proporcionan el método más utilizado para medir temperaturas en la industria (Morris, 2012).

Los termopares se fabrican a partir de varias combinaciones de metales a base de cobre y hierro, las aleaciones de metales a base de Alumel (Ni, Mn, Al, Si), Cromel (Ni, Cr), Constanan (Cu, Ni), Nicrosil (Ni, Cr, Si), NiSil (Ni, Si, Mn), Niquel – Molibdeno y Niquel – Cobalto, los metales nobles Platino y Tungsteno, y las aleaciones de metales nobles de Platino – Rodio, Tungsteno – Renio y Oro – Hierro como se puede observar en la figura 5 (Morris, 2012).

Figura. 5

La imagen indica la relación de f.e.m versus temperatura para termopares (Morris, 2012).



Los termopares son dispositivos delicados que deben tratarse con cuidado si se quieren mantener sus características operativas especificadas. Una fuente importante de error es la tensión inducida en la unión caliente. Esto reduce la f.e.m. salida y normalmente se toman precauciones para minimizar la tensión inducida montando el termopar horizontalmente en lugar de verticalmente. Es habitual cubrir la mayor parte del cable del termopar con aislamiento térmico. A continuación, en la tabla 1 se muestran las temperaturas máximas de operación (Morris, 2012).

Tabla 1

Relación entre la máxima temperatura y tipo de material (Morris, 2012).

Material	Maximum Operating Temperature (°C)
Mild steel	900
Nickel-chromium	900
Fused silica	1000
Special steel	1100
Mullite	1700
Recrystallized alumina	1850
Beryllia	2300
Magnesia	2400
Zirconia	2400
Thoria	2600

2.1.6.2 Termómetros de Resistencia

Los termómetros de resistencia conocidos como dispositivos de temperatura de resistencia, se basan en el principio de que la resistencia de un metal varía con la temperatura, según la función, esta función se encuentra mostrada en la ecuación 9 (Morris, 2012).

$$R = R_0(1 + a_1T + a_2T^2 + a_3T^3 + \dots + a_nT^n) \quad (9)$$

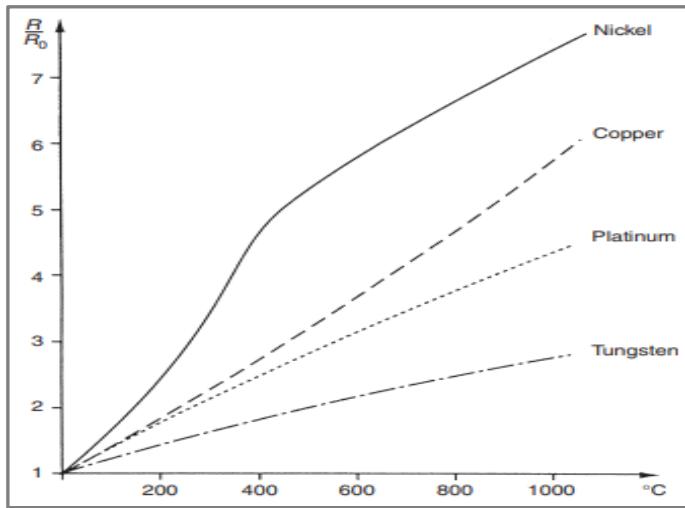
Esta medición tiene inconvenientes para propósito de medición por lo tanto se desprecian los términos no lineales, entonces quedaría de la siguiente forma: (Morris, 2012).

$$R \approx R_0(1 + a_1T) \quad (10)$$

Esta ecuación es aproximadamente cierta para un rango limitado de metales, en particular platino, cobre y níquel mostrado en la figura 6. (Morris, 2012).

Figura. 6

Relación entre la resistencia y temperatura de algunos metales (Morris, 2012).



2.1.6.3 Termistores

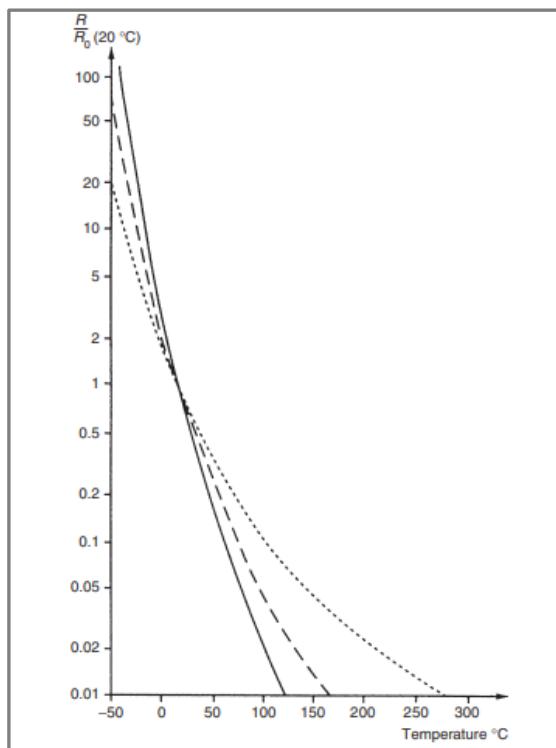
Los termistores se fabrican a partir de perlas de material semiconductor preparado a partir de óxidos de los grupos de los metales del hierro, como cromo, cobalto, hierro, manganeso y níquel. Normalmente los termistores tienen un coeficiente de temperatura negativo, es decir la temperatura disminuye a medida que aumenta la temperatura según la ecuación 11 y se observa la relación en la figura 7 (Morris, 2012).

$$R = R_0 e^{[\beta(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0})]} \quad (11)$$

La principal ventaja de los termistores son su costo relativamente bajo y pequeño tamaño. Esta ventaja de tamaño significa que la constante de tiempo de los termistores operados en vainas es pequeña, aunque la reducción de tamaño también disminuye su capacidad de disipación de calor y por lo tanto aumenta el efecto de autocalentamiento (Morris, 2012).

Figura. 7

Relación entre la resistencia y temperatura de algunos materiales termistores (Morris, 2012).



2.1.6.4 Sensores de Platino

Los sensores de resistencia están fabricados con metales puros (platino, níquel y cobre), carbono y germanio, silicio u otros materiales semiconductores. Los metales utilizados para sensores de temperatura se caracterizan por altos coeficientes de temperatura, con una alta temperatura de fusión y estabilidad de la característica termométrica. Para mediciones precisas se utilizan sensores de platino, normalmente del tipo pt100, cuya resistencia nominal a una temperatura de 0°C es de 100 Ω. Los sensores de platino se fabrican a partir de un alambre de platino sumergido en una cubierta de material cerámico en forma de varilla (Nawrocki, 2005).

En un rango de temperatura estrecho, la característica termométrica del sensor Pt100 es una función lineal. Sin embargo, en un rango de temperatura más amplio, el error de no linealidad puede ser considerable. La sustitución de la característica termométrica

real por una función lineal en un rango ejemplar de temperatura de 0°C a 300 °C está relacionada con el error de no linealidad igual a 3,5 °C y en el intervalo de 0°C a 600 °C, con el error de 15°C. A continuación, se muestran en la tabla 2 las características termométricas del sensor Pt100 (Nawrocki, 2005).

Tabla 2

Imagen que indica las características del sensor Pt100

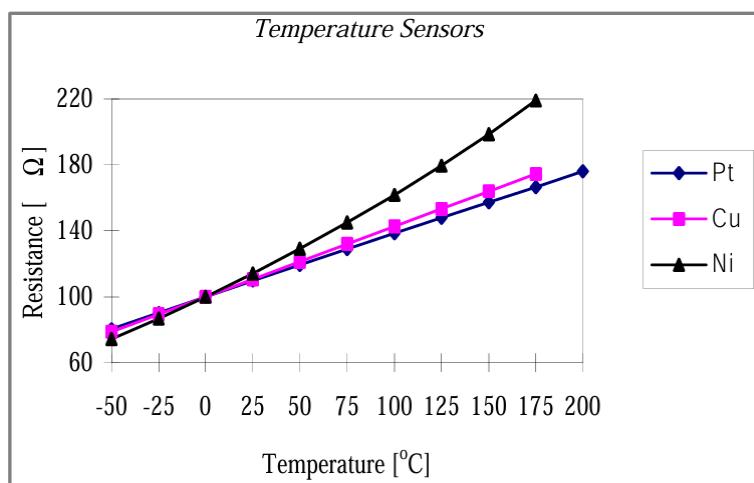
Thermometric Characteristics of the Pt100 Sensor							
T[°C]	R[Ω]	T[°C]	R[Ω]	T[°C]	R[Ω]	T[°C]	R[Ω]
-200	18,52	50	119,40	250	194,10	600	313,71
-100	60,26	100	138,51	300	212,05	700	345,28
-50	80,31	150	157,33	400	247,09	800	375,70
0	100,00	200	175,86	500	280,98	850	390,48

Nota: (Nawrocki, 2005).

Para mediciones industriales se utilizan casi exclusivamente sensores de platino, aunque también se establecieron estándares para sensores de níquel Ni100 y cobre Cu100 como se muestra en la figura 8. Esta situación es la consecuencia de la gran ventaja del platino sobre el níquel y el cobre. El platino es caracterizado por una baja actividad química y una alta temperatura de fusión (Nawrocki, 2005).

Figura. 8

Resistencia de metales Pt100, Ni100 y Cu100 en función de la temperatura



Nota: (Nawrocki, 2005).

2.1.7 Conceptos Característicos de la Calibración

2.1.7.1 Definición de 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 (C.E.M., 2012).

Puede expresarse mediante una declaración, una función de calibración, un diagrama de calibración, una curva de calibración o una tabla de calibración. No conviene confundir con el ajuste de un sistema de medida, a menudo llamado incorrectamente "autocalibración", ni con la verificación de la calibración (C.E.M., 2012).

2.1.7.2 Importancia de Calibrar Termómetros Digitales

Para el caso de termómetros digitales, la calibración es una etapa esencial para poder garantizar que estos equipos proporcionen lecturas fiables tanto precisas y confiables, a continuación, se muestran algunas razones por lo que es importante calibrar termómetros digitales:

Precisión en la Medición: Este punto ayuda a asegurar al termómetro muestre valores precisos, generalmente se calibran en fabrica, pero con el tiempo van derivando su precisión original debido al desgaste, por ese motivo será necesaria su calibración.

Confianza en los Resultados: Si el termómetro digital se encuentra calibrado, cualquier usuario puede confiar que las lecturas reflejan la precisión de la temperatura real.

Rastreabilidad: La calibración establece una trazabilidad de las mediciones, lo que significa que se puede rastrear la cadena de calibración hasta un estándar de referencia conocido.

Mantenimiento de Equipos: La calibración puede identificar problemas en el termómetro digital, entonces se realiza una medida correctiva y así no afectar la precisión de la medición.

2.1.7.3 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 (C.E.M., 2012).

Nota 1: Un procedimiento de medición se documenta habitualmente con suficiente detalle para que un operador pueda realizar una medición (C.E.M., 2012).

Nota 2: Un procedimiento de medición puede incluir un enunciado referido a una incertidumbre de medición objetivo (C.E.M., 2012).

Nota 3: El procedimiento de medición a veces se denomina standar operating procedure (SOP) en inglés, o mode opératoire de mesure en francés (C.E.M., 2012).

2.1.7.4 Patrón de Medición:

Realización de la definición de una magnitud dada, con un valor determinado y una incertidumbre de medición asociada, tomada como referencia (C.E.M., 2012).

Nota 1: La realización de la medición de una magnitud dada puede establecerse mediante un sistema de medición, una medida materializada o un material de referencia (C.E.M., 2012).

Nota 2: Un patrón se utiliza frecuentemente como referencia para obtener valores medidos e incertidumbres de medición asociadas para otras magnitudes de la misma naturaleza, estableciendo así la trazabilidad metrológica, mediante la calibración de otros patrones, instrumentos o sistemas de medición (C.E.M., 2012).

Nota 3: El término “realización” se emplea aquí en su sentido más general. Se refiere a tres procedimientos de realización. El primero, la realización en stricto sensu, es la realización física de la unidad de medida a partir de su definición. El segundo, denominado “reproducción”, consiste, no en realizar la unidad a partir de su definición, sino en construir un patrón altamente reproducible basado en un fenómeno físico, por ejemplo, el empleo de láseres estabilizados en frecuencia para construir un patrón del metro, el empleo del efecto Josephson para el volt o el efecto Hall cuántico para el ohm. El tercer procedimiento consiste en adoptar una medida materializada como patrón. Es el caso del patrón de 1kg (C.E.M., 2012).

Nota 4: La incertidumbre estándar asociada a un patrón es siempre una componente de la incertidumbre estándar combinada (véase la GUM:1995, 2.3.4) de un resultado de medición obtenido utilizando el patrón. Esta componente suele ser pequeña comparada con otras componentes de la incertidumbre estándar combinada (C.E.M., 2012).

Nota 5: El valor de la magnitud y de su incertidumbre de medición deben determinarse en el momento en que se utiliza el patrón (C.E.M., 2012).

Nota 6: Varias magnitudes de la misma naturaleza o de naturalezas diferentes pueden realizarse mediante un único dispositivo, denominado también patrón (C.E.M., 2012).

Nota 7: En el idioma inglés, algunas veces se utiliza la palabra “embodiment” (materialización) en vez de “realization” (realización) (C.E.M., 2012).

Nota 8: En ciencia y tecnología, el vocablo inglés “standard” se usa con al menos dos significados distintos: como una norma, especificación, recomendación técnica o documento escrito similar (en el idioma francés “norme”); y como un patrón de medición

(en el idioma francés “éetalon”). Solo el segundo significado es relevante para este vocabulario (C.E.M., 2012).

Nota 9: El término “patrón” se utiliza a veces para designar otras herramientas metrológicas, por ejemplo, un “programa de medición patrón” (software patrón). (Véase ISO 5436-2) (C.E.M., 2012).

2.1.7.5 Incertidumbre de Medición

Es un parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza (C.E.M., 2012).

Nota 1: La incertidumbre de medición incluye componentes procedentes de efectos sistemáticos, tales como componentes asociadas a correcciones y a 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 (C.E.M., 2012).

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 (C.E.M., 2012).

Nota 3: En general, la incertidumbre de medición incluye numerosas componentes. Algunas pueden calcularse mediante una evaluación tipo A de la incertidumbre de 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 desviaciones estándar, evaluadas a partir de funciones de densidad de probabilidad basadas en la experiencia u otra información (C.E.M., 2012).

Nota 4: En general, para una información dada, se sobrentiende 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 (C.E.M., 2012).

2.1.8 Método de Calibración

2.1.8.1 Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales (PC-017)

El documento proporciona un procedimiento detallado para la calibración de termómetros digitales mediante la comparación con termómetros patrón en entornos isotermos de temperatura estabilizada y controlada. El alcance abarca termómetros digitales con sensores de temperatura, como termorresistencias, termistores o termopares antes ya descritos, en un rango de -60 °C a 1100 °C (INDECOPI, 2012).

Se definen varios términos clave, como termómetro digital, termorresistencia de platino, termistor, termopar, histéresis, uniformidad, repetibilidad, calibración, resolución, corrección e incertidumbre de medida (INDECOPI, 2012).

En este procedimiento se detallan los instrumentos y equipos necesarios, así como los materiales y equipos auxiliares requeridos para llevar a cabo la calibración. Se establecen condiciones específicas de calibración, incluyendo la temperatura ambiente y la humedad relativa. El procedimiento de calibración abarca operaciones previas, como la identificación del termómetro, inspección de sensores y condiciones ambientales, así como la preparación de puntos de referencia como el punto del hielo (INDECOPI, 2012).

El proceso de calibración de termómetros digitales se describe en etapas, incluyendo la secuencia de operaciones, pruebas de histéresis, uniformidad y repetibilidad, para nuestro laboratorio solo podremos calibrar termómetros de 0,1 °C de resolución solo tomaremos la etapa de repetibilidad. Y finalmente, la calibración en puntos específicos del rango de temperatura. Se enfatiza la importancia de verificar la estabilidad del termómetro durante la calibración y se proporcionan pautas detalladas para llevar a cabo cada paso del procedimiento (INDECOPI, 2012).

Para el cálculo de la incertidumbre se distinguen las incertidumbres del sistema de calibración y las del termómetro a calibrar. Las del sistema abarcan calibración, deriva, lectura y resolución de patrones, magnitudes de influencia, interpolación o correcciones no realizadas en el certificado, estabilidad y uniformidad de los baños. Para el termómetro a calibrar, se consideran la incertidumbre de lectura, repetibilidad, histéresis y/o uniformidad

(según el sensor), y magnitudes de influencia. A continuación, se muestran las influencias de las incertidumbres de medición en función a los patrones, así como las influencias de las incertidumbres en función al termómetro a calibrar como se indica en la tabla 3 y en la tabla 4 el presupuesto total de las incertidumbres (INDECOP, 2012).

Tabla 3

Influencias de Incertidumbres por Parte de los Patrones Según PC-017

Magnitud	Estimación	Incertidumbre estandar	Coeficiente de sensibilidad	Contribución a la incertidumbre estandar
X_i	x_i	$u(x_i)$	c_i	$u_i(y)$
t_1	$(t_{11}+t_{12})/2$	$u(t_1)$	$1/2$	$u(t_1)/2$
t_2	t_2	$u(t_2)$	$1/2$	$u(t_2)/2$
δt_{c1}	0	$u(\delta t_{c1})$	$1/2$	$u(\delta t_{c1})/2$
δt_{c2}	0	$u(\delta t_{c2})$	$1/2$	$u(\delta t_{c2})/2$
δt_{d1}	0	$u(\delta t_{d1})$	$1/2$	$u(\delta t_{d1})/2$
δt_{d2}	0	$u(\delta t_{d2})$	$1/2$	$u(\delta t_{d2})/2$
$\delta t_{1,res}$	0	$u(\delta t_{1,res})$	$1/2$	$u(\delta t_{1,res})/2$
$\delta t_{2,res}$	0	$u(\delta t_{2,res})$	$1/2$	$u(\delta t_{2,res})/2$
$\delta t_{1,min}$	0	$u(\delta t_{1,min})$	$1/2$	$u(\delta t_{1,min})/2$
$\delta t_{2,min}$	0	$u(\delta t_{2,min})$	$1/2$	$u(\delta t_{2,min})/2$
$\delta t_{1,int}$	0	$u(\delta t_{1,int})$	$1/2$	$u(\delta t_{1,int})/2$
$\delta t_{2,int}$	0	$u(\delta t_{2,int})$	$1/2$	$u(\delta t_{2,int})/2$
δt_e	0	$u(\delta t_e)$	1	$u(\delta t_e)$
δt_u	0	$u(\delta t_u)$	1	$u(\delta t_u)$
t_{ref}	$(t_1+t_2)/2$			$u(t_{ref})$

Nota: (INDECOP, 2012)

Tabla 4*Resumen del Cálculo Total de Incertidumbre (INDECOPI, 2012).*

Magnitud	Estimación	Incertidumbre estandar	Coeficiente de sensibilidad	Contribución a la incertidumbre estandar
X_i	x_i	$u(x_i)$	c_i	$u_i(y)$
t_i	$(t_{x1}+t_{x2})/2$	$u(t_x)$	-1	$-u(t_x)$
$\delta t_{x,res}$	0	$u(\delta t_{x,res})$	-1	$-u(\delta t_{x,res})$
$\delta t_{x,mi}$	0	$u(\delta t_x, m_i)$	-1	$u(\delta t_{x,mi})$
δt_r ó δt_h ó δt_{un}	0	$u(\delta t_r)$ ó $u(\delta t_h)$ ó $u(\delta t_{un})$	-1	$-u(\delta t_r)$ ó $-u(\delta t_h)$ ó $-u(\delta t_{un})$
t_{ref}	$(t_1+t_2)/2$	$u(t_{ref})$	-1	$-u(t_{ref})$
C	$t_{ref}-t_x$			$u(C)$

2.2 Análisis de la Literatura según la NTP-ISO/IEC 17025:2017

La Norma técnica peruana especifica los requisitos generales para la competencia, imparcialidad y la cooperación de los laboratorios. Este documento es aplicable a todas las organizaciones que desarrollan actividades de laboratorio, independiente de la cantidad de personas (INACAL, 2017).

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 las competencias de los laboratorios (INACAL, 2017).

2.3 Análisis de la Literatura según las Directrices de INACAL

INACAL-DA cuenta con reglamentos y directrices específicos en función a la Norma Técnica Peruana NTP-ISO/IEC 17025:2017 para cada una de las actividades de evaluación de la conformidad que acredita, las cuales contienen disposiciones que deben cumplir las entidades acreditadas para poder otorgar informes de Ensayo, Calibración o Inspección con símbolo de acreditación.

2.4 Análisis de la Literatura según la Norma Internacional ISO/IEC 17043.

Esta Norma Internacional se ha elaborado con el fin de proporcionar a todas las partes interesadas una base coherente para determinar la competencia de las organizaciones que proveen ensayos de aptitud. La guía ISO/IEC 43 proporcionaba no sólo una orientación sobre el desarrollo y la operación de los ensayos de aptitud, y la selección y uso de los ensayos de aptitud por los organismos de acreditación de laboratorios, sino también descripciones útiles de tipos de ensayos de aptitud característicos. La Norma Internacional ha preservado y actualizado los principios para la operación de los ensayos de aptitud descritos en la Guía ISO/IEC 43 y ha conservado en los anexos A hasta C la información sobre los tipos de programas de ensayos de aptitud específicos, una orientación sobre los métodos estadísticos apropiados, así como la selección y el uso de programas de ensayos de aptitud por los laboratorios, los organismos de acreditación, las entidades reglamentarias y otras partes interesadas (Norma Internacional ISO/IEC 17043, 2010).

2.5 Procedimiento de Calibración PC-017 “Procedimiento de Calibración de Termómetros Digitales”

Este documento establece el procedimiento a seguir para la calibración de termómetros digitales por comparación con termómetros patrón en medios isotermos de temperatura controlada. A continuación, en el Anexo 7 se muestra parte del documento mencionado.

2.6 Documentos Bibliográficos del Equipamiento de Laboratorio

Estos documentos abordan puntos como son los manuales, especificaciones de los equipos, guías de mantenimiento, etc. Esta bibliografía incluye referencias a fuentes externas, normativas, estándares o manuales aplicados al equipamiento.

2.6.1 *Manual de instrucciones del pozo metrológico FLUKE 9173*

Este documento nos da las instrucciones de cómo utilizar correctamente el pozo metrológico, como por ejemplo las condiciones de trabajo, el alcance de temperatura, el

tiempo de estabilización y otras características adicionales. En el Anexo 8 se muestra un fragmento del documento.

2.6.2 *Manual de instrucciones del termómetro Lutron TM-917*

El termómetro Lutron TM-917 ofrece una alta precisión con una resolución de 0,01 °C, lo que lo convierte en una herramienta confiable para aplicaciones que requieren mediciones altamente precisas. Su versatilidad se destaca al aceptar múltiples tipos de sensores externos, incluidos los sensores tipo PT100 de platino y termocuplas tipo J/K/T/E/R, un extracto del documento lo podemos observar en el Anexo 9 llamado “Manual de operaciones del termómetro patrón Lutron TM-917.

Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación

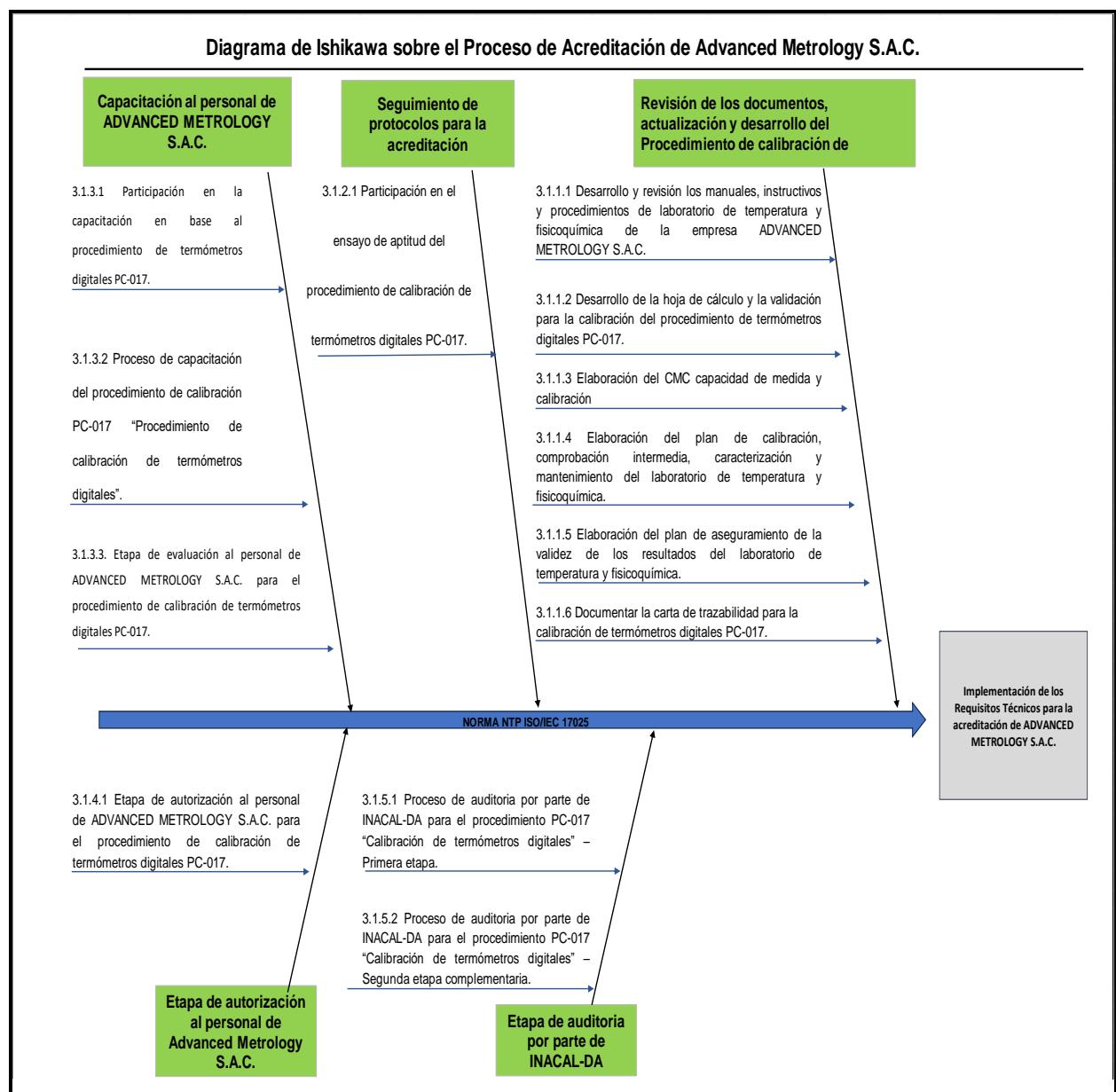
3.1 Método

A continuación, se detalla en el Diagrama de Ishikawa el método para la implementación de los requisitos técnicos indicado en la figura 9.

- Revisión de los documentos, actualización y desarrollo del Procedimiento de calibración de termómetros digitales PC-017.
- Seguimiento de Protocolos para la acreditación.
- Capacitación al personal de ADVANCED METROLOGY S.A.C.
- Etapa de autorización al personal de ADVANCED METROLOGY S.A.C.
- Etapa de auditoria por parte de INACAL-DA.

Figura. 9

Diagrama de Ishikawa que muestra los Procesos para la Implementación de los Requisitos Técnicos.



3.1.1 Revisión de los documentos, actualización y desarrollo del Procedimiento de calibración de termómetros digitales PC-017.

Revisión de la Documentación para el cumplimiento del proceso de acreditación.

Estos documentos son creados por INACAL-DA los cuales son llamados Directrices.

Las Directrices son guías basadas en Norma NTP ISO/IEC 17025 que sirve para interpretar los casos generales que se presenten en el proceso de implementación y acreditación de un procedimiento. En el Anexo 5 se puede observar la lista de las directrices.

A continuación, se muestra las siguientes directrices revisadas para el proceso de acreditación de la empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C.

A continuación, se indica la lista de directrices:

- DA-acr-03D: Directriz para la capacidad de métodos de ensayo y procedimientos de calibración.
- DA-acr-06D: Directriz para la acreditación de laboratorios de ensayo y calibración.
- DA-acr-09D: Directriz para la evaluación de la incertidumbre de medición.
- DA-acr-13D: Directriz de criterios para la participación en ensayos de aptitud/ comparaciones Inter laboratorio.

3.1.1.1 Desarrollo y Revisión de los Manuales, Instructivos y Procedimientos de Laboratorio de Temperatura y Fisicoquímica de la Empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C.

El desarrollo de estos manuales implica la creación de documentos detallados que describen los procedimientos estándar para la medición y análisis de variables relacionadas con el laboratorio de temperatura y la fisicoquímica. Esto incluye desde la calibración de equipos hasta la manipulación de los instrumentos y la interpretación de resultados, en el Anexo 10 y Anexo 11 se pueden observar la lista de procedimientos

internos y los instructivos respectivamente de la empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C.

3.1.1.2 Desarrollo de la Hoja de Cálculo y la Validación para la Calibración del Procedimiento de Termómetros Digitales PC-017.

Se desarrolló la hoja de cálculo (F-LTFQ-AM003) según el Procedimiento PC-017: Calibración de Termómetros Digitales.

La creación de la hoja de cálculo y la validación es un proceso importante para garantizar la precisión y confiabilidad de los resultados.

Una hoja de cálculo consta de algunos puntos importantes para su funcionamiento, estos puntos se indican a continuación:

- Instrucciones**

En este punto se detalla cómo usar la hoja de cálculo, incluyendo los pasos específicos para el ingreso de datos, la realización de los cálculos y generar como parte final el certificado de calibración.

- Validación**

En esta parte se detalla el proceso para verificar la precisión y funcionalidad de la hoja de cálculo, inclusión de las reglas de validación para garantizar que los datos ingresados cumplen con los requisitos establecidos.

- Registro de Medición**

Este punto es dedicado para ingresar la información general y específica del instrumento a calibrar como: el expediente, información del cliente a quien se realiza el servicio, características del instrumento a calibrar, condiciones ambientales de trabajo, registro de los puntos de calibración, los respectivos resultados del instrumento y de los patrones de trabajo, de la persona que ejecuta la calibración, etc.

- Interpolación**

Se usarán fórmulas y procedimientos para realizar los cálculos de interpolación, esto sirve para calcular las correcciones de puntos específicos de calibración obtenidos de

los patrones. La interpolación se muestra en una sub hoja llamada “Error e incertidumbre” lo cual es parte complementaria del cálculo de correcciones y su incertidumbre asociada.

- **Error e Incertidumbre**

Esta sub hoja está dedicada a usar fórmulas para calcular el error entre las lecturas del termómetro y los valores de referencia de los patrones. También para la inclusión de cálculos de incertidumbre para tener en cuenta la variabilidad en las mediciones.

- **Deriva**

Esta hoja es parte complementaria y se usa como proceso para calcular cualquier deriva en la precisión de los termómetros patrones a lo largo del tiempo.

- **Condiciones Ambientales**

En esta parte de la hoja de cálculo se registran y calculan las condiciones ambientales corregidas tanto de la temperatura como de la humedad relativa que se deben tener en cuenta durante la calibración.

- **Certificado**

Esta es la parte final de todo el proceso de calibración. Es el espacio para generar automáticamente el certificado de calibración que según el punto 7.8.2.1 de la Norma deben mostrar los siguientes puntos:

- a) Título
- b) Nombre y Dirección del Laboratorio
- c) Lugar de calibración
- d) Nro. de Certificado único
- e) Nombre e información del cliente
- f) Identificación del método utilizado
- g) Identificación
- h) Fecha de emisión, y de calibración
- i) Los resultados con las unidades de medición
- j) Identificación de las personas que autorizan

3.1.1.3 Elaboración del CMC Capacidad de Medición y Calibración

El proceso para determinar estos valores fue mediante el uso de un termómetro digital de resolución 0,1 °C como instrumento a calibrar, dos termómetros patrones marca LUTRON modelo TM-917, de resolución 0,01 °C y de un medio termostático en este caso un pozo metrológico de marca FLUKE modelo 9173.

El proceso para hallar el CMC es realizar la calibración del instrumento de resolución de 0,1 °C en base al procedimiento PC-017. De esto se obtiene el valor de la incertidumbre expandida de un rango de temperatura, según la directriz de INACAL puede ser la incertidumbre expresada en un valor único, así como una función del mensurando siendo esta una recta o una curva, también como una matriz donde las incertidumbres dependen del mensurando y de parámetros adicionales.

Para nuestro caso la incertidumbre será presentada en una función donde se puede evaluar el valor de temperatura requerido y así conocer su incertidumbre asociada. Esta incertidumbre representada en una función es el CMC.

Se muestran en los Anexos 12, 13, 14 y 15 los certificados de calibración de los patrones, así como el certificado de calibración del pozo metrológico en el Anexo 16 y 17.

Con el equipamiento mostrado anteriormente, se desarrolló el CMC correspondiente para termómetros digitales, esta información se encuentra disponible en la página de INACAL.

3.1.1.4 Elaboración del Plan de Calibración, Comprobación Intermedia, Caracterización y Mantenimiento del Laboratorio de Temperatura y Fisicoquímica.

De acuerdo con la Norma NTP ISO/IEC 17025 el punto 6.4.7 indica que el laboratorio del área de Temperatura y Fisicoquímica debe seguir un plan de calibración, realizar comprobaciones intermedias periódicas y llevar a cabo un mantenimiento regular para garantizar la precisión y confiabilidad de nuestros resultados. Para este proceso el laboratorio tiene un procedimiento con código P-L-AM007 mostrado en el Anexo 18 que nos indica los lineamientos que debe tomar por cada punto así también tiene un plan anual de cada proceso. Estos planes deben tener en cuenta lo siguiente:

Plan de Calibración:

- El plan de calibración debe ser establecido para todos los equipos o instrumentos críticos de laboratorio.
- Se debe incluir una frecuencia de calibración, los estándares usados y los procedimientos a seguir.
- Se debe documentar los resultados de dichas calibraciones y se debe tomar acciones correctivas cuando este lo requiera.

Plan de Comprobación Intermedia:

- Esto es referido a las verificaciones realizadas entre las calibraciones programadas de los equipos patrones.
- Además, asegura que el equipo patrón se mantenga en condiciones adecuadas de funcionamiento entre las calibraciones.
- Puede incluir controles de criterios internos y pruebas en puntos de calibración referencial para verificar la precisión del patrón.

Plan de Mantenimiento:

- En esta parte se incluye las actividades preventivas y correctivas para garantizar el rendimiento continuo del equipo.
- El mantenimiento se realiza según un programa establecido para evitar fallos.
- El mantenimiento correctivo aborda los problemas identificados durante la calibración, comprobaciones intermedias u otras pruebas.

Luego de este procedimiento se diseña un plan de todos los procesos antes mencionados cuyo formato tiene código F-L-AM008 llamado "**Plan Anual de Calibración, Comprobación, Caracterización y Mantenimiento**", donde no solo indica los puntos tratados sino también su frecuencia de actividad, este documento se muestra en el Anexo 19.

3.1.1.5 Elaboración del Plan de Aseguramiento de la Validez de los Resultados del Laboratorio de Temperatura y Fisicoquímica.

El punto 7.7 de la Norma NTP ISO/IEC 17025 describe el aseguramiento de la validez de los resultados por tal motivo el laboratorio debe disponer de un método para monitorear la validez de los resultados, registrando los datos de manera que sea posible identificar tendencias. Cuando sea factible, se debe emplear técnicas estadísticas en la evaluación de los resultados.

El laboratorio de temperatura y fisicoquímica de la empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C. tomó en consideración 6 ítems o técnicas de aseguramiento definidos en el procedimiento interno P-L-AM006 mostrado en el Anexo 20, “**Procedimiento de aseguramiento de la validez de los resultados**” con el objetivo de cumplir con esta parte de la norma, a continuación, se nombrarán y explicará cada punto:

3.1.1.5.1 Comprobaciones Funcionales del Equipamiento de Medición:

Esta técnica tiene como objetivo verificar que los instrumentos de medición, en este caso que los patrones estén operando correctamente y produciendo resultados confiables.

La Norma NTP ISO/IEC 17025 generalmente sugiere una periodicidad específica para realizar las comprobaciones. La frecuencia se determinó mensualmente. Al inicio de cada mes se debe revisar cada instrumento si este no presenta fallas en el display, medición de la batería, si no presenta óxido o suciedad en todas sus partes, etc.

Estos resultados se documentan de manera adecuada en el formato F-L-AM033, llamado “Formato de verificación de instrumentos de calibración”. Este documento se puede observar en el Anexo 21.

3.1.1.5.2 Comprobaciones Intermedias de los Equipos de Medición

Las comprobaciones intermedias son evaluaciones periódicas realizadas entre las calibraciones para asegurar que los equipos o instrumentos de laboratorio mantengan su precisión y rendimiento.

El laboratorio de temperatura y fisicoquímica de ADVANCED METROLOGY S.A.C. definió una frecuencia semestral a los patrones de trabajo principalmente a los

termómetros digitales, esta técnica nos permite conocer el comportamiento de los patrones tales como la linealidad, la exactitud, la precisión, etc.

Existe un formato para esta técnica cuyo código es F-LTFQ-AM001 llamado “*Informe de Comprobación Intermedia de Termómetros Digitales*”, este documento se observa en el Anexo 22. Este formato esta nombrado en un instructivo donde describe paso a paso el proceso de desarrollo de la técnica de aseguramiento, cuyo código es I-LTFQ-AM001 llamado “*Instructivo de Comprobación Intermedia de Termómetros Digitales*”.

3.1.1.5.3 Repetición de Calibración usando el Mismo Método

Este método de realizar calibraciones repetidas utilizando el mismo método implica volver a medir un instrumento con el mismo procedimiento que se usó inicialmente. Esto ayuda a evaluar la consistencia y la repetibilidad del método de medición.

Se realiza la repetición de la calibración y la diferencia de los errores o correcciones obtenidas deberán ser menor al valor de la incertidumbre calculada obtenida en la primera calibración. Al segundo certificado de calibración se le agregará la letra A. La frecuencia de este método debe ser en un tiempo corto después de la calibración (no mayor a 2 días). Para este análisis se utiliza el formato F-L-AM036 llamado “**Repetición de la calibración**”. El formato se puede observar en el Anexo 23.

3.1.1.5.4 Uso de Patrón de Verificación

En esta técnica se utiliza un instrumento propio del laboratorio, el cual representa el alcance de medición del laboratorio y se calibra periódicamente con el fin de evaluar posibles desviaciones, este instrumento queda resguardado por el laboratorio con el fin de mantener sus características metrológicas de forma estable. Los resultados serán evaluados en el formato F-L-AM037 llamado “**Uso de patrón de verificación**”. Este formato se puede observar en el Anexo 24.

3.1.1.5.5 Revisión de Resultados Informados

Para que las verificaciones de los resultados a través de certificados de calibración no cuenten con errores, es oportuno realizar una revisión periódica de los certificados

emitidos, la selección se usa de forma aleatoria, con una cantidad mínima de 2 certificados por cada procedimiento de calibración.

Los resultados son satisfactorios, si el 100% de los certificados emitidos no cuentan con ningún tipo de error. Para evidenciar la revisión se utiliza el formato F-L-AM038 llamado “*Revisión de resultados informados*”. Este documento se puede observar en el Anexo 25.

3.1.1.6 Carta de Trazabilidad Procedimiento de Termómetros Digitales PC-017.

La trazabilidad del equipamiento es un concepto clave en la Norma NTP ISO/IEC 17025 y se refiere a la capacidad de relacionar las mediciones realizadas en un laboratorio con estándares de referencia nacionales o internacionales a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones. El documento llamado “Carta de trazabilidad del procedimiento de termómetros digitales” se muestra en el Anexo 26.

Los laboratorios deben mantener registros que documenten la trazabilidad de las mediciones realizadas. Esto incluye información sobre los estándares utilizados, los procedimientos de calibración y cualquier desviación identificada.

La Norma nos dice que el laboratorio debe asegurarse de que los resultados de la medición sean trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) mediante:

- a) La calibración proporcionada por un laboratorio competente.
- b) Los valores certificados de materiales de referencia certificados proporcionados por productores competentes con trazabilidad metrológica establecida al SI.
- c) La realización directa de unidades del SI aseguradas por comparación, directa o indirecta, con patrones nacionales o internacionales.

3.1.2 Seguimiento de Protocolos para la acreditación

3.1.2.1 Participación en el Ensayo de Aptitud del Procedimiento de Calibración de Termómetros Digitales PC-017.

La Norma NTP ISO/IEC 17025 establece requisitos para los laboratorios de ensayo y calibración, y se aplica a diversas actividades, incluidas las pruebas de ensayo.

La Norma ISO/IEC 17043 contiene información adicional sobre los ensayos de aptitud y los proveedores de ensayo de aptitud. Se consideran competentes los proveedores de ensayo de aptitud que cumplen los requisitos de la Norma ISO/IEC 17043.

Además, INACAL contiene dentro de sus directrices una relacionada al punto mencionado llamada “Directriz de criterios para la participación en ensayos de aptitud/comparaciones Inter laboratorios” con código DA-acr-13D. cuyo objetivo es establecer la participación de los laboratorios y los organismos de inspección en ensayos de aptitud/comparaciones Inter laboratorios como una herramienta para evaluar su competencia técnica, a fin de aplicarlo en los diferentes procesos de acreditación.

INACAL-DA juzgará la idoneidad de los proveedores de ensayos de aptitud/comparación Inter laboratorios con base al cumplimiento de alguno de los siguientes criterios:

- a) Que sean organismos de acreditación de MLA de IAAC o MRA de ARPAC o ILAC.
- b) Que hayan sido incluidos como proveedores de pruebas de aptitud en la European Proficiency Testing Systems (EPTIS).
- c) Que estén acreditados bajo la Norma ISO/IEC 17043 O que demuestren que cumplen con esta norma.
- d) Que sea una empresa de metrología.

Para el caso de la empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C. se tomó en consideración el ítem b por lo tanto se buscó una institución que cumpliera con la condición y para ese momento la empresa INTERLABORATORIOS LATAM S.A.C. cumplía con los requisitos.

INTERLABORATORIOS LATAM tiene implementado en su sistema de gestión como proveedor de ensayos de aptitud, registrado en la European Proficiency Testing System (EPTIS) cuyo documento en el que se basa es la Norma ISO/IEC 17043. Este proveedor de ensayos de aptitud con registro ID 897304 cumple con la directriz DA-acr-

13D “Directriz de criterios para la participación en ensayos de aptitud / Comparaciones Interlaboratorios.

3.1.3. *Capacitación al Personal de ADVANCED METROLOGY S.A.C.*

3.1.3.1 *Participación en la Capacitación en Base al Procedimiento de Termómetros Digitales PC-017.*

En este rol de participación en la capacitación, el personal de ADVANCED METROLOGY S.A.C. se involucra activamente en el proceso de adquisición de conocimientos sobre el procedimiento de calibración de termómetros digitales PC-017. Se muestra las asistencias en las capacitaciones programadas. Para estos dos procesos se muestran en los Anexos 28-35, Anexo 36 y Anexo 37-41 los documentos de asistencias, así como las pruebas realizadas al personal de laboratorio.

3.1.3.2 *Proceso de Capacitación del Procedimiento de Calibración PC-017 “Procedimiento de Calibración de Termómetros Digitales”.*

Como primera parte se realizó una capacitación para el personal del ADVANCED METROLOGY S.A.C. sobre el procedimiento de calibración de termómetros digitales PC-017.

En esta etapa de capacitación se tomaron en consideración los siguientes puntos:

1. Objetivos
2. Alcance
3. Definiciones.
4. Instrumentos y equipos de medición.
5. Materiales y/o equipos auxiliares.
6. Condiciones de calibración.
7. Procedimiento de calibración.
8. Resultados.
9. Referencias.
10. Anexos.

3.1.3.3. Etapa de Evaluación al Personal de ADVANCED METROLOGY S.A.C. para el Procedimiento de Calibración de Termómetros Digitales PC-017.

- Después de la capacitación, se lleva a cabo una evaluación para medir la comprensión y competencia del personal en el procedimiento de calibración PC-017. Esto incluye:
- Exámenes o Pruebas de Evaluación: Aplicar pruebas escritas o prácticas para evaluar el conocimiento adquirido.
- Evaluación de Habilidades Prácticas: Verificar la capacidad del personal para llevar a cabo el procedimiento de calibración en situaciones prácticas. Este punto se tomará en cuenta en la etapa de autorización debido a que es la parte práctica del procedimiento.

3.1.4 Etapa de Autorización al Personal de ADVANCED METROLOGY S.A.C.

3.1.4.1 Etapa de Autorización al Personal de ADVANCED METROLOGY S.A.C. para el Procedimiento de Calibración de Termómetros Digitales PC-017.

El requisito 6 de la norma indica explícitamente que el laboratorio debe autorizar al personal para llevar las actividades de laboratorio.

Una parte en el proceso de acreditación es la autorización del personal de laboratorio de ADVANCED METROLOGY S.A.C. El proceso se dio de la siguiente manera:

- Etapa de entrenamiento
- Intralaboratorio
- Verificación de prueba de calibración
- Autorización

3.1.4.1.1 Etapa de Entrenamiento

El entrenamiento para el procedimiento de calibración PC-017 se da mediante el formato utilizado F-SGC-AM036 llamado “**Entrenamiento de personal**” donde nos da el resumen general del proceso. Aquí como primera parte se trata de que el personal autorizado conozca no solo el procedimiento sino también el uso, almacenamiento, recepción de los equipos de trabajo, el área donde trabaja, es decir, las condiciones ambientales, el aseguramiento de la validez de resultados y el conocimiento de las fuentes de incertidumbre.

3.1.4.1.2 Intralaboratorio

Esta etapa contempla subprocesos de análisis. Para poder concluir si el personal está capacitado se hace un estadístico llamado prueba de Normalidad, pero previo a ello se hacen dos pruebas, una de ellas es la de datos atípicos con código F-L-AM032 llamada “**Determinación de datos atípicos**”, y la otra es el test de normalidad llamado “**Anderson – Darling**” para luego concluir con la prueba de Normalidad.

3.1.4.1.3 Prueba de Anderson – Darling

Se basa en la comparación de la distribución de probabilidades acumulada empírica (resultado de los datos) con la distribución de probabilidad acumulada teórica (definida por H_0).

Hipótesis

H_0 : La variable sigue una distribución Normal.

H_1 : La variable no sigue una distribución Normal.

Estadística de prueba:

$$AD_0 = -N - S \quad (12)$$

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (2i - 1) [\ln(F(Y_i)) + \ln(F(F_{n+1-i}))] \quad (13)$$

Donde:

N: Número de mediciones.

S: Desviaciones.

i: Cada punto medido.

n: Número que corresponde a cada medición.

Y_i : Datos organizados de menor a mayor.

3.1.4.1.4 Identificación de Datos Atípicos

De los resultados obtenidos en una serie de medidas difiere del resto se denomina datos y/o resultados atípicos o anómalos (outlier), si en un grupo de datos se identifica un valor atípico, este deberá ser retirado del grupo de procedencia (ya sea por eliminación o sustitución por otro dato). En cualquiera de los casos, el nuevo grupo deberá nuevamente realizar el análisis de identificación de datos atípicos, hasta que haya evidencia de la no presencia de estos datos.

Test de puntuación Z-Score típico (para datos con distribución Normal)

Hipótesis:

H_0 : El dato sospechoso no es un outlier.

H_1 : El dato sospechoso es un outlier.

Significancia: α

Estadístico de prueba

$$Z\text{-Score} = \frac{|X^\alpha - X|}{s} \quad (14)$$

Regla de decisión

Se sigue la siguiente regla de decisión:

Se acepta la H_0 $|Z\text{-Score}| \leq 2$: (15)

Se cuestiona la aceptación de H_0 $2 < |Z\text{-Score}| \leq 3$: (16)

Se rechaza la H_0

$$3 < |Z\text{-Score}|: \quad (17)$$

3.1.4.1.5 Test para Verificar la Homogeneidad en la Dispersión de Datos

Para la evaluación de la dispersión de un grupo de datos, dependerá de la normalidad de estos grupos de datos, así como el número de grupos de datos evaluados.

Prueba F de Fisher:

Se utiliza para evaluar la dispersión cuando se cuenta con dos grupos de datos.

Esta prueba es aplicada para datos que presentan únicamente distribución Normal.

Hipótesis:

H_0 : Los dos conjuntos de datos poseen igual nivel estadístico de dispersión.

H_i : Los dos conjuntos de datos no poseen igual nivel estadístico de dispersión.

Estadístico de prueba

$$F_0 = \frac{s_{mayor}}{s_{menor}} \quad (18)$$

Donde:

F: Estadístico F

S(mayor): Desviación estándar del asistente de laboratorio 1.

S(menor): Desviación estándar del asistente de laboratorio 2.

Regla de decisión

La hipótesis nula se acepta con un nivel de significancia de α si:

$$F_0 \leq F_c \quad (19)$$

La tabla de F_c se tabula en la tabla 5, y varía dependiendo del nivel de significancia (Generalmente se trabajará con un $\alpha=0,95$).

Tabla 5

Cálculo del F_c en función al nivel de significancia.

		1- $\alpha = 0,95$		$v_1 = \text{grados de libertad del numerador}$								
		1- $\alpha = P(F \leq f_{\alpha})$		$v_2 = \text{grados de libertad del denominador}$								
v_2	v_1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		161,446	199,499	215,707	224,583	230,16	233,988	236,767	238,884	240,543	241,882	
2		18,513	19,000	19,164	19,247	19,296	19,329	19,353	19,371	19,385	19,396	
3		10,128	9,552	9,277	9,117	9,013	8,941	8,887	8,845	8,812	8,785	
4		7,709	6,944	6,591	6,388	6,256	6,163	6,094	6,041	5,999	5,964	
5		6,608	5,786	5,409	5,192	5,050	4,950	4,876	4,818	4,772	4,735	
6		5,987	5,143	4,757	4,534	4,387	4,284	4,207	4,147	4,099	4,060	
7		5,591	4,737	4,347	4,120	3,972	3,866	3,787	3,726	3,677	3,637	
8		5,318	4,459	4,066	3,838	3,688	3,581	3,500	3,438	3,388	3,347	
9		5,117	4,256	3,863	3,533	3,482	3,374	3,293	3,230	3,179	3,137	
10		4,965	4,103	3,708	3,478	3,326	3,217	3,135	3,072	3,020	2,978	

3.1.4.1.6 Test para Verificar la Homogeneidad en la Veracidad

Para la evaluación de la veracidad de un grupo de datos, dependerá de la normalidad de estos grupos de datos, así como el número de grupos de datos evaluados. Se evidencia una homogeneidad (igualdad) en la veracidad de un conjunto de grupos de datos si se acepta H_0 de los test estadísticos.

Prueba de t-Student de 2 muestras con varianzas iguales:

Esta prueba es aplicada para 2 grupos de datos que presentan distribución normal, los cuales se han probado previamente que poseen el mismo nivel estadístico de dispersión.

H_0 : Los promedios de cada grupo de datos no tienen diferencia significativa entre sí.

H_i : Los promedios de cada conjunto de datos si tienen diferencia significativa entre sí.

Significancia: α

Estadístico de prueba:

$$t_0 = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{s_p \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}} \quad (20)$$

Donde: S_p e la desviación estándar combinada.

Regla de decisión:

La hipótesis nula se acepta con un nivel de significancia y grado de libertad $n-2$ si:

$$t_0 \leq t_c \quad (21)$$

Donde:

t_c : Se determina mediante la tabla 6 llamada Tabla T de Student.

Tabla 6*Tabla T de Student.*

v	1- α	Tabla T de Student		
		0,8	0,9	0,95
1		1,376	3,078	6,314
2		1,061	1,886	2,920
3		0,978	1,638	2,353
4		0,941	1,533	2,132
5		0,92	1,476	2,015
6		0,906	1,44	1,943
7		0,896	1,415	1,895
8		0,889	1,397	1,860
9		0,883	1,383	1,833
10		0,879	1,372	1,812

Denotando como E_t como el coeficiente de compatibilidad para los resultados de los dos metrólogos que esta dado por:

$$E_t = \frac{|x_1 - x_2|}{t_{crítico} s_p \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}} \quad (22)$$

Donde:

x_1 : Es el promedio de mediciones del responsable de laboratorio.

x_2 : Es el promedio de mediciones del asistente de laboratorio o personal en formación en evaluación.

n_1 : Es el número de mediciones realizado por el responsable de laboratorio.

n_2 : Es el número de mediciones realizado por el asistente de laboratorio.

s_p : Es la desviación estándar ponderada dada por la siguiente fórmula.

$$s_p = \sqrt{\frac{v_1 x_{s2}^2 + v_2 x_{s2}^2}{v_1 + v_2}} \quad (23)$$

v_1 ; v_2 : Es el grado de libertad de la prueba.

$$v_1 = n_1 - 1 \quad (24)$$

$$v_2 = n_2 - 1 \quad (25)$$

Regla de decisión:

$E_t \leq 1$: Los resultados encontrados muestran concordancia entre sí y dentro de los límites establecidos como satisfactorios.

E_t>1: Los resultados encontrados no muestran concordancia entre sí y no están dentro de los límites establecidos como satisfactorios por lo tanto no son satisfactorios.

3.1.4.1.7 Verificación de Pruebas de Calibración

En esta etapa el asistente encontrándose ya apto para calibración, se designan servicios internos para que pueda entrenar en la práctica, y como resultado ya el personal es apto para los servicios de calibración.

3.1.4.1.8 Autorización

Como último punto del proceso de autorización de acuerdo a los resultados satisfactorios se presenta mediante un documento llamado “**Carta de Autorización**” con el formato F-SGC-AM042. El asistente se encuentra apto para poder realizar ciertas funciones que le son competentes.

3.1.5 Etapa de Auditoria por Parte de INACAL-DA

3.1.5.1 Proceso de Auditoria por Parte de INACAL-DA para el Procedimiento PC-017 “Calibración de Termómetros Digitales” – Primera Etapa.

INACAL, el Instituto Nacional de Calidad en Perú, desempeña un papel esencial en garantizar la calidad en productos y servicios a través de auditorías especializadas. Estas auditorías, que abarcan áreas como sistemas de gestión de calidad y otros procesos, tienen como objetivo principal asegurar la conformidad con normas técnicas y estándares de calidad establecidos.

El proceso de auditoría, desde la planificación documentario hasta la presentación de informes, se realiza de manera exhaustiva para evaluar la excelencia en varios sectores. Los beneficios de estas auditorías son múltiples, beneficiando tanto a las organizaciones auditadas como a los consumidores y la sociedad en general al garantizar productos y servicios de alta calidad.

Los resultados de las auditorías se utilizan para mejorar y mantener la calidad, y las consecuencias pueden aplicarse a las organizaciones que no cumplen con los estándares establecidos. Ejemplos prácticos ilustran el impacto positivo de las auditorías

de INACAL en la calidad de productos y servicios. Por lo tanto, las auditorías de INACAL son fundamentales para la mejora continua de la calidad.

Como parte final previa a la acreditación, nuestra organización fue sometida a una primera auditoría por parte de INACAL, el Instituto Nacional de Calidad. Durante este proceso, se evaluaron diversos aspectos, incluyendo nuestros sistemas de gestión de calidad, la parte comercial y la parte de laboratorio, con el objetivo de garantizar la conformidad con las normas técnicas y estándares de calidad establecidos por INACAL.

3.1.5.2 Proceso de Auditoria por Parte de INACAL-DA para el Procedimiento PC-017 “Calibración de Termómetros Digitales” – Segunda Etapa Complementaria.

Posteriormente, como parte del compromiso continuo con la mejora de la calidad, llevamos a cabo una auditoría complementaria para profundizar y resolver algunos puntos específicos identificados durante la primera etapa. Esta auditoría adicional se realizó con el objetivo de resolver las observaciones y no conformidades para así fortalecer aún más nuestros procesos y asegurar un cumplimiento continuo con los estándares establecidos por el INACAL.

En esta segunda fase de se logró corregir todos los errores surgidos en la primera etapa de la acreditación, ya resueltas todas las observaciones, el laboratorio de temperatura y fisicoquímica logra obtener su acreditación, consolidando así nuestro cumplimiento con los estándares de INACAL.

A continuación, se muestra el plan de evaluación por parte del INACAL-DA para la primera etapa.

Por parte del laboratorio de temperatura y fisicoquímica se tuvo la auditoria para la fecha del 2023-02-09 el procedimiento PC-017 “Procedimiento de calibración de termómetros digitales”. Los puntos que se abordaron fueron los siguientes:

6.2 Personal

6.3 Instalaciones y condiciones ambientales

6.4 Equipamiento

6.5 Trazabilidad Metrológica

- 7.2 Selección, verificación y validación de métodos
 - 7.4 Manipulación de ítems de ensayo o calibración
 - 7.5 Registros técnicos
 - 7.6 Evaluación de incertidumbre de medición
 - 7.7 Aseguramiento de la Validez de los resultados
 - 7.8 Informe de resultados
 - 7.11 Control de datos y gestión de la información
- 3.2 Materiales para la Implementación del Laboratorio de Temperatura y Fisicoquímica según PC-017.**

3.2.1 Instrumentos y Equipos patrones de Medición.

A continuación, se indica que equipamiento se requerirá para la implementación del procedimiento para la calibración de termómetros digitales PC-017.

Dos Termómetros Patrones:

Para este caso se debe cumplir que se encuentren calibrados con trazabilidad al SI y que sus incertidumbres de calibración deben ser de un orden de magnitud mejor a la resolución del termómetro a calibrar. El indicador es de marca Lutron y modelo TM-917. El sensor utilizado es del tipo platino PT100 con resolución de 0,1 °C y 0,01 °C.

Figura. 10

Dos termómetros patrones marca Lutron



Nota: (imagen Propia)

A continuación, se muestran las características de los termómetros:

Figura. 11

Especificaciones técnicas del termómetro Lutron, modelo TM-917

FEATURES					
* Professional thermometer with high accuracy & 0.01 resolution.	* Build in 0.01& 0.1select switch on the front panel.				
* Accept multi type temp. probe input : platinum PT 100 ohm, thermocouple type K/J/T/E/R.	* Super large LCD with unit display, easy readout.				
* With 0.01 high resolution both for Platinum & Thermocouple probe input.	* Data hold function for stored the desired value on display.				
* PT 100 probe input cooperate with an 0.00385 alpha coefficient, meet DIN IEC 751.	* Sensor select button on the front panel, easy to change different type probe.				
* Cooperate with 4 wires Pt-100 ohm probe, high precision.	* Memory function to record the maximum & minimum reading with recall.				
* Wide range display from -100 to 1370 °C (type k).	* Build the REL. button, useful for relative measurement.				
	* Built-in low battery indicator.				
	* Optional heavy duty & compact housing case, designed				
MEASURING RESOLUTION / RESOLUTION					
Type	Resolution	Range	Type	Resolution	Range
Platinum	0.01 °C	-199.99 to 199.99 °C	Thermocouple	0.01 °C	-100.00 to 100.00 °C
PT 100 ohm	0.1 °C	200.0 to 850.0 °C	type T	0.1 °C	100.0 to 400.0 °C
	0.02 °F	-199.99 to 392.00 °F		0.02 °F	-148.00 to 212.00 °F
	0.2 °F	392.0 to 1562.0 °F		0.2 °F	212.0 to 752.0 °F
Thermocouple	0.01 °C	-100.00 to 100.00 °C	Thermocouple	0.01 °C	-80.00 to 90.00 °C
type K	0.1 °C	100.0 to 1370.0 °C	type E	0.1 °C	90.0 to 779.9 °C
	0.02 °F	-148.00 to 212.00 °F		0.02 °F	-112.00 to 194.00 °F
	0.2 °F	212.0 to 2498.0 °F		0.2 °F	194.0 to 1435.8 °F
Thermocouple	0.01 °C	-90.00 to 100.00 °C	Thermocouple	0.1 °C	0 to 600.0 °C
type J	0.1 °C	100.0 to 900.0 °C		1 °C	600 to 1770 °C
	0.02 °F	-130.00 to 212.00 °F		0.2 °F	32.0 to 112.0 °F
	0.2 °F	212.0 to 1652.0 °F		1 °F	112 to 3218 °F
OPTIONAL TEMPERATURE PROBE & OTHER ACCESSORIES					
Carrying Case	Model : CA-03, Vinyl soft carrying case.				
Carrying Case	Model : CA-06, Hard carrying case				
PT-100 ohm Probe	* -50 °C to 400 °C (-58 °F to 752 °F), DIN plug, 4 pins/4 wires, Class A, Cooperate with an 0.00385 alpha coefficient, meet DIN IEC 751, Accuracy : (0.15 + (0.002 x T))C.				
TP-100	* Dimension Sensing head - 152 mm tube, Probe length - 245 mm.				
TP-100A					

Baños termostáticos de líquido y/u hornos de temperatura

El equipo usado como medio debe ser caracterizado y/o calibrado en estabilidad y uniformidad, estos valores serán necesarios para la influencia de la incertidumbre total.

Figura. 12

Imagen del Pozo seco Fluke



Nota: (imagen Propia)

Para la implementación del procedimiento se usó un horno de pozo seco de marca FLUKE, modelo 9173, a continuación, se muestran algunas características.

Figura. 13

Especificaciones técnicas del pozo seco marca FLUKE modelo 9173

Especificación	9170	9171	9172	9173
Rango	–45° C a 140° C (–49° F a 284° F)	–30° C a 155° C (–22° F a 311° F)	35° C a 425° C (95° F a 797° F)	50° C a 700° C (122° F a 1292° F)
Exactitud de la pantalla ²	±0,1°C rango completo		±0,1°C: 35°C a 100°C ±0,15°C: 100°C a 225°C ±0,2°C: 225°C a 425°C	±0,2°C: 50°C a 425°C ±0,25°C: 425°C a 660°C
Estabilidad	±0,005°C rango completo		±0,005°C: 35°C a 100°C ±0,008°C: 100°C a 225°C ±0,01°C: 225°C a 425°C	±0,005°C: 50°C a 100°C ±0,01°C: 100°C a 425°C ±0,03°C: 425°C a 700°C
Uniformidad axial ² (40 mm [1,6 pulg.])	±0,08°C: –45°C a –35°C ±0,04°C: –35°C a 0°C ±0,02°C: 0°C a 50°C ±0,07°C: 50°C a 140°C	±0,025°C: –30°C a 0°C ±0,02°C: 0°C a 50°C ±0,05°C: 50°C a 155°C	±0,05°C: 35°C a 100°C ±0,09°C: 100°C a 225°C ±0,17°C: 225°C a 425°C	±0,09°C: 50°C a 100°C ±0,22°C: 100°C a 425°C ±0,35°C: 425°C a 700°C
Uniformidad axial ² (60 mm [2,3 pulg.])	±0,1°C: –45°C a –35°C ±0,04°C: –35°C a 0°C ±0,02°C: 0°C a 50°C ±0,07°C: 50°C a 140°C	±0,025°C: –30°C a 0°C ±0,02°C: 0°C a 50°C ±0,07°C: 50°C a 155°C	±0,05°C: 35°C a 100°C ±0,1°C: 100°C a 225°C ±0,2°C: 225°C a 425°C	±0,1°C: 50°C a 100°C ±0,25°C: 100°C a 425°C ±0,4°C: 425°C a 700°C
Uniformidad axial ² (80 mm [3,15 pulg.])	N/A	±0,05°C: –30°C a 0°C ±0,04°C: 0°C a 50°C ±0,15°C: 50°C a 155°C	±0,06°C: 35°C a 100°C ±0,12°C: 100°C a 225°C ±0,23°C: 225°C a 425°C	±0,15°C: 50°C a 100°C ±0,30°C: 100°C a 425°C ±0,45°C: 425°C a 700°C
Uniformidad radial	±0,01°C rango completo		±0,01°C: 35°C a 100°C ±0,02°C: 100°C a 225°C ±0,025°C: 225°C a 425°C	±0,01°C: 50°C a 100°C ±0,025°C: 100°C a 425°C ±0,04°C: 425°C a 700°C

3.2.2 Materiales y/o Equipos Auxiliares

Medidor de Condiciones Ambientales.

El procedimiento pide un registrador de condiciones ambientales, las condiciones según el PC-017 indica un rango en temperatura de 18°C a 28 °C y en humedad relativa de 25 %HR a 75 %HR.

Para este caso se consiguió un datalogger de marca ELITECH, modelo GSP-6 e identificación ILTFQ-010. A continuación, se muestran sus especificaciones:

Figura. 14

Especificaciones técnicas del registrador de condiciones ambientales ELITECH, modelo GSP-6.

Technical parameters
Temperature measuring range: -40°C~85°C
Temperature accuracy: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ (-20°C~40°C); $\pm 1^{\circ}\text{C}$ (others)
Humidity range: 10%~99%
Humidity accuracy: $\pm 3\%$ RH (25°C, 20% ~ 90% RH); $\pm 5\%$ RH (others)
Resolution: temperature 0.1°C, humidity 0.1%RH
Record capacity: 16000 points (MAX)
Record interval: 10 sec ~ 24 hour continuously set
Data interface: USB
Power supply: single-use 3.6V lithium battery or powered via USB
Battery life: two years at room temperature with 15 minute record interval and buzzer alarm disabled
Ambient temperature: -30°C~70°C. At low temperature environment, the LCD screen displays normal record but a little slowly. It will display data normally when the ambient temperature returns to normal.

3.3 Desarrollo de la implementación

3.3.1 Resultados Obtenidos de la Metodología para la Implementación de los Requisitos Técnicos

Los resultados obtenidos de la metodología para la implementación de los requisitos técnicos reflejan el impacto positivo y la eficacia del enfoque empleado. La ejecución de la metodología no solo cumplió satisfactoriamente con los criterios técnicos establecidos, sino que también demostró ser un proceso eficiente y bien estructurado. Los datos recopilados revelan que la implementación de los requisitos técnicos se llevó a cabo de manera exitosa, evidenciando un cumplimiento preciso de las especificaciones y una integración efectiva de las soluciones propuestas. Estos resultados validan la robustez de la metodología aplicada y respaldan la toma de decisiones informadas en el contexto de los aspectos técnicos del proyecto. A continuación, se evidencian los resultados de los procesos anteriormente desarrollados:

3.3.1.1 Resultados del Desarrollo de la Hoja de Cálculo y la Validación.

En el punto de métodos y materiales se describieron todos los pasos para la creación de la hoja de cálculo, a continuación, se muestran:

Figura. 15

Instrucciones para el buen uso de las hojas de cálculo.

INSTRUCCIONES PARA EL BUEN USO DE LAS HOJAS DE CÁLCULO

1 Descripción General

La plantilla posee 5 hojas relacionadas a la elaboración del certificado de calibración de termómetros digitales.

Hoja1: "REGISTRO DE MEDICIÓN"

Hoja2: "CONDICIONES AMBIENTALES"

Hoja3: "CALCULO DEL ERROR"

Hoja4: "CALCULO DE INCERTIDUMBRE"

Hoja5: "CERTIFICADO"

2 Alcance

Las siguientes instrucciones corresponden al registro de datos y elaboración del certificado de calibración de termómetros digitales.

3 Referencias

PC-017 "Procedimiento para la calibración de termómetros digitales"

ISO IEC 17025:2017 (sección 7.11.1).

4 Instrucciones

- Cada vez que se actualicen los datos del certificado de calibración del equipo de condiciones ambientales, se debe colocar la fecha de dicha tarea realizada.
- Celdas de color verde en la hoja 2 de condiciones ambientales se actualizan solo por personal autorizado, luego de su actualización esta pestaña será protegido.
- Verificar que la plantilla se encuentre vigente antes de su uso.
- Solo se permite el llenado de las celdas de color, otras celdas se encuentran protegidas.
- Las celdas de color amarillo se usan para el llenado de datos.
- Las celdas de color verde se usan para procesar los datos del certificado del patrón.
- La hoja de cálculo permite automáticamente insertar comentarios con la información necesaria para identificar correcciones o modificaciones en los datos de ingreso.
- Verificar que las hojas se queden sin llenar y/o sin datos atípicos.
- Registre su nombre como analista en la primera hoja de registro de datos.
- Coloque su nombre en la hoja 1 llamada "Registro de medición" en señal de culminación del procesamiento.
- Imprima el certificado para su firma.

Figura. 16

Reporte de verificación y validación de las hojas de cálculo.

 Advanced Metrology Tecnología Calidad	Reporte de Verificación y Validación de hojas de Cálculo		<small>Nº Version: 01 Fecha de creación: 20/06/2022 Página: 1 de 1</small>
Laboratorio: Temperatura y Fisicoquímica			
Descripción de la hoja de cálculo: La plantilla contiene un registro en formato y manejo digital. Una hoja que contiene los cálculos de condiciones ambientales, una hoja de manejo digital para el cálculo de incertidumbre y elaboración de certificado de calibración.			
Criterio	C*	Observación	
	NC*		
	NA*		
Inspección inicial de la hoja de cálculo:			
La hoja es clara y fácilmente asimilable.	C		
Cuenta con instrucciones de uso.	C		
Las instrucciones se encuentran en una pestaña aparte a la de cálculos e ingreso de datos	C		
Los campos de entrada de datos debidamente identificados con colores.	C		
El nombre de la hoja de cálculo se encuentra debidamente identificado en la parte superior.	C		
Luego de llenar los datos de calibración, las celdas se muestran en color blanco, señal que todos las celdas han sido llenadas.	C		
Los campos / celdas no utilizados están bloqueados.	C		
Las filas / columnas que el operador no necesita ver están bloqueadas.	C		
Las hojas que el usuario no utiliza se encuentran ocultas y protegidas.	C		
Los campos de cálculo protegidas debidamente.	C		
Las unidades se expresan correctamente.	C		
Especificación matemática y revisión de las fórmulas:			
Se usa el procedimiento apropiado.	C		
Las fórmulas y procedimientos elegidos se especifican en la hoja de cálculo.	C		
El procedimiento elegido, sus métodos y sus fórmulas son apropiados para el nivel de precisión.	C		
Los cálculos se encuentran validados a mano.	C	Se encuentra en documento de validación	
Las fórmulas en los campos coinciden con el procedimiento.	C		
El redondeo se realiza en las ubicaciones apropiadas del archivo.	C	En la hoja llamada "Certificado"	
Todas las funciones estadísticas se encuentran debidamente definidas y libre de alteraciones.	C		
Los resultados de incertidumbre en la hoja "certificado", se encuentran correctamente redondeados.	C		
Los resultados de incertidumbre se encuentran expresados en dos cifras significativa.	C		
Las incertidumbres son mayores o iguales al CMC.	C		
Prueba de funcionalidad:			
Cada comando / botón es funcional.	C		
Los gráficos y sus ejes se encuentran etiquetados correctamente	C		
El formato condicional (de color y sin color) es funcional.	C		
Las conclusiones y resultados son evidentes (si corresponde).	C		
No existen valores que hacen referencia a otro libro de trabajo.	C		
Protección y seguridad:			
La hoja cuenta con clave de entrada y de edición.	C		
Las celdas de ecuación y cálculo están protegidas contra edición inadvertida.	C		
La confidencialidad de la contraseña es apropiada.	C		
(*) Conforme NC : No conforme NA: No Aplica.			
Conclusiones			
Se confirma la funcionalidad de la Hoja de Cálculo y se encuentra lista.			
			
Responsable		Revisado y aprobado	

A continuación, se muestra el formato de medición F-LTFQ-AM003 para la calibración de termómetros digitales PC-017.

Figura. 17

Hoja de registro para la calibración de termómetros digitales parte 1.

 Advanced Metrology <i>Procedimientos Controlados</i>	Registro de medición: Calibración de Termómetros Digitales		Nº Version: 01 Fecha de creación: 2023-04-18 Página: 1 de 2																																																
			F-LTFQ-AM003																																																
OT N°: Expediente N°: Certificado N°: Fecha de Emisión: Fecha de caducidad:																																																			
<p>1. Información del equipo:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">Solicitante:</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Dirección:</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Instrumento:</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td> Marca:</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td> Modelo:</td> <td style="text-align: center;">Resolución:</td> <td style="text-align: right;">° C</td> <td></td> </tr> <tr> <td> Serie:</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td> Alcance:</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Identificación:</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Procedencia:</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td> Sensor:</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Ubicación:</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Lugar de calibración: Temperatura y Fisicoquímica de ADVANCED METR</td> </tr> </table>				Solicitante:				Dirección:				Instrumento:				Marca:				Modelo:	Resolución:	° C		Serie:				Alcance:				Identificación:				Procedencia:				Sensor:				Ubicación:				Lugar de calibración: Temperatura y Fisicoquímica de ADVANCED METR			
Solicitante:																																																			
Dirección:																																																			
Instrumento:																																																			
Marca:																																																			
Modelo:	Resolución:	° C																																																	
Serie:																																																			
Alcance:																																																			
Identificación:																																																			
Procedencia:																																																			
Sensor:																																																			
Ubicación:																																																			
Lugar de calibración: Temperatura y Fisicoquímica de ADVANCED METR																																																			
<p>2. Método de calibración:</p> <p>* La calibración se realizó por comparación según el "Procedimiento para la calibración de Termómetros Digitales" PC-017 Diciembre 2012, del SNM-INDECOPI.</p>																																																			
<p>3. Condiciones Ambientales:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Temperatura</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">Inicial (°C)</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">Final (°C)</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td> </td> <td style="text-align: center;">Inicial (%h.r.)</td> <td style="text-align: center;">Final (%h.r.)</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Humedad Relativa</td> <td colspan="3"></td> </tr> </table> <p>Fecha de calibración:</p>				Temperatura	Inicial (°C)	Final (°C)			Inicial (%h.r.)	Final (%h.r.)		Humedad Relativa																																							
Temperatura	Inicial (°C)	Final (°C)																																																	
	Inicial (%h.r.)	Final (%h.r.)																																																	
Humedad Relativa																																																			
<p>4. Trazabilidad:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Patrón utilizado</th> <th style="width: 25%;">Identificación / serie</th> <th style="width: 25%;">Certificado</th> <th style="width: 25%;">Trazabilidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TERMÓMETRO DIGITAL</td> <td>1.578604</td> <td>LT-175-2023</td> <td>INACAL-DM</td> </tr> <tr> <td>TERMÓMETRO DIGITAL</td> <td>1.578605</td> <td>LT-176-2023</td> <td>INACAL-DM</td> </tr> </tbody> </table>				Patrón utilizado	Identificación / serie	Certificado	Trazabilidad	TERMÓMETRO DIGITAL	1.578604	LT-175-2023	INACAL-DM	TERMÓMETRO DIGITAL	1.578605	LT-176-2023	INACAL-DM																																				
Patrón utilizado	Identificación / serie	Certificado	Trazabilidad																																																
TERMÓMETRO DIGITAL	1.578604	LT-175-2023	INACAL-DM																																																
TERMÓMETRO DIGITAL	1.578605	LT-176-2023	INACAL-DM																																																
<p>5. Inspección visual:</p> <p>Estado del sensor: Estado del cable: Estado del indicador: Estado del conector: Estado de la batería:</p>																																																			

Figura. 18

Hoja de registro para la calibración de termómetros digitales parte 2.

 Registro de medición: Calibración de termómetros digitales	Nº Versión: 01 Fecha de creación: 2023-04-18 Página: 2 de 2 F-LTFQ-AM003																																																																								
PRIMERA PARTE:																																																																									
PRUEBA DE PROFUNDIDAD DE INMERSIÓN:																																																																									
<p>Esta prueba se realizará a una temperatura bastante alejada de la temperatura ambiente que esté dentro del margen de calibración del termómetro, tomando como lapsos de tiempo de 2 minutos aproximadamente (valores cercanos al máximo o mínimo del alcance).</p>																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">Profundidad de inmersión total</td> <td style="width: 10%;">cm</td> <td style="width: 10%;">°C</td> </tr> <tr><td>Profundidad de inmersión 1</td><td>cm</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Profundidad de inmersión 2</td><td>cm</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Profundidad de inmersión 3</td><td>cm</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Profundidad de inmersión 4</td><td>cm</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Profundidad de inmersión 5</td><td>cm</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Profundidad de inmersión 6</td><td>cm</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Profundidad de inmersión 7</td><td>cm</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Profundidad de inmersión 8</td><td>cm</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Profundidad de inmersión 9</td><td>cm</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Profundidad de inmersión 10</td><td>cm</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Profundidad de inmersión 11</td><td>cm</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Profundidad de inmersión 12</td><td>cm</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Profundidad de inmersión 13</td><td>cm</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Profundidad de inmersión 14</td><td>cm</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Profundidad de inmersión 15</td><td>cm</td><td>°C</td></tr> </table>		Profundidad de inmersión total	cm	°C	Profundidad de inmersión 1	cm	°C	Profundidad de inmersión 2	cm	°C	Profundidad de inmersión 3	cm	°C	Profundidad de inmersión 4	cm	°C	Profundidad de inmersión 5	cm	°C	Profundidad de inmersión 6	cm	°C	Profundidad de inmersión 7	cm	°C	Profundidad de inmersión 8	cm	°C	Profundidad de inmersión 9	cm	°C	Profundidad de inmersión 10	cm	°C	Profundidad de inmersión 11	cm	°C	Profundidad de inmersión 12	cm	°C	Profundidad de inmersión 13	cm	°C	Profundidad de inmersión 14	cm	°C	Profundidad de inmersión 15	cm	°C																								
Profundidad de inmersión total	cm	°C																																																																							
Profundidad de inmersión 1	cm	°C																																																																							
Profundidad de inmersión 2	cm	°C																																																																							
Profundidad de inmersión 3	cm	°C																																																																							
Profundidad de inmersión 4	cm	°C																																																																							
Profundidad de inmersión 5	cm	°C																																																																							
Profundidad de inmersión 6	cm	°C																																																																							
Profundidad de inmersión 7	cm	°C																																																																							
Profundidad de inmersión 8	cm	°C																																																																							
Profundidad de inmersión 9	cm	°C																																																																							
Profundidad de inmersión 10	cm	°C																																																																							
Profundidad de inmersión 11	cm	°C																																																																							
Profundidad de inmersión 12	cm	°C																																																																							
Profundidad de inmersión 13	cm	°C																																																																							
Profundidad de inmersión 14	cm	°C																																																																							
Profundidad de inmersión 15	cm	°C																																																																							
<p>La profundidad de inmersión del sensor es de: cm</p>																																																																									
AJUSTE DEL INSTRUMENTO: NO																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Punto</th> <th>Lectura patrón 1</th> <th>Lectura termómetro</th> <th>Lectura patrón 2</th> <th>Lectura termómetro</th> <th>Lectura patrón 1</th> </tr> <tr><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td></tr> <tr><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td></tr> </table>		Punto	Lectura patrón 1	Lectura termómetro	Lectura patrón 2	Lectura termómetro	Lectura patrón 1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---																																																						
Punto	Lectura patrón 1	Lectura termómetro	Lectura patrón 2	Lectura termómetro	Lectura patrón 1																																																																				
---	---	---	---	---	---																																																																				
---	---	---	---	---	---																																																																				
PRUEBA DE REPETIBILIDAD: SI																																																																									
<p>Según procedimiento se realizan 10 mediciones sucesivas a una medición de referencia (punto que estabilice rápidamente). Se extraerá e introducirá el termómetro con períodos de 3 a 5 minutos fuera del mismo y esperando el periodo de estabilización antes de cada medida.</p>																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Patrón N° 1 (°C)</th> <th>Termómetro (°C)</th> <th colspan="2">Patrón N° 2 (°C)</th> <th>Condición de Repetibilidad</th> </tr> <tr> <th colspan="2">1,578604</th> <th></th> <th colspan="2">1,578605</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Prueba N°1</td><td>-0,54</td><td></td><td></td><td>-0,64</td><td>Fuera del rango de alcance</td></tr> <tr><td>Prueba N°2</td><td>-0,54</td><td></td><td></td><td>-0,64</td><td>Fuera del rango de alcance</td></tr> <tr><td>Prueba N°3</td><td>-0,54</td><td></td><td></td><td>-0,64</td><td>Fuera del rango de alcance</td></tr> <tr><td>Prueba N°4</td><td>-0,54</td><td></td><td></td><td>-0,64</td><td>Fuera del rango de alcance</td></tr> <tr><td>Prueba N°5</td><td>-0,54</td><td></td><td></td><td>-0,64</td><td>Fuera del rango de alcance</td></tr> <tr><td>Prueba N°6</td><td>-0,54</td><td></td><td></td><td>-0,64</td><td>Fuera del rango de alcance</td></tr> <tr><td>Prueba N°7</td><td>-0,54</td><td></td><td></td><td>-0,64</td><td>Fuera del rango de alcance</td></tr> <tr><td>Prueba N°8</td><td>-0,54</td><td></td><td></td><td>-0,64</td><td>Fuera del rango de alcance</td></tr> <tr><td>Prueba N°9</td><td>-0,54</td><td></td><td></td><td>-0,64</td><td>Fuera del rango de alcance</td></tr> <tr><td>Pruebas N°10</td><td>-0,54</td><td></td><td></td><td>-0,64</td><td>Fuera del rango de alcance</td></tr> </tbody> </table>		Patrón N° 1 (°C)		Termómetro (°C)	Patrón N° 2 (°C)		Condición de Repetibilidad	1,578604			1,578605			Prueba N°1	-0,54			-0,64	Fuera del rango de alcance	Prueba N°2	-0,54			-0,64	Fuera del rango de alcance	Prueba N°3	-0,54			-0,64	Fuera del rango de alcance	Prueba N°4	-0,54			-0,64	Fuera del rango de alcance	Prueba N°5	-0,54			-0,64	Fuera del rango de alcance	Prueba N°6	-0,54			-0,64	Fuera del rango de alcance	Prueba N°7	-0,54			-0,64	Fuera del rango de alcance	Prueba N°8	-0,54			-0,64	Fuera del rango de alcance	Prueba N°9	-0,54			-0,64	Fuera del rango de alcance	Pruebas N°10	-0,54			-0,64	Fuera del rango de alcance
Patrón N° 1 (°C)		Termómetro (°C)	Patrón N° 2 (°C)		Condición de Repetibilidad																																																																				
1,578604			1,578605																																																																						
Prueba N°1	-0,54			-0,64	Fuera del rango de alcance																																																																				
Prueba N°2	-0,54			-0,64	Fuera del rango de alcance																																																																				
Prueba N°3	-0,54			-0,64	Fuera del rango de alcance																																																																				
Prueba N°4	-0,54			-0,64	Fuera del rango de alcance																																																																				
Prueba N°5	-0,54			-0,64	Fuera del rango de alcance																																																																				
Prueba N°6	-0,54			-0,64	Fuera del rango de alcance																																																																				
Prueba N°7	-0,54			-0,64	Fuera del rango de alcance																																																																				
Prueba N°8	-0,54			-0,64	Fuera del rango de alcance																																																																				
Prueba N°9	-0,54			-0,64	Fuera del rango de alcance																																																																				
Pruebas N°10	-0,54			-0,64	Fuera del rango de alcance																																																																				
6. CALIBRACIÓN DEL EQUIPO:																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Puntos de calibración (°C)</th> <th colspan="2">Lectura del patrón N° 1 (°C)</th> <th colspan="2">Lectura del patrón 2 (°C)</th> <th colspan="2">Lectura del patrón 1 (°C)</th> <th rowspan="2">Estabilidad</th> <th rowspan="2">Uniformidad</th> <th rowspan="2">Condición de calibración</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Corregido</th> <th></th> <th>Corregido</th> <th></th> <th>Corregido</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td>-0,54</td><td></td><td>-0,64</td><td></td><td>-0,54</td><td>0,006</td><td>0,25509606</td><td>Fuera del rango de alcance</td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td>-0,54</td><td></td><td>-0,64</td><td></td><td>-0,54</td><td>0,006</td><td>0,25509606</td><td>Fuera del rango de alcance</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td>-0,54</td><td></td><td>-0,64</td><td></td><td>-0,54</td><td>0,006</td><td>0,25509606</td><td>Fuera del rango de alcance</td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td>-0,54</td><td></td><td>-0,64</td><td></td><td>-0,54</td><td>0,006</td><td>0,25509606</td><td>Fuera del rango de alcance</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td>-0,54</td><td></td><td>-0,64</td><td></td><td>-0,54</td><td>0,006</td><td>0,25509606</td><td>Fuera del rango de alcance</td></tr> </tbody> </table>		Puntos de calibración (°C)	Lectura del patrón N° 1 (°C)		Lectura del patrón 2 (°C)		Lectura del patrón 1 (°C)		Estabilidad	Uniformidad	Condición de calibración		Corregido		Corregido		Corregido	1		-0,54		-0,64		-0,54	0,006	0,25509606	Fuera del rango de alcance	2		-0,54		-0,64		-0,54	0,006	0,25509606	Fuera del rango de alcance	3		-0,54		-0,64		-0,54	0,006	0,25509606	Fuera del rango de alcance	4		-0,54		-0,64		-0,54	0,006	0,25509606	Fuera del rango de alcance	5		-0,54		-0,64		-0,54	0,006	0,25509606	Fuera del rango de alcance						
Puntos de calibración (°C)	Lectura del patrón N° 1 (°C)		Lectura del patrón 2 (°C)		Lectura del patrón 1 (°C)		Estabilidad	Uniformidad				Condición de calibración																																																													
		Corregido		Corregido		Corregido																																																																			
1		-0,54		-0,64		-0,54	0,006	0,25509606	Fuera del rango de alcance																																																																
2		-0,54		-0,64		-0,54	0,006	0,25509606	Fuera del rango de alcance																																																																
3		-0,54		-0,64		-0,54	0,006	0,25509606	Fuera del rango de alcance																																																																
4		-0,54		-0,64		-0,54	0,006	0,25509606	Fuera del rango de alcance																																																																
5		-0,54		-0,64		-0,54	0,006	0,25509606	Fuera del rango de alcance																																																																
<p>Realizado por: </p>																																																																									
<p>Revisado por: </p>																																																																									

A continuación, se muestra la información que contiene la hoja llamada **INTERPOLACIÓN** donde parte de los cálculos serán usados para poder obtener la corrección y la incertidumbre de medición.

Tabla 7

Datos del Certificado Patrón 1

Certificado Patrón 1			
LT-175-2023			
Temperatura indicada	T.C.V	Corrección	Incertidumbre
50,14	49,993	-0,147	0,022
90,08	90,008	-0,072	0,022
120,10	120,01	-0,09	0,023
160,06	159,997	-0,063	0,025
199,94	200,009	0,069	0,024
209,90	210,06	0,16	0,06
a	b	c	d
3,2931E-07	-0,00011444	0,01283428	-0,543840819

Donde los parámetros a, b, c y d generarán la curva de ajuste para la interpolación del patrón 1

Tabla 8

Cálculo del Error Residual Patrón 1

Cálculo del error residual patrón 1		
Temperatura indicada		Error residual
-0,1465251		-0,00047486
-0,0756378		0,00363785
-0,0826634		-0,00733661
-0,0710894		0,0080894
0,079479		-0,01047903
0,1534367		0,00656326
Desviación estandar e_r	=	0,011950111
u_{int1}	=	0,00467042
Máx (er; u_{int1})	=	0,01195011

Cálculo del error residual como la diferencia de correcciones del valor convencionalmente verdadero y la de la curva generada por la interpolación.

Figura. 19

Corrección vs T (Patrón 1)

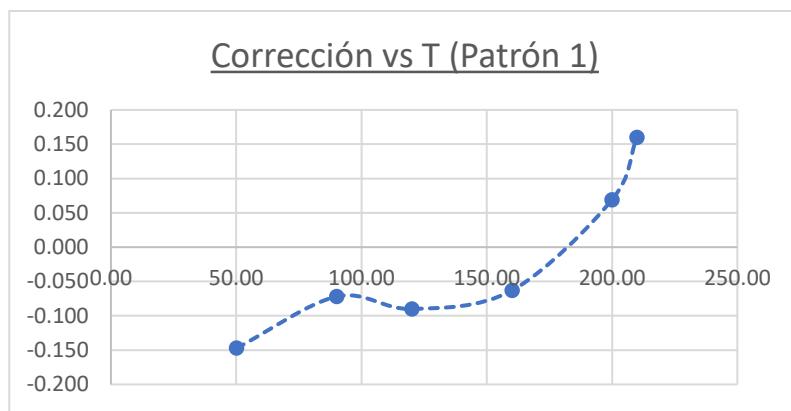


Tabla 9

Datos del Certificado Patrón 2

Certificado Patrón 2			
LT-176-2023			
Temperatura indicada	T.C.V	Corrección	Incertidumbre
50,12	49,993	-0,127	0,022
90,06	90,008	-0,052	0,022
120,07	120,01	-0,06	0,023
160,08	159,997	-0,083	0,025
199,94	200,009	0,069	0,024
209,90	210,06	0,16	0,06
a	b	c	d
4,22597E-07	-0,000150419	0,016769202	-0,64428488

Nota:

Donde los parámetros a, b, c y d generarán la curva de ajuste para la interpolación del patrón 2

Tabla 10*Cálculo del Error Residual Patrón 2*

Temperatura indicada	Error residual
-0,1284622	-0,00146219
-0,0453826	0,00661739
-0,067847	-0,00784696
-0,0809031	0,00209691
0,073119	-0,00411903
0,1564758	0,00352417
Desviación estandar er	= 0,008404934
uint2	= 0,0078470
Máx (er; u2)	= 0,00840493

Cálculo del error residual como la diferencia de correcciones del valor convencionalmente verdadero y la de la curva generada por la interpolación.

Figura. 20*Corrección vs T (Patrón 2)***Tabla 11***Pozo seco: LT-093-2023*

Temperatura	T.C.V.	Estabilidad	Uniformidad (base)	Uniformidad (4cm)	Uniformidad (8cm)	Uniformidad (carga)	Uniformidad final	Incertidumbre
(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
55	55,046	0,004	0,031	0,020	0,133	0,113	0,136565	0,234
90	89,981	0,006	0,007	-	-	-	0,255096	0,233
120	119,959	0,007	0,016	-	-	-	0,255501	0,233
160	159,911	0,008	0,027	-	-	-	0,256425	0,343
220	219,884	0,015	0,049	0,255	0,022	-	0,259665	0,343

A continuación, se muestra la información de la hoja de cálculo llamada INCERTIDUMBRE, donde se calcula como parte final la corrección y el valor final de la incertidumbre expandida tanto de los patrones como también del termómetro a calibrar.

Tabla 12

Cálculos de la corrección y de la incertidumbre referente a los patrones.

Primer punto: 60 °C

Magnitud Xi	Estimación Xi	Unidades	Incertidumbre estandar	Distribución	Coefficiente sensibilidad	Contribución incertidumbre	
t1	60,0357586	°C	-	-	0,5	-	
t2	60,042064	°C	-	-	0,5	-	
δtc1	0	°C	U/k	0,011	Normal	0,5	0,0055
δtc2	0	°C	U/k	0,011	Normal	0,5	0,0055
δtd1	0	°C	d/√3	0,000449883	Rectangular	0,5	0,000224942
δtd2	0	°C	d/√3	0,000448718	Rectangular	0,5	0,000224359
δt1,res	0	°C	R/√12	0,002886751	Rectangular	0,5	0,001443376
δt2,res	0	°C	R/√12	0,002886751	Rectangular	0,5	0,001443376
δt1,min	0	°C	-	0	-	0,5	0
δt2,min	0	°C	-	0	-	0,5	0
δt1,int	0	°C	-	0,011950111	-	0,5	0,005975055
δt2,int	0	°C	-	0,008404934	-	0,5	0,004202467
δte	0	°C	eb/√3	0,003464102	Rectangular	1	0,003464102
δtu	0	°C	Ub/√3	0,147279779	Rectangular	1	0,147279779
tref	60,04	°C			U(tref) =	0,147720895	

Tabla 13

Prueba de repetibilidad

Prueba de repetibilidad

Prueba	Patrón 1		Termómetro		Correcciones en repetibilidad (°C)
	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	
Prueba 1	60,04	60,0	60,04	60,04	0,038911344
Prueba 2	60,04	60,0	60,04	60,04	0,038911344
Prueba 3	60,04	60,0	60,04	60,04	0,038911344
Prueba 4	60,04	60,0	60,04	60,04	0,038911344
Prueba 5	60,04	60,0	60,04	60,04	0,038911344
Prueba 6	60,03	60,0	60,04	60,04	0,033898134
Prueba 7	60,04	60,0	60,04	60,04	0,038911344
Prueba 8	60,04	60,0	60,04	60,04	0,038911344
Prueba 9	60,04	60,0	60,04	60,04	0,038911344
Prueba 10	60,04	60,0	60,04	60,04	0,038911344
Desviación:					0,001585316

Tabla 14*Incertidumbre de la corrección*

Magnitud X_i	Estimación de la magnitud X_i	Unidades	Incertidumbre estandar	Distribución de probabilidad	Coeficiente de sensibilidad	Contribución a la incertidumbre $C_i \cdot u_i$
t_x	60,0	°C	0	-	-1	0
$\delta t_x, res$	0	°C	$R/2\sqrt{3} =$	0,02886751	Rectangular	-1
$\delta t_x, minf$	0	°C	0	-	-1	0
δt_r ó δt_h ó δt_{un}	0	°C	$un =$	0,00158532	Normal	1
t_{ref}	60,04	°C	$u(t_{ref}) =$	0,14772090	Normal	1
C	0,04	°C			$u(C) =$	0,150523452

Luego, se muestra la hoja de cálculo llamada DERIVA donde se coloca los resultados de las incertidumbres de los patrones, en este caso los termómetros digitales.

Tabla 15*Certificado de calibración patrón 1*

Certificado de calibración patrón 1						
Fecha de calibración			Tiempo transcurrido	LT-157-2022	LT-175-2023	Deriva
Año	Mes	Dia		Corrección	Corrección	
2022	7	4	12,83333333	-0,155	-0,147	0,000623377
2023	7	24		-0,154	-0,072	0,00638961
				-0,148	-0,09	0,004519481
				-0,104	-0,063	0,003194805
				0,068	0,069	7,79221E-05
				0,060	0,16	0,007792208

Máxima deriva patrón 1 0,00779221 °C

Tabla 16*Certificado de calibración patrón 2*

Certificado de calibración patrón 2						
Fecha de calibración			Tiempo transcurrido	LT-158-2022	LT-176-2023	Deriva
Año	Mes	Dia		Corrección	Corrección	
2022	7	4	12,86666667	-0,115	-0,127	0,000932642
2023	7	24		-0,114	-0,052	0,004818653
				-0,098	-0,06	0,002953368
				-0,034	-0,083	0,00380829
				-0,002	0,069	0,005518135
				0,160	0,16	2,65332E-16

Máxima deriva patrón 1 0,005518135 °C

Se muestran las siguientes en la hoja CONDICIONES AMBIENTALES las correcciones para la temperatura ambiental y la humedad relativa.

Figura. 21

Temperatura y Corrección de las condiciones ambientales

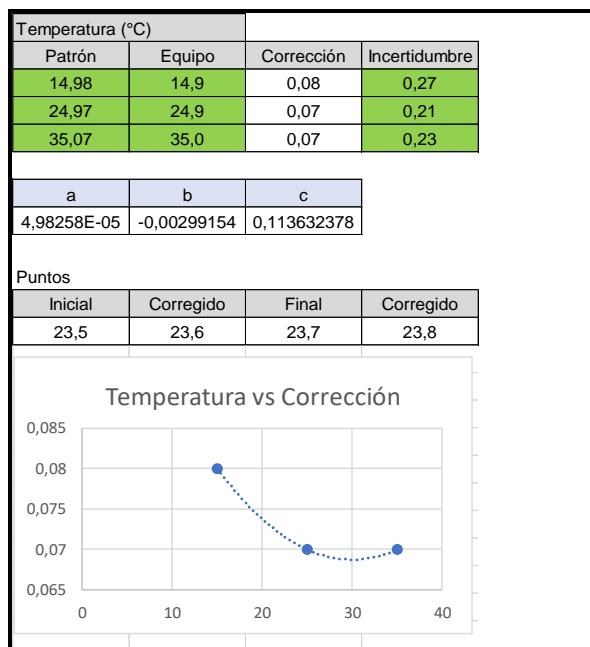


Figura. 22

Humedad relativa y corrección de las condiciones ambientales

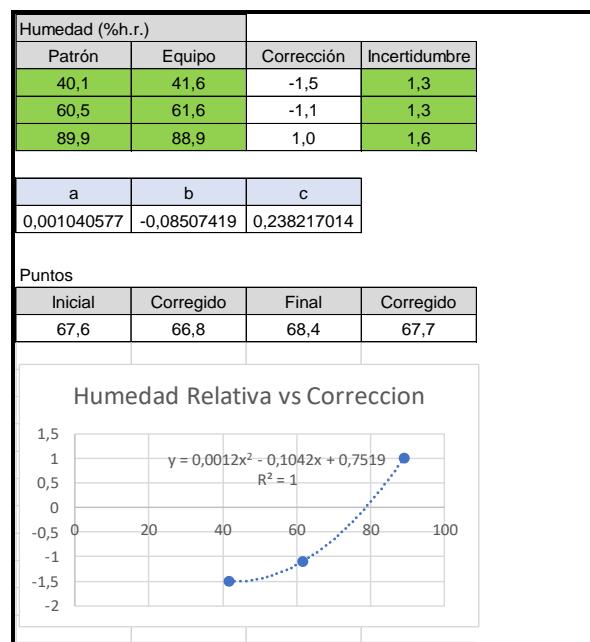


Figura. 23

Modelo Certificado de calibración (parte 1 de 2)

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° A-LT-AM0006-2023											
		<i>Expediente N°: 8428 - 31811 - 2023 Página: 1 de 2 Fecha de emisión: 2023-06-06</i>									
1. Solicitante	: ADVANCED METROLOGY S.A.C.										
2. Dirección	: CA. TENIENTE 1626, LIMA 15081										
3. Instrumento calibrado	: TERMÓMETRO DIGITAL										
Marca	: Hti										
Modelo	: HT-9815										
Serie	: 2022050002284										
Alcance	: -200 °C a 1372 °C										
Resolución	: 0,1 °C										
Identificación del Instrumento	: NO INDICA										
Identificación del sensor	: CIT-025										
Procedencia	: NO INDICA										
Ubicación	: NO INDICA										
4. Lugar de calibración	: Laboratorio de Temperatura y Fisicoquímica de ADVANCED METROLOGY S.A.C.										
5. Fecha de calibración	: 2023-06-06										
6. Método de calibración	:										
La calibración se realizó por comparación según el "Procedimiento para la calibración de Termómetros Digitales" PC-017 Diciembre 2012, del SNM-INDECOP.											
7. Trazabilidad											
Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones de referencia del Laboratorio y/o Laboratorios acreditados, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades y Medidas (SI).											
<table border="1"><thead><tr><th>Instrumento Patrón</th><th>Certificado</th><th>Trazabilidad</th></tr></thead><tbody><tr><td>TERMÓMETRO DIGITAL</td><td>LT-175-2023</td><td>INACAL-DM</td></tr><tr><td>TERMÓMETRO DIGITAL</td><td>LT-176-2023</td><td>INACAL-DM</td></tr></tbody></table>			Instrumento Patrón	Certificado	Trazabilidad	TERMÓMETRO DIGITAL	LT-175-2023	INACAL-DM	TERMÓMETRO DIGITAL	LT-176-2023	INACAL-DM
Instrumento Patrón	Certificado	Trazabilidad									
TERMÓMETRO DIGITAL	LT-175-2023	INACAL-DM									
TERMÓMETRO DIGITAL	LT-176-2023	INACAL-DM									
<hr/> <p style="text-align: center;">Aldo Paulo Pari Yalo Supervisor de Laboratorio</p>											

Figura. 24*Modelo Certificado de calibración (parte 2 de 2)*

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° A-LT-AM0006-2023 Página: 2 de 2																			
8. Condiciones Ambientales:																			
<table border="1"><thead><tr><th></th><th>Inicial</th><th>Final</th></tr></thead><tbody><tr><td>Temperatura (°C)</td><td>22,7</td><td>22,6</td></tr><tr><td>Humedad relativa (%h.r.)</td><td>67,7</td><td>68,0</td></tr></tbody></table>					Inicial	Final	Temperatura (°C)	22,7	22,6	Humedad relativa (%h.r.)	67,7	68,0							
	Inicial	Final																	
Temperatura (°C)	22,7	22,6																	
Humedad relativa (%h.r.)	67,7	68,0																	
9. Resultados Obtenidos:																			
<table border="1"><thead><tr><th>Indicación del Termómetro (°C)</th><th>Temperatura Convencionalmente Verdadera (°C)</th><th>Corrección (°C)</th><th>Incertidumbre de Medición (°C)</th></tr></thead><tbody><tr><td>69,6</td><td>69,99</td><td>0,39</td><td>0,31</td></tr><tr><td>120,7</td><td>120,09</td><td>-0,61</td><td>0,31</td></tr><tr><td>170,9</td><td>170,22</td><td>-0,68</td><td>0,31</td></tr></tbody></table>				Indicación del Termómetro (°C)	Temperatura Convencionalmente Verdadera (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre de Medición (°C)	69,6	69,99	0,39	0,31	120,7	120,09	-0,61	0,31	170,9	170,22	-0,68	0,31
Indicación del Termómetro (°C)	Temperatura Convencionalmente Verdadera (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre de Medición (°C)																
69,6	69,99	0,39	0,31																
120,7	120,09	-0,61	0,31																
170,9	170,22	-0,68	0,31																
10. Observaciones:																			
La profundidad de inmersión del sensor fue de 12,5 cm aproximadamente.																			
Se entregó al cliente una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" correspondiente al termómetro digital.																			
Los resultados de la calibración corresponden al instrumento indicado en el punto 3 del Certificado de Calibración.																			
La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza aproximadamente del 95% con un factor de cobertura $k=2$.																			
El termómetro fue calibrado en el inserto T1, con un sensor tipo K codificado por Advanced Metrology S.A.C.																			
<hr/> FIN DEL DOCUMENTO																			

A continuación, se presenta el informe de validación F-L-AM013 para el procedimiento PC-017.

Figura. 25

Informe de validación de la hoja de cálculo HC-LTFQ-AM003 "Procedimiento para la calibración de termómetros digitales PC-017 parte 1 de 2.

	INFORME DE VALIDACIÓN		N° de versión 00 Fecha de emisión: 15/02/2019 Página 1 de 2																
	F-L-AM013																		
	IVA - LTFQ-004																		
Fecha : <u>2023-04-27</u>																			
1. OBJETIVO <p>1.1 Es la confirmación de la validez de los cálculos obtenidos con: <u>La hoja de cálculo HC-LTFQ-AM003 versión 01</u> " Hoja de cálculo - calibración de termómetros digitales - PC-017 segunda edición "</p> <p>1.2 Cumplir con la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025 que el software desarrollado por el laboratorio esté documentado con suficiente detalle y sea validado adecuadamente para su uso.</p>																			
2. ALCANCE <p>Cálculos realizados por : <u>La hoja de cálculo HC-LTFQ-AM003 versión 01, corrección e incertidumbre expandida.</u></p>																			
3. RESULTADOS <p>3.1 Consideraciones previas</p> <p>Datos Generales de la hoja de cálculo y/o formato</p> <p>Código y versión : <u>HC-LTFQ-AM003 versión 01</u> Procedimiento <u>PC-017 Procedimiento para la calibración de termómetros digitales.</u></p> <p>3.2 Método La validación se realizó comparando los resultados obtenidos de la hoja de cálculo, con los resultados obtenidos del cálculo manual siguiendo el procedimiento de calibración respectivo utilizando una calculadora.</p> <p>3.3 Herramientas Utilizados</p> <p>a) Calculadora Herramienta utilizada para el cálculo manual</p> <p>Marca : <u>Casio</u> Modelo : <u>FX-991LA PLUS</u></p> <p>b) Equipo o Instrumento de medición</p> <table border="0"> <tr> <td>Marca</td> <td>: TRACEABLE</td> <td>Resolución</td> <td>: 0,1 °C</td> </tr> <tr> <td>Modelo</td> <td>: No Indica</td> <td>Código de Ident.</td> <td>: No Indica</td> </tr> <tr> <td>Serie</td> <td>: No Indica</td> <td>Clase de Exactitud</td> <td>: No Indica</td> </tr> <tr> <td>Alcance o Valor Nominal</td> <td>: -50 °C a 300 °C</td> <td>Procedencia</td> <td>: No Indica</td> </tr> </table> <p>3.3. Personal que participa en la validación <u>Aldo Paulo Pari Yalo</u></p> <p>3.4. Resultados de la validación</p> <p><i>Resultados obtenidos con la calculadora, siguiendo las fórmulas indicadas en el procedimiento, instructivos y/o formatos. Se evaluaron tres puntos de temperatura (60 °C, 120 °C y 200 °C).</i></p> <p>Para 60 °C</p> <p>(a) La corrección obtenida es de -0,03343480 °C</p> <p>(b) La incertidumbre de la medición U (k=2) es de 0,30725773 °C</p>				Marca	: TRACEABLE	Resolución	: 0,1 °C	Modelo	: No Indica	Código de Ident.	: No Indica	Serie	: No Indica	Clase de Exactitud	: No Indica	Alcance o Valor Nominal	: -50 °C a 300 °C	Procedencia	: No Indica
Marca	: TRACEABLE	Resolución	: 0,1 °C																
Modelo	: No Indica	Código de Ident.	: No Indica																
Serie	: No Indica	Clase de Exactitud	: No Indica																
Alcance o Valor Nominal	: -50 °C a 300 °C	Procedencia	: No Indica																

Figura. 26

Informe de validación de la hoja de cálculo HC-LTFQ-AM003 “Procedimiento para la calibración de termómetros digitales PC-017 parte 2 de 2.

Para 120 °C
(a) La corrección obtenida es de -1,03317260 °C
(b) La incertidumbre de la medición U (k=2) es de 0,30894517 °C
Para 200 °C
(a) La corrección obtenida es de -1,59976265 °C
(b) La incertidumbre de la medición U (k=2) es de 0,315733484 °C
<i>Resultados obtenidos</i> , empleando la hoja de cálculo, <i>indicado en el punto 1.1</i>
Para 60 °C
(a) La corrección obtenida es de -0,0334349835 °C
(b) La incertidumbre de la medición U (k=2) es de 0,3072535895 °C
Para 120 °C
(a) La corrección obtenida es de -1,0331729965 °C
(b) La incertidumbre de la medición U (k=2) es de 0,3089468895 °C
Para 200 °C
(a) La corrección obtenida es de -1,5997639807 °C
(b) La incertidumbre de la medición U (k=2) es de 0,3157334974 °C

Figura. 27

Informe de validación de la hoja de cálculo HC-LTFQ-AM003 "Procedimiento para la calibración de termómetros digitales PC-017 parte 3.

	INFORME DE VALIDACIÓN F-L-AM013	Nº de versión 00 Fecha de emisión: 15/02/2019 Página 2 de 2
IVA - LTFQ-004		
4. CONCLUSIONES		
Validación de las correcciones		
* Al evaluar los resultados de los errores obtenidos tanto con la hoja de cálculo así como en forma manual, para el valor de 60 °C se verifica que la diferencia es $|-0,03343480 °C + 0,0334349835 °C| = 0,00000018 °C$ por lo que cumple con el procedimiento P-L- AM006 " Procedimiento de aseguramiento de la validez de los resultados".		
* Al evaluar los resultados de los errores obtenidos tanto con la hoja de cálculo así como en forma manual, para el valor de 120 °C se verifica que la diferencia es $|-1,03317260 °C + 1,0331729965 °C| = 0,00000039 °C$ por lo que cumple con el procedimiento P-L- AM006 " Procedimiento de aseguramiento de la validez de los resultados".		
* Al evaluar los resultados de los errores obtenidos tanto con la hoja de cálculo así como en forma manual, para el valor de 200 °C se verifica que la diferencia es $|-1,59976265 °C + 1,5997639807 °C| = 0,0000013 °C$ por lo que cumple con el procedimiento P-L- AM006 " Procedimiento de aseguramiento de la validez de los resultados".		
Validación de las Incertidumbres		
* Al evaluar los resultados de las incertidumbres obtenidas tanto con la hoja de cálculo así como en forma manual, para el valor de 60 °C se verifica que la diferencia es $|0,30725773 °C - 0,3072535895 °C| = 0,0000041 °C$ por lo que cumple con el procedimiento P-L- AM006 " Procedimiento de aseguramiento de la validez de los resultados".		
* Al evaluar los resultados de las incertidumbres obtenidas tanto con la hoja de cálculo así como en forma manual, para el valor de 120 °C se verifica que la diferencia es $|0,30894517 °C - 0,3089468895 °C| = 0,0000017 °C$ por lo que cumple con el procedimiento P-L- AM006 " Procedimiento de aseguramiento de la validez de los resultados".		
* Al evaluar los resultados de las incertidumbres obtenidas tanto con la hoja de cálculo así como en forma manual, para el valor de 200 °C se verifica que la diferencia es $|0,315733484 °C - 0,3157334974 °C| = 0,000000013 °C$ por lo que cumple con el procedimiento P-L- AM006 " Procedimiento de aseguramiento de la validez de los resultados".		
* El tratamiento de datos de la hoja de cálculo HC- LTFQ-AM003 versión 00 " Procedimiento para la calibración de termómetro digital - PC-017 segunda edición 2012" esta validado y apto para su uso.		
 _____ Ever N. Garavito Quispe Gerente de Metrología		

3.3.2 Resultados de los Ensayos de Aptitud.

En el contexto de la norma 17025, las pruebas de aptitud son una parte importante en un sistema de gestión de la calidad del laboratorio. El requisito 7.7.2 de la Norma se refiere a la participación en programas de ensayo de aptitud, también conocidos como programas de Intercomparación. Estos programas permiten a los laboratorios comparar sus resultados con los de otros laboratorios y evaluar la competencia técnica.

Se mencionan algunos puntos relacionados con las pruebas de aptitud según la norma ISO/IEC 17025:

3.3.2.1 Participación en el Programa de Ensayo de Aptitud

Para la acreditación de este procedimiento se optó por realizar una prueba de ensayo de aptitud en un ente registrado en el EPTIS llamado INTERLABORATORIOS LATAM S.A.C.

A continuación, se muestra el protocolo de ensayo de aptitud llamado "CALIBRACIÓN DE UN TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON UN TERMISTOR" donde ADVANCED METROLOGY S.A.C. participó con otros laboratorios, parte de este documento se puede observar en los Anexos 46 y 47.

3.3.2.2 Evaluación de Resultados

Luego del proceso de registrarse siendo el código de ADVANCED METROLOGY S.A.C LABTE02 y haber realizado las pruebas con los otros laboratorios se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 17

Cuadro de datos respectivos al valor referente (LABORATORIOS LATAM S.A.C.)

VALORES DE REFERENCIA		
Nivel de comparación (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
-30	-0,13	0,08
0	-0,56	0,03
50	-1,01	0,09
100	-1,33	0,09
150	-1,86	0,11

Tabla 18

Cuadro de datos respectivos a los laboratorios que rindieron las pruebas.

Resultado de Laboratorio									
LABTE01		LABTE02		LABTE03		LABTE04			
Valor Medido	Corrección (°C)	U (°C)	Corrección (°C)	U (°C)	Corrección (°C)	U (°C)	Corrección (°C)	U (°C)	
-30	-0,095	0,028	--	--	--	--	-0,11	0,16	
0	-0,52	0,028	--	--	-0,53	0,06	-0,49	0,16	
50	-0,916	0,029	--	--	--	--	-0,95	0,21	
100	-1,089	0,033	-1,39	0,42	--	--	-1,12	0,25	
150	-1,443	0,035	-1,98	0,69	--	--	--	--	

Dando como resultados según el error normalizado En.

Tabla 19

Tabla de resultados de los laboratorios de calibración en función al error normalizado.

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO				
VALOR MEDIDO	| En |			
	LABTE01	LABTE02	LABTE03	LABTE04
-30	0,41	--	--	0,11
0	0,97	--	0,45	0,43
50	0,99	--	--	0,26
100	2,51	0,14	--	0,79
150	3,61	0,17	--	--

En la tabla 19 se muestra el LABTE02 cuyo código se designó a la empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C.

Con estos resultados nuestro laboratorio de Temperatura y Fisicoquímica salió aprobado, ya que cumple los criterios del error normalizado siendo menor a 1. Finalmente se obtuvo el certificado de aprobación en la calibración de termómetros digitales que se muestra en el Anexo 48.

3.3.3 Resultados de la Autorización para el Personal de Laboratorio de Temperatura y Fisicoquímica de la Empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C.

Con la prueba de ensayo ya aprobada tomé el puesto de supervisor de laboratorio de temperatura y fisicoquímica llamado también **referente**, luego de eso para poder autorizar al asistente de laboratorio llamado también **evaluado**, se realizó la prueba de intralaboratorio como se muestra a continuación.

Este proceso de autorización constará de varios pasos como el teste de Anderson – Darling, test de los datos atípicos y el índice de compatibilidad.

Para el punto $T = 90^{\circ}\text{C}$.

Evaluación estadística para el personal de calibración de termómetros digitales al personal Aldo Paulo Pari Yalo (Supervisor de laboratorio) como referente. Prueba de Anderson Darling para determinar si los valores reportados constituyen un comportamiento normal.

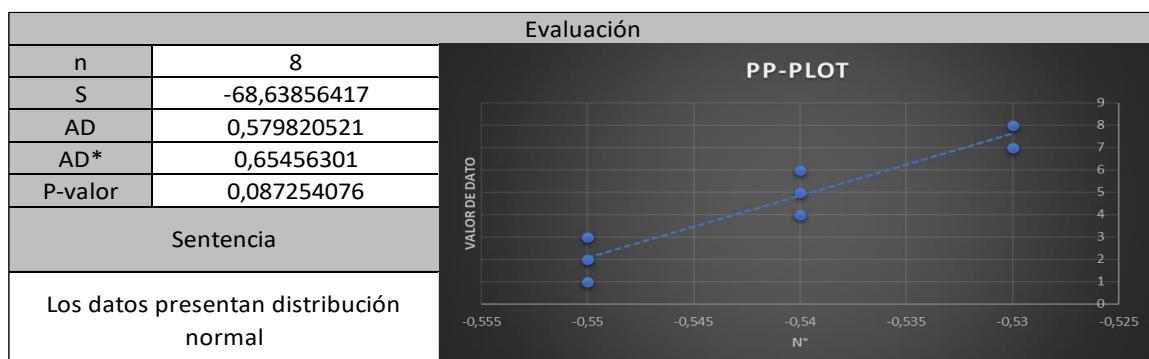
Tabla 20

Test de normalidad de Anderson – Darling (Referente).

TEST DE NORMALIDAD ANDERSON - DARLING									
Nº	Datos	(2i-1)	Y _i	Y _{n-i+1}	F(Y _i)	1-F(Y _{n-i+1})	Ln(F(Y _i))	Ln(1-F(Y _{n-i+1}))	Si
1	-0,54	-0,55	-0,53	0,14720341	0,08881704	-1,9159399	-2,4211767	-4,337116621	-5,1690902
2	-0,55	-0,55	-0,53	0,14720341	0,08881704	-1,9159399	-2,4211767	-13,01134986	-11,674276
3	-0,55	-0,55	-0,54	0,14720341	0,44046666	-1,9159399	-0,8199205	-13,67930206	-10,209945
4	-0,53	-0,54	-0,54	0,55953334	0,44046666	-0,5806522	-0,8199205	-9,804008812	-14,293923
5	-0,53	-0,54	-0,54	0,55953334	0,44046666	-0,5806522	-0,8199205	-12,60515419	-8,1072824
6	-0,54	-0,54	-0,55	0,55953334	0,85279659	-0,5806522	-0,1592342	-8,138750299	-9,9089007
7	-0,55	-0,53	-0,55	0,91118296	0,85279659	-0,0930116	-0,1592342	-3,279195365	-4,0585768
8	-0,54	-0,53	-0,55	0,91118296	0,85279659	-0,0930116	-0,1592342	-3,78368696	-2,692741

Tabla 21

Resultados de la prueba Anderson – Darling (Referente).



Según los resultados obtenidos los datos tienen un comportamiento de distribución normal.

Evaluación estadística para el personal de calibración de termómetros digitales al personal Gladis Cónedor Tocas (Evaluado). Prueba de Anderson Darling para determinar si los valores reportados constituyen un comportamiento normal.

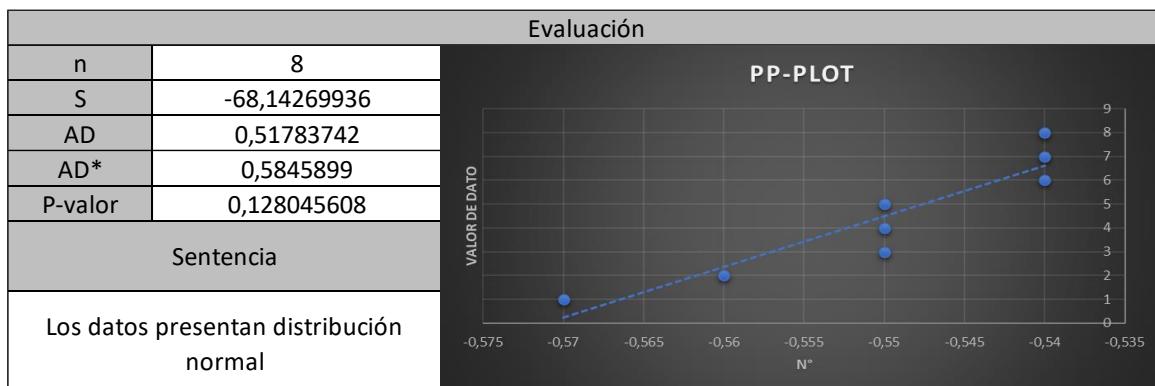
Tabla 22

Test de normalidad de Anderson – Darling (Evaluado).

TEST DE NORMALIDAD ANDERSON - DARLING									
Nº	Datos	(2i-1)	Y _i	Y _{n-i+1}	F(Y _i)	1-F(Y _{n-i+1})	Ln(F(Y _i))	Ln(1-F(Y _{n-i+1}))	Si
1	-0,55	1	-0,57	-0,54	0,03068441	0,1747874	-3,4840004	-1,744184883	-5,2281853
2	-0,54	3	-0,56	-0,54	0,1747874	0,1747874	-1,74418489	-1,744184883	-10,465109
3	-0,54	5	-0,55	-0,54	0,5	0,1747874	-0,6931472	-1,744184883	-12,18666
4	-0,57	7	-0,55	-0,55	0,5	0,5	-0,6931472	-0,693147181	-9,7040605
5	-0,55	9	-0,55	-0,55	0,5	0,5	-0,6931472	-0,693147181	-12,476649
6	-0,55	11	-0,54	-0,55	0,8252126	0,5	-0,1921142	-0,693147181	-9,7378755
7	-0,56	13	-0,54	-0,56	0,8252126	0,8252126	-0,1921142	-0,192114233	-4,99497
8	-0,54	15	-0,54	-0,57	0,8252126	0,96931559	-0,1921142	-0,031165039	-3,3491891

Tabla 23

Resultados de la prueba Anderson – Darling (Evaluado).



Según los resultados obtenidos los datos tienen un comportamiento de distribución normal.

Evaluación estadística para el personal de calibración de termómetros digitales al personal Aldo Paulo Pari Yalo (Referente). Prueba de datos atípicos.

Tabla 24*Prueba de datos atípicos Aldo Paulo Pari Yalo (Referente).*

DETERMINACIÓN DE DATOS ATÍPICOS						
Nº	Datos	Parámetros previos			Estadísticos	
1	-0,54	Q1=	-0,55	Z-score(máx)	1,35	Sentencia= El dato se acepta
2	-0,55	Me=	-0,54	Z-score(min)	1,05	Sentencia= El dato se acepta
3	-0,55	Q3=	-0,54			
4	-0,53	RIC=	0,012500			
5	-0,53	Promedio=	-0,54			
6	-0,54	Desv. Est.=	0,01			
7	-0,55					
8	-0,54	¿Distr Normal?	Si			

Evaluación estadística para el personal de calibración de termómetros digitales al personal Humbelina Gladis Cóndor Tocas (Evaluado). Prueba de datos atípicos.

Tabla 25*Prueba de datos atípicos Gladis Cóndor Tocas (Evaluado).*

DETERMINACIÓN DE DATOS ATÍPICOS						
Nº	Datos	Parámetros previos			Estadísticos	
1	-0,55	Q1=	-0,55	Z-score(máx)=	0,94	Sentencia= El dato se acepta
2	-0,54	Me=	-0,55	Z-score(min)=	1,87	Sentencia= El dato se acepta
3	-0,54	Q3=	-0,54			
4	-0,57	RIC=	0,012500			
5	-0,55	Promedio=	-0,55			
6	-0,55	Desv. Est.=	0,01			
7	-0,56					
8	-0,54	¿Distr Normal?	Si			

Como parte final se realizó el cálculo del índice de compatibilidad según el formato HC-LM-AM006.

Figura. 28

Prueba de índice de compatibilidad entre el referente y el evaluado parte 1.

		Hoja de cálculo - Índice de compatibilidad		Nº versión: 01 Fecha de emisión 2022-01-21 Página 1 de 2																																																													
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD - PRUEBA INTRALABORATORIO																																																																	
Fecha:	2022-10-03	Informe N°	IA-LTFQ-001-2022 Página: 1 de 4																																																														
Datos generales																																																																	
Laboratorio	TEMPERATURA Y FISICOQUÍMICA																																																																
Procedimiento	PC017 - Procedimiento para la calibración de termómetros digitales.																																																																
Lugar de calibración:	Jr. Recuay N° 504 - Breña																																																																
Instrumentos patrones:	TERMÓMETRO DIGITAL																																																																
Clase / exactitud:	NO APlica																																																																
Código/Lote:	--																																																																
Certificado:	--																																																																
Participantes :	ALDO PAULO PARI YALO		HUMBELINA GLADIS CÓNDOR TOCAS																																																														
Condiciones ambientales:																																																																	
Temperatura	Inicio: 19,8 °C	Final: 20,1 °C	Inicio: 21,6 °C	Final: 21,8 °C																																																													
Humedad	Inicio: 67,8 %H.R.	Final: 68,4 %H.R.	Inicio: 63 %H.R.	Final: 63,4 %H.R.																																																													
ANALISIS ESTADÍSTICO																																																																	
VALOR NOMINAL		90 °C																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Analista 1</th> <th colspan="2">Analista 2</th> </tr> <tr> <th>Eventos</th> <th>Aldo</th> <th>Gladis</th> <th></th> </tr> <tr> <th></th> <th>Datos (uS/cm)</th> <th>Datos (uS/cm)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>-0,54</td> <td>-0,55</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>-0,55</td> <td>-0,54</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>-0,55</td> <td>-0,54</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>-0,53</td> <td>-0,57</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>-0,53</td> <td>-0,55</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>-0,54</td> <td>-0,55</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>-0,55</td> <td>-0,56</td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>-0,54</td> <td>-0,54</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Promedio</td> <td>-0,54125</td> <td>-0,55000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desviación Estándar</td> <td>0,00835</td> <td>0,01069</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Varianza</td> <td>0,00007</td> <td>0,00011</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Grados de Libertad</td> <td>7</td> <td>7</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Analista 1		Analista 2		Eventos	Aldo	Gladis			Datos (uS/cm)	Datos (uS/cm)		1	-0,54	-0,55		2	-0,55	-0,54		3	-0,55	-0,54		4	-0,53	-0,57		5	-0,53	-0,55		6	-0,54	-0,55		7	-0,55	-0,56		8	-0,54	-0,54		Promedio	-0,54125	-0,55000		Desviación Estándar	0,00835	0,01069		Varianza	0,00007	0,00011		Grados de Libertad	7	7	
Analista 1		Analista 2																																																															
Eventos	Aldo	Gladis																																																															
	Datos (uS/cm)	Datos (uS/cm)																																																															
1	-0,54	-0,55																																																															
2	-0,55	-0,54																																																															
3	-0,55	-0,54																																																															
4	-0,53	-0,57																																																															
5	-0,53	-0,55																																																															
6	-0,54	-0,55																																																															
7	-0,55	-0,56																																																															
8	-0,54	-0,54																																																															
Promedio	-0,54125	-0,55000																																																															
Desviación Estándar	0,00835	0,01069																																																															
Varianza	0,00007	0,00011																																																															
Grados de Libertad	7	7																																																															
Prueba de Normalidad - Anderson Darling - F-L-AM031																																																																	
Utilizar el F-L-AM031																																																																	
Analista 1		Analista 2																																																															
n	8	n	8																																																														
S	-68,639	S	-68,143																																																														
AD	0,580	AD	0,518																																																														
AD*	0,655	AD*	0,585																																																														
P-valor	0,087	P-valor	0,128																																																														
Sentencia		Los datos presentan Distribución Normal																																																															
Determinación de Datos Atípicos - F-L-AM032																																																																	
Utilizar el F-L-AM032																																																																	
Analista 1		Analista 2																																																															
Z-Score (max) =	1,35	Z-Score (max) =	1,87																																																														
Z-Score (min) =	1,05	Z-Score (min) =	0,94																																																														
Sentencia		Los datos se aceptan																																																															

Figura. 29

Prueba de índice de compatibilidad entre el referente y el evaluado parte 2.

Cálculo F - FISHER																						
<p>Donde: Se considera "Primero" a aquel participante que obtiene menor desviación estándar.</p> <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Analista 1</td> <td colspan="2">Analista 2</td> </tr> <tr> <td>Promedio</td> <td>-0,54125</td> <td>Promedio</td> <td>-0,55000</td> </tr> <tr> <td>Desviación Estándar</td> <td>0,00835</td> <td>Desviación Estándar</td> <td>0,01069</td> </tr> <tr> <td>Varianza</td> <td>0,00007</td> <td>Varianza</td> <td>0,00011</td> </tr> <tr> <td>Grados de Libertad</td> <td>7</td> <td>Grados de Libertad</td> <td>7</td> </tr> </table>			Analista 1		Analista 2		Promedio	-0,54125	Promedio	-0,55000	Desviación Estándar	0,00835	Desviación Estándar	0,01069	Varianza	0,00007	Varianza	0,00011	Grados de Libertad	7	Grados de Libertad	7
Analista 1		Analista 2																				
Promedio	-0,54125	Promedio	-0,55000																			
Desviación Estándar	0,00835	Desviación Estándar	0,01069																			
Varianza	0,00007	Varianza	0,00011																			
Grados de Libertad	7	Grados de Libertad	7																			
<p>Criterios:</p> <p>DESV. ESTANDAR Segundo > DESV. ESTANDAR Primero</p> <p>$F_{\text{Segundo}} \leq F_{\text{Criticó}}$</p> <p>Probabilidad : 95%</p>																						
<p>Aplicando</p> $F_{\text{Criticó}} = [(1 - p); (gl_{\text{Segundo}}); (gl_{\text{Primero}})] \quad (\text{Tabla}) \quad F_{\text{Segundo}} = \frac{s_{\text{Segundo}}^2}{s_{\text{Primero}}^2}$																						
<p>Evaluación de Criterios de Aceptación</p> <table border="1"> <tr> <td>Analisis 1</td> <td>Analisis 2</td> <td>Conclusión</td> </tr> <tr> <td>$s_{\text{Segundo}} = 0,01069$</td> <td>$s_{\text{Primero}} = 0,00835$</td> <td><i>Cumple</i></td> </tr> <tr> <td>$F_{\text{Segundo}} = 1,64$</td> <td>$F_{\text{Criticó}} = 3,787$</td> <td><i>Criticó</i></td> </tr> </table>			Analisis 1	Analisis 2	Conclusión	$s_{\text{Segundo}} = 0,01069$	$s_{\text{Primero}} = 0,00835$	<i>Cumple</i>	$F_{\text{Segundo}} = 1,64$	$F_{\text{Criticó}} = 3,787$	<i>Criticó</i>											
Analisis 1	Analisis 2	Conclusión																				
$s_{\text{Segundo}} = 0,01069$	$s_{\text{Primero}} = 0,00835$	<i>Cumple</i>																				
$F_{\text{Segundo}} = 1,64$	$F_{\text{Criticó}} = 3,787$	<i>Criticó</i>																				
<p>Homogeneidad en la Veracidad</p>																						
<p>T- STUDENT</p> <p>Condiciones Requisito</p> <p>DESV. ESTANDAR Segundo > DESV. ESTANDAR Primero</p> <p>$t_{\text{Segundo}} \leq t_{\text{Criticó}}$</p> <p>Probabilidad : 95%</p>																						
<p>Aplicando:</p> $t_{\text{Criticó}} = [(1 - p); (gl_{\text{Segundo}}) + (gl_{\text{Primero}})] \quad (\text{Tabla}) \quad t_{\text{Segundo}} = \frac{ \bar{X}_{\text{Segundo}} - \bar{X}_{\text{Primero}} }{\sqrt{\frac{s_{\text{Segundo}}^2}{gl_{\text{Segundo}}} + \frac{s_{\text{Primero}}^2}{gl_{\text{Primero}}}}}$																						
<p>Evaluación de Criterios de Aceptación</p> <table border="1"> <tr> <td>Analisis 1</td> <td>Analisis 2</td> <td>Conclusión</td> </tr> <tr> <td>$s_{\text{Segundo}} = 0,01069$</td> <td>$s_{\text{Primero}} = 0,00835$</td> <td><i>Cumple</i></td> </tr> <tr> <td>$t_{\text{Segundo}} = 1,707$</td> <td>$t_{\text{Criticó}} = 1,895$</td> <td><i>Criticó</i></td> </tr> </table>			Analisis 1	Analisis 2	Conclusión	$s_{\text{Segundo}} = 0,01069$	$s_{\text{Primero}} = 0,00835$	<i>Cumple</i>	$t_{\text{Segundo}} = 1,707$	$t_{\text{Criticó}} = 1,895$	<i>Criticó</i>											
Analisis 1	Analisis 2	Conclusión																				
$s_{\text{Segundo}} = 0,01069$	$s_{\text{Primero}} = 0,00835$	<i>Cumple</i>																				
$t_{\text{Segundo}} = 1,707$	$t_{\text{Criticó}} = 1,895$	<i>Criticó</i>																				
<p>Desviación Estándar Ponderada Sp</p> <p>Condiciones Requisito</p> $s_p < 1$ $s_p = \frac{gl_{\text{Segundo}} \times s_{\text{Segundo}}^2 + gl_{\text{Primero}} \times s_{\text{Primero}}^2}{gl_{\text{Segundo}} + gl_{\text{Primero}}}$ <table border="1"> <tr> <td>Conclusión</td> </tr> <tr> <td>$s_p = 0,00959$</td> <td><i>Cumple</i></td> </tr> </table>			Conclusión	$s_p = 0,00959$	<i>Cumple</i>																	
Conclusión																						
$s_p = 0,00959$	<i>Cumple</i>																					
<p>Índice de Compatibilidad</p> <p>Evaluación y criterio de aceptación</p> $E_t = \frac{ \bar{X}_{\text{Segundo}} - \bar{X}_{\text{Primero}} }{t_{\text{Criticó}} s_p \sqrt{\frac{1}{n_{\text{Segundo}}} + \frac{1}{n_{\text{Primero}}}}}$ <table border="1"> <tr> <td>Criterio de aceptación</td> </tr> <tr> <td>$E_t \leq 1$</td> <td><i>Satisfactorio</i></td> </tr> <tr> <td>$E_t > 1$</td> <td><i>No Satisfactorio</i></td> </tr> </table>			Criterio de aceptación	$E_t \leq 1$	<i>Satisfactorio</i>	$E_t > 1$	<i>No Satisfactorio</i>															
Criterio de aceptación																						
$E_t \leq 1$	<i>Satisfactorio</i>																					
$E_t > 1$	<i>No Satisfactorio</i>																					
<table border="1"> <tr> <td>Evaluación</td> <td>Conclusión</td> </tr> <tr> <td>$I_R = 0,90$</td> <td><i>Satisfactorio</i></td> </tr> </table>			Evaluación	Conclusión	$I_R = 0,90$	<i>Satisfactorio</i>																
Evaluación	Conclusión																					
$I_R = 0,90$	<i>Satisfactorio</i>																					
<p>Conclusión</p> <p>La prueba de compatibilidad resultó satisfactorio, por lo tanto, los resultados de ALDO PAULO PARI YALO y HUMBELINA GLADIS CÓNDOR TOCAS son semejantes.</p>																						
<p><i>Fin del documento</i></p>																						

Realización de la carta de autorización para el personal de laboratorio de temperatura y fisicoquímica (Asistente de laboratorio).

Figura. 30

Carta de autorización para Humbelina Gladis Cónodor Tocas para su habilitación como asistente de laboratorio.

 <p>Aeronáutica Metropolitana Transmigra Ciudad</p>		<p align="center">CARTA DE AUTORIZACIÓN</p>						
Código	F-SGC-AM042	Ver.	0.4	Fecha	2022/04/04	Fecha y firma Gerente de Metrólogia o Gerencia General	AUTORIZACIONES Y/O SEGUIMIENTO	Fecha y firma Gerente de Metrólogia o Gerencia General
Nº	PROCEDIMIENTOS	Ejecuta la calibración	Emisión de certificados ¹	Autoriza los certificados de calibración	Supervisa al personal	Implementación de Procedimientos	Verificación o Validación de Procedimientos	AUTORIZACIONES Y/O SEGUIMIENTO
Se autoriza	Se autoriza	Se autoriza	Se autoriza	Se autoriza	Se autoriza	Se autoriza	Se autoriza	1er Seguimiento
2do Seguimiento	3do Seguimiento	4er Seguimiento						
1	PC-017 Procedimiento de calibración de termómetros digitales	Autorizada a partir del 2022-10-31	Autorizada a partir del 2022-09-23	Autorizada a partir del 2022-09-26	...	...	...	2022-10-03 IA-ITFO-001-2022 <i>[Signature]</i>
2	PC-022 Procedimiento de calibración de conductímetro	Autorizada a partir del 2022-10-17	Autorizada a partir del 2022-10-07	Autorizada a partir del 2022-10-10	...	...	...	2022-10-17 IA-ITFO-002-2022 <i>[Signature]</i>
3	PC-020 Procedimiento de calibración de medidores de pH	Autorizada a partir del 2022-10-31	Autorizada a partir del 2022-10-21	Autorizada a partir del 2022-10-24	...	...	...	2022-10-31 IA-ITFO-003-2022 <i>[Signature]</i>
4								

¹Abarca las actividades de procesar, informar y revisar los resultados antes de su liberación del laboratorio

Abarca las actividades de procesar, informar y revisar los resultados antes de su liberación del laboratorio

3.3.4 Desviaciones y/o Problemas Hallados en la Auditoria

3.3.4.1 Resultado del CMC (Capacidad de Medición y Calibración) Hallado en la Primera Etapa Previa a la Auditoria de INACAL

En la primera etapa de la acreditación el laboratorio de temperatura y fisicoquímica obtuvo un primer CMC. En las tablas 26 y 27 se observan los resultados tanto de la evaluación en el punto de 60°C como de las correcciones en función a la temperatura y en la figura 29 su respectivo gráfico.

Además, se calcula la incertidumbre en los puntos dentro del rango del alcance de acreditación, tanto del aporte de laboratorio como del instrumento a calibrar, el medio utilizado fue el pozo seco FLUKE 9141.

Tabla 26

Presupuesto de incertidumbre tanto de los patrones como del instrumento a calibrar para el punto de 60 °C.

TEMPERATURA = 60 °C			
	Ui	Ci	Ui*Ci
<i>dt1cert</i>	0,0130	0,5	0,0065
<i>dt2cert</i>	0,0131	0,5	0,0065
<i>dt1resol</i>	0,0029	0,5	0,0014
<i>dt2resol</i>	0,0029	0,5	0,0014
<i>dt1D</i>	0,0196	0,5	0,0098
<i>dt2D</i>	0,0196	0,5	0,0098
<i>δt1,min</i>	-0,0018	0,5	-0,0009
<i>δt2,min</i>	0,0378	0,5	0,0189
<i>dt1int.</i>	0,0184	0,5	0,0092
<i>dt2int</i>	0,0378	0,5	0,0189
<i>dtEst</i>	0,0244	1	0,0244
<i>dtUnif</i>	0,2060	1	0,2060
<i>tref</i>			0,2101
<i>tx</i>	0,0000	-1	0,0000
<i>dtxresol.</i>	0,0289	-1	-0,0289
<i>dtmi</i>	0,0000	-1	0,0000
<i>dtRep.</i>	0,0957	-1	-0,0957
<i>tref</i>	0,2092	1	0,2092
<i>C</i>			$u(C) = 0,2319$
<i>k=2</i>			$U(C) = 0,4637$

APORTE DEL
LABORATORIO

APORTE DEBIDO AL
EQUIPO

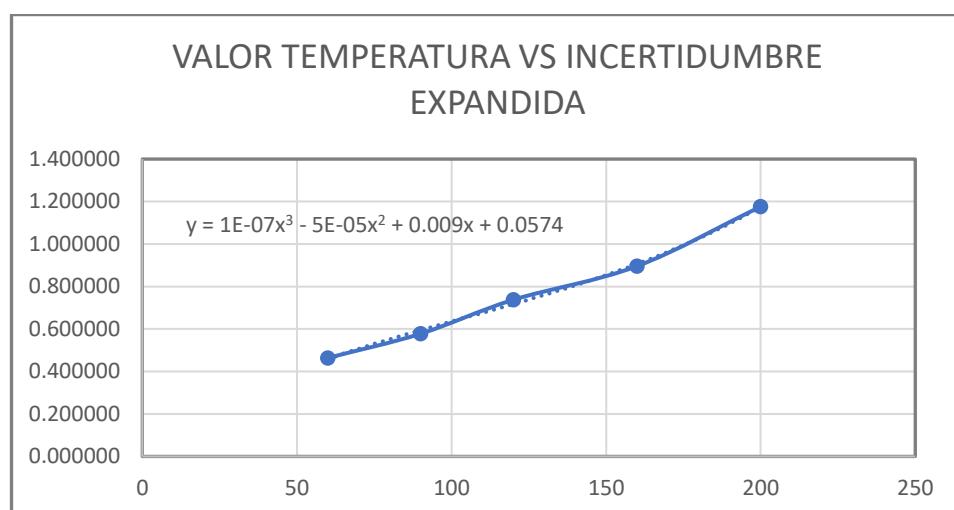
Tabla 27

Evaluación de 5 puntos dentro del alcance de acreditación indicando también los resultados de las incertidumbres.

Apunte de laboratorio (°C)	Apunte del equipo (°C)	Temperatura (°C)	Incertidumbre (°C)
0,209198956	0,099979517	60	0,463725
0,287381899	0,028867513	90	0,577656
0,367668377	0,028867513	120	0,737600
0,436579657	0,099979517	160	0,895763
0,587521926	0,588230692	200	1,176461

Figura. 31

Grafica del ajuste de curva para la determinación de la función polinomial de nuestro alcance de acreditación.



Con estos resultados se obtuvo el CMC correspondiente cuya función polinómica es:

$$f(T) = 10^{-7}xT^3 - 5 \times 10^{-5}xT^2 + 0,009xT + 0,0574 \quad (26)$$

La incertidumbre que se tiene oscila entre 0,464 °C hasta 1,176 °C. Esta información nos servirá para el siguiente capítulo de la auditoría.

3.3.4.2 Hallazgos de Observaciones y/o No Conformidades por parte de Laboratorio y sus Respectivas Soluciones.

La primera etapa de la acreditación se dio en las fechas 07, 08 y 09 de febrero del 2023, aquí se muestran los siguientes resultados de la auditoria por parte del INACAL a la empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C. en todos los procedimientos al que estaba postulando. En el Anexo 52 se muestra el registro y seguimiento de no conformidades.

En esta primera etapa de auditoria se hallaron 3 No Conformidades, estas deberán ser resueltas para la siguiente etapa de la auditoria llamada complementaria, a continuación, se indican:

Tabla 28

Descripción de la primera No Conformidad

NÚMERO	REQUISITOS Y DESCRIPCIÓN DE LA NO CONFORMIDAD
01	<p>Requisitos de la Norma 7.2.1.5</p> <p>Declaración de la No Conformidad (incumplimiento): El laboratorio no asegura que puede llevar a cabo apropiadamente los métodos antes de utilizarlos.</p> <p>Evidencia del incumplimiento:</p> <ol style="list-style-type: none">1. En la testificación del procedimiento PC-017 el laboratorio ha calibrado un termómetro con EMP de 1 °C y ha reportado incertidumbres de 0,43 °C, 0,62 °C y 1,2 °C para las temperaturas de 60 °C, 100 °C y 200 °C, respectivamente, superando el criterio de que la incertidumbre no debe superar el 1/3 del error máximo permisible. ████████2. El medio termostático utilizado para la calibración del procedimiento PC-017 tiene una profundidad de 12,4 cm lo que limita las longitudes de los sensores a calibrar, estas dimensiones de los vástagos a calibrar no se encuentran definidas.

Tabla 29*Descripción de la segunda No Conformidad.*

NÚMERO	REQUISITOS Y DESCRIPCIÓN DE LA NO CONFORMIDAD
02	<p>Requisitos de la Norma 7.5</p> <p>Declaración de la No Conformidad (incumplimiento): 7.5.2 No se está asegurando la trazabilidad a versiones anteriores cuando se realiza modificaciones en los registros técnicos.</p> <p>Evidencia del incumplimiento: Registro de medición: Calibración de termómetros digitales F-LTFQ-AM003 Ver 00 (2022-07-25) se realizaron cambios en los resultados y no se evidenció el registro de los datos anteriores.</p>

Tabla 30*Descripción de la tercera No Conformidad.*

NÚMERO	REQUISITOS Y DESCRIPCIÓN DE LA NO CONFORMIDAD
03	<p>Requisitos de la Norma 7.6.1</p> <p>Declaración de la No Conformidad (incumplimiento): El laboratorio no está tomando en cuenta todas las contribuciones a la incertidumbre de sus mediciones.</p> <p>Evidencia del incumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para el cálculo de incertidumbre del procedimiento PC-017 está presentando errores en la aplicación de las fórmulas utilizadas. <p>Incertidumbre por interpolación.</p> <p>Para el aporte de la incertidumbre por el patrón está interpolando los resultados lo que lleva a calcular el aporte de incertidumbre por interpolación, lo cual no está indicado en el procedimiento PC-017.</p> <p>Para el cálculo de incertidumbre del PC-017 está interpolando los resultados de estabilidad y uniformidad. Esto no está especificado en el proceso de calibración.</p>

3.3.4.3 Propuestas del Laboratorio para la Resolución de las No Conformidades.

Para poder resolver cada una de las No Conformidades se realizaron sus respectivos análisis de causa para luego generar una acción correctiva.

3.3.4.3.1 No Conformidad N°1:

Análisis de causa:

- El laboratorio de temperatura no realizó una revisión exhaustiva de los requisitos de la Norma y las aplicaciones en los procedimientos.
- El laboratorio no ha identificado claramente lo indicado en la directriz DA-acr-09D “Directriz para la evaluación de la incertidumbre”.
- El laboratorio de temperatura no tomó en cuenta la profundidad del pozo como restricción.
- Faltó reforzamiento en el procedimiento PC-017 Calibración de termómetros digitales.
- La corrección propuesta fue la compra de un nuevo pozo seco con una mejor estabilidad y uniformidad que permita reducir la incertidumbre reportada.

Acciones Correctivas Propuestas:

- Reforzar al personal del laboratorio en las verificaciones de implementación de procedimientos de calibración.
- Revisión y/o modificación de los formatos de verificación de implementación de procedimientos, incluyendo los criterios de evaluación para el cumplimiento de cada PC.
- Revisión de las hojas de cálculo (Temperatura fisicoquímica, longitud y masa) en donde contemplen los criterios de incertidumbre adecuados.
- Reforzar al personal de laboratorio sobre los criterios de incertidumbre de la medición.

- Revisión y/o modificación del procedimiento P-L-AM005 Procedimiento de evaluación de la Incertidumbre en la cual se debe contemplar con los criterios de evaluación de incertidumbre con el fin de cumplir con la exactitud requerida por cada PC.
- Difusión del procedimiento P-L-AM005 “Procedimiento para la evaluación de la incertidumbre a todo el personal de laboratorio”.
- Capacitación en el procedimiento PC-017 “Procedimiento para la calibración de termómetros digitales”, haciendo énfasis en las restricciones requeridas para la correcta ejecución del procedimiento.
- Reevaluación del CMC de laboratorio de temperatura de acuerdo a las modificaciones producto de la adquisición del nuevo pozo seco y las restricciones identificadas en la capacitación.

3.3.4.3.2 No Conformidad N°2:

Análisis de causa:

- El laboratorio no tomó en cuenta lo indicado en el procedimiento P-SGC-AM001 Procedimiento de control de documentos y registro.

Acciones correctivas propuestas:

- Revisión y/o modificación del procedimiento P-SGC-AM001 Procedimiento de control de documentos y registro.
- Difusión del procedimiento P-SGC-AM001 Procedimiento de control de documentos y registro.
- En la pestaña de instrucciones de cada hoja de cálculo indicar los pasos a seguir si se tiene que corregir observaciones durante el proceso.
- Colocar un aviso en cada formato donde indique la forma de proceder si se va a corregir observaciones.
- Difusión de la modificación de la pestaña de la hoja de cálculo al personal de laboratorio.

- Reforzar la difusión de control de documentos y registro, haciendo énfasis en la modificación de registros en nuestro programa anual de capacitación.

3.3.4.3.3. *No Conformidad N°3:*

Análisis de causa:

- Se tomó en cuenta todas las contribuciones de incertidumbre, pero no se evaluó de forma adecuada.
- No se interpretó de forma correcta el presupuesto de incertidumbre de cada procedimiento.
- Faltó reforzar conocimiento en temas de incertidumbre de la medición.

Acciones correctivas propuestas:

- Reforzar al personal sobre criterios de incertidumbre de medición.
- Revisar y/o modificar el presupuesto de incertidumbre de cada hoja de cálculo.
- Validación de las hojas de cálculo en caso de ser necesario.
- Reforzamiento de PC-017 calibración de termómetro digital.
- Revisión y/o modificación de los CMC de los laboratorios (temperatura y fisicoquímica, longitud y masa).

3.3.4.4 Resolución de las No Conformidades Halladas en la Auditoria

3.3.4.4.1 Resolución de la No Conformidad N°1

En esta parte se presentan las acciones correctivas descrita anteriormente para la primera no conformidad hallada en la auditoria.

El reforzamiento y revisión de la implementación del procedimiento PC-017 se indica en el formato F-L-AM035. El propósito de este documento es mostrar a detalle los pasos que se va a dar para la implementación del procedimiento de calibración, es decir, indicar cual es el personal autorizado, las condiciones ambientales a la que trabajara el proceso, el equipamiento adecuado para realizar dicho servicio, el uso de la información

generada cuando se realiza la calibración. Estos puntos indicados anteriormente se encuentran sustentados en con sus respectivos documentos siendo estos procedimientos externos, interno o instructivos.

Figura. 32

Verificación del procedimiento implementado, se observa paso a paso los procesos de la implementación del PC-017 parte 1.

		VERIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO IMPLEMENTADO		Código	F-L-AM035
				Ver	0
				Fecha	2022/09/08
LABORATORIO	Laboratorio de Temperatura & Fisicoquímica			FECHA	2022/11/20
RESPONSABLE	Aldo Paulo Pari Yalo				
CARGO	Supervisor de Laboratorio de Temperatura y Fisicoquímica				
PROCEDIMIENTO	PC-017 "procedimiento para la calibración de Termómetro digitales"				
1 PERSONAL - AUTORIZADO					
Nº	Nombre y Apellido	Cargo	Documento Autorización	obs	
1	Aldo Paulo Pari Yalo	Supervisor de Laboratorio	F-SGC-AM042 Carta de Autorización		
2	Humbelina Gladis Cóndor Tocas	Asistente de Laboratorio	F-SGC-AM042 Carta de Autorización		
<i>Nota: Todo personal para estar apto en un procedimiento de calibración deben ser Autorizados, para ello se debe seguir los lineamientos del Procedimiento P-SGC-AM018 "Procedimiento de Competencia Técnica"</i>					
2 CONDICIONES DE TRABAJO					
ADVANCED METROLOGY SAC, cuenta con las instalaciones adecuadas para la correcta ejecución de los procedimientos implementados, asegurando la seguridad de los equipos a calibrar como los patrones de trabajo, cuenta con pozo tierra, iluminación, sistema de aire acondicionado e instalaciones libre de polvo					
3 EQUIPOS Y/O INSTRUMENTOS DE TRABAJO (PATRONES)					
Nº	CÓDIGO / LOTE	DESCRIPCIÓN	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	OBS	
1	ILTFQ-003	Termómetro	LT-157-2022	INACAL	
2	ILTFQ-004	Termómetro	LT-158-2022	INACAL	
3	ILTFQ-009	Pozo Seco	LT-152-2022	INACAL	
4	ILTFQ-010	Registro de Temperatura y humedad	TH22-1382	TSG	
5	ILTFQ-012	Aire Acondicionado	-----	Mantenimiento	
6	----	----	----	---	
7	----	----	----	---	
<i>Nota: Para la calibración, mantenimiento los laboratorio siguen los lineamientos del Procedimiento P-L-AM007 "Proc. De gestión de equipos, mantenimiento y calibración"</i>					
4 ALCANCE DEL PROCEDIMIENTO					
El presente procedimiento tiene el siguiente alcance de acreditación de 60°C a 200°C					
5 REGISTRO DE MEDICIÓN					
Nº	CODIGO	DESCRIPCIÓN	FECHA DE EMISIÓN		
1	F-LTFQ-AM001	Registro de medición:Calibración de Termómetro Digitales	2022/07/22		

Figura. 33

Verificación del procedimiento implementado, se observa paso a paso los procesos de la implementación del PC-017 parte 2.

6 REQUISITO DEL PROCEDIMIENTO			
NOMBRE DEL PROCEDIMIENTO		PC-017 "procedimiento para la calibración de Termómetro digitales"	
Nº	PROCESO	DESCRIPCIÓN	DOCUMENTOS DE REFERENCIA
1	CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura Ambiente: 23°C +/- 5°C. Humedad relativa del aire: 25% Hr a 75% Hr	Procedimiento de Condiciones Ambientales P-L-AM001 Instructivo para la caracterización de Temperatura y Humedad en el área de trabajo.
	EQUIPAMIENTO	Se tiene registro de los equipos de laboratorio. Realiza las comprobaciones Intermedias a los Patrones	F-L-AM007 Inventario de equipos e instrumento de Laboratorio. P-L-AM007 Procedimiento de Gestión e Equipos.
2		Los termómetros utilizados como el termómetro de medición de temperatura ambiente y el pozo seco cumplen con lo requerido en el procedimiento	F-L-AM011 Hoja de vida de los equipos. Fichas Técnicas de los equipos.
	PERSONAL	Cuenta con personal Capacitado	Pr-SGC-AM018 Procedimiento de Competencia Técnica. F-SGC-AM039 Programa Anual de Capacitaciones
3		Cuenta con personal Capacitado	F-SGC-AM036 Entrenamiento de Personal. F-SGC-AM042 Carta de Autorización.
	Condiciones Generales	Los datos se anotarán en el formato de registro vigente. Se debe inspeccionar con detalle para detectar problemas de limpieza, rotura, sensores doblados, etc.	Registro de medición: Calibración de Termómetros Digitales F-LTFQ-AM001. HC-LTFQ-AM003 Hoja de Cálculo - Termómetro Digitales.
		El Termómetro debe estar identificado con al menos un número de serie, tanto el equipo de lectura como cada uno de los sensores que lleve conectados. Si no lo tuviera el laboratorio asigna una codificación interna.	P-L-AM002 Procedimiento de recp. Mani. Almacen y transporte de ítems
		Cumple con lo estipulado en el Procedimiento PC-017	Calibración bajo supervisión. Capacitación del Procedimiento F-SGC-AM039 Programa Anual de Capacitación.
4	Tratamiento de los Resultados	Comprobación funcional de la hoja de cálculo Comprobación de las fórmulas utilizadas en la hoja de cálculo.	Reporte de verificación y validación de la hoja de cálculo. HC-LTFQ-AM003 Procedimiento de control de datos P-L-AM004 Informe de Validación de la Hoja de cálculo - IVA-LTFQ-003
		Determinar el error de indicación, incertidumbre, registrar cualquier observación que sea relevante.	Hoja de cálculo HC-LTFQ-AM003 "Hoja de cálculo - Termómetro digitales"

7 CONCLUSIONES			
El Laboratorio de Temperatura & Fisicoquímica verifica que puede llevar apropiadamente el procedimiento de calibración PC-017 "procedimiento para la calibración de Termómetro digitales" logrando el desempeño requerido			

<i>Nota: Se deberá realizar una nueva verificación ante cualquier cambio y/o actualización del procedimiento de calibración</i>			
8 REVISIÓN DE LA VERIFICACIÓN			

RESPONSABLE	Aldo Paulo Pari Yalo	APROBADO	EVER NOBEL GARAVITO QUISPE
CARGO	Supervisor de Laboratorio de Temperatura y Fisicoquímica	CARGO	GERENTE DE METROLOGÍA

El reforzamiento para el personal de ADVANCED METROLOGY S.A.C. se dio por motivo del primer hallazgo de auditoría, se realizó una nueva capacitación del procedimiento de termómetros digitales PC-017. En el Anexo 53 se logra observar la evidencia de la capacitación en termómetros digitales.

Con respecto a la revisión y modificación del procedimiento P-L-AM005 “**Procedimiento para la evaluación de la incertidumbre**” versión 08, este se modificó indicando un criterio metrológico que en su primer momento no se tomaba en cuenta, a continuación, se mostrará el párrafo donde hace referencia a ese criterio metrológico.

Figura. 34

Criterio definido para la calibración de los equipos.

5.7. En función al criterio básico de la incertidumbre.

Generalmente se debe satisfacer el principio básico de que la incertidumbre expandida no debe ser mayor al un tercio del EMP del equipo.

Para la capacitación del procedimiento, se presentan como evidencia las asistencias del personal de acreditación como se puede observar en el Anexo 54.

Siguiendo con los puntos observados en la primera No Conformidad esta nos indica que la longitud de los vástagos de los termómetros a calibrar no está definidas entonces ya calibrado el pozo seco se empezó a trabajar y definir una longitud general para la calibración. Realizadas las pruebas para determinar dicha longitud se implementa el instructivo para el uso del pozo seco con código ILTFQ-A002 cuyo parte del documento se puede observar en los Anexos 55 y 56.

Con este instructivo también nos indica cuales son los insertos con las que se pueden trabajar, los insertos 1 y 5 es donde se colocan los termómetros patrones y el inserto 3 el termómetro a calibrar. Luego en la siguiente figura podemos observar que se

pueden calibrar termómetros de vástago como mínimo de 12 cm. Teniendo toda esta información el laboratorio ya puede definir un nuevo valor de CMC.

La reevaluación del nuevo CMC para el laboratorio de temperatura y fisicoquímica se dio con la compra de un nuevo pozo seco debido a que en el resultado de las incertidumbres el pozo anterior generaba grandes valores de incertidumbre en cuanto a su estabilidad y uniformidad. A continuación, en las tablas 31 y 32 se muestran la incertidumbre en puntos dentro del rango del alcance de acreditación, tanto del aporte de laboratorio como del instrumento a calibrar, el medio utilizado fue el pozo FLUKE 9141.

Recordando los valores usando el pozo anterior:

Tabla 31

Calibración en 5 puntos para determinar la incertidumbre con el medio FLUKE 9141.

Aporte de laboratorio (°C)	Aporte del equipo (°C)	Temperatura (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
0,209198956	0,099979517	60	0,463725
0,287381899	0,028867513	90	0,577656
0,367668377	0,028867513	120	0,737600
0,436579657	0,099979517	160	0,895763
0,587521926	0,588230692	200	1,176461

Ahora los resultados usando el nuevo pozo seco FLUKE 9173

Tabla 32

Calibración en 7 puntos para determinar la incertidumbre con el medio FLUKE 9173.

Aporte de laboratorio (°C)	Aporte del equipo (°C)	Temperatura (°C)	Incertidumbre combinada (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
0,154053	0,030295215	60	0,1570035	0,307728
0,154358	0,030295215	90	0,1573025	0,308314
0,154358	0,030295215	100	0,1573025	0,308314
0,154932	0,030295215	120	0,1578662	0,309419
0,156891	0,030295215	160	0,1597897	0,313189
0,156969	0,030295215	180	0,1598659	0,313338
0,158453	0,030295215	200	0,1613230	0,316196

La ecuación 27 presenta la incertidumbre de evaluada del laboratorio:

$$f(T) = -0,00000000088840312785 \times T^3 + 0,00000051976634339823 \times T^2 + 0,0000552629198630205 \times T + 0,15568467307852 \quad (27)$$

Se presenta la nueva incertidumbre completa:

$$y = -0,00000000170227836350 \times T^3 + 0,00000099766761894559 \times T^2 + 0,00010608967294344800 \times T + 0,310860590169429 \quad (28)$$

Tabla 33

Tabla de la incertidumbre total utilizando la ecuación evaluada anteriormente.

Apunte de laboratorio (°C)	Apunte del equipo (°C)	Temperatura (°C)	Incertidumbre combinada (°C)	Incertidumbre expandida (°C)	Incertidumbre evaluada (°C)
0,154053	0,030295215	60	0,1570035	0,307728	0,307719
0,154358	0,030295215	90	0,1573025	0,308314	0,308153
0,154358	0,030295215	100	0,1573025	0,308314	0,308526
0,154932	0,030295215	120	0,1578662	0,309419	0,309555
0,156891	0,030295215	160	0,1597897	0,313189	0,312454
0,156969	0,030295215	180	0,1598659	0,313338	0,314161
0,158453	0,030295215	200	0,1613230	0,316196	0,315931

Por lo tanto, se reporta la incertidumbre total más pequeña concluyendo el valor de CMC para el laboratorio de temperatura y fisicoquímica.

Se evidencia una mejora en el CMC determinado para el laboratorio de temperatura en el procedimiento PC-017, a raíz de la adquisición de un mejor equipamiento y adecuaciones de la HC de acuerdo al procedimiento de calibración.

El valor de CMC para la calibración de termómetros digitales en el rango de 60 °C a 200 °C se indica en la ecuación 29 formada por los datos de los puntos de calibración y la columna verde (Incertidumbre evaluada), siendo este:

$$U = 0,00000000170227836350 \times T^3 + 0,00000099766761894559 \times T^2 - 0,00010608967294344800 \times T + 0,310860590169429 \quad (29)$$

o su equivalente final mostrado en la ecuación 30 dado de la siguiente manera:

$$U = -1,702 \times 10^{-9} \times t^3 + 9,977 \times 10^{-7} \times t^2 - 1,061 \times 10^{-4} \times t + 0,3109$$

(30)

3.3.4.4.2 Resolución de la No Conformidad N°2

La primera acción de esta no conformidad fue la de revisar y luego modificar el procedimiento de P-SGC-AM001 llamado “**Procedimiento de control de documentos y registro**”. Se realizó la modificación en el punto 5.1 Control de documentos en los puntos 5.1.1.1, 5.1.4, 5.1.5, 5.1.7 y en el punto 5.2 control de registro en el punto 5.2.3 como se muestra en las figuras 33, 34, 35, 36 y 37.

Figura. 35

Modificación del procedimiento de control de documentos y registro en el punto 5.1.1.1.

5.1 CONTROL DE DOCUMENTOS

5.1.1 Elaboración, revisión, aprobación y emisión de documentos:

5.1.1.1 Con respecto al personal designado para la elaboración, revisión y aprobación de los documentos, se realiza según el [Tabla N°4](#) del [Instructivo para la elaboración de documentos I-SGC-AM001](#).

Una vez elaborado un documento, se envía vía e-mail o en físico, a los responsables para su revisión y aprobación. Una vez que el documento se encuentre aprobado, se envía por los mismos medios al Gerente de la Calidad:

- Si es un documento nuevo, se identifica a través de un código, título y número de versión y fechas correspondientes.
- Si es un documento modificado, se mantiene el título, código y se actualiza el número de versión y fechas correspondientes.
- Si es un documento donde no se ha realizado modificaciones, se mantendrá identificado con su mismo código, título, número de versión y fecha.

El Gerente de la calidad, luego actualiza la [Lista maestra de documentos internos F-SGC-AM001](#). [En donde se encontrarán las últimas versiones de los Manuales, procedimientos, Instructivos y formatos \(gestión y laboratorio\)](#) [...].

Figura. 36

Modificación del procedimiento de control de documentos y registro en el punto 5.1.4.

5.1.4 Cambios y/o modificaciones en la documentación

El personal puede solicitar de forma verbal, al gerente de calidad, la revisión de un documento que utilice y/o se relacione directamente con su actividad de trabajo con la finalidad de mejorarlo.

El personal que revisa y/o modifique la documentación coordina con su supervisor y/o Gerente inmediato para introducir cambios y/o modificaciones que se van a realizar, si considera necesario el supervisor y/o Gerente inmediato solicita las revisiones anteriores al área de calidad para comparar el documento y así mantener la función original para la cual fue creado el documento e introducir los cambios.

Figura. 37

Control y distribución de los documentos

5.1.5 Control y distribución de los documentos

Todos los documentos del Sistema de Gestión son controlados por el área de calidad, el Gerente de calidad distribuye los documentos de forma física cuando sea necesario, quedando registrado en el [Control de Distribución de Documentos F-SGC-AM004](#)

A todo procedimiento, manual e instructivos en su parte inferior llevará el presente texto:

“Toda copia impresa es un Documento No Controlado a excepto los ejemplares debidamente Autorizados”

Aquellas copias de los procedimientos originales que son distribuidos en forma física en las diferentes áreas de la empresa como laboratorios y oficinas administrativas son identificadas con un sello en todas las hojas, como se indica en la figura 1. La distribución de los procedimientos en forma digital se realiza a través del DROPBOX en las carpetas asignadas por cada laboratorio.

Figura N°1



Figura. 38

Modificación del procedimiento de control de documentos y registro en el punto 5.1.7.

5.1.7 Mantenimiento de la documentación

- Los documentos digitales, aplicable a cada proceso se encuentran disponibles y permanentes en el Dropbox.
- Los documentos de gestión y de laboratorio (originales), se encontrarán en custodia de la Gerencia de Calidad.
- La distribución de los documentos (solo en formato PDF) se realizará tal como lo indica el punto 5.1.5 del presente procedimiento.

Luego de las respectivas modificaciones del procedimiento, se realizó una capacitación relacionada al tema, a continuación, se indica la evidencia de la capacitación en el Anexo 57.

Figura. 39

Modificación del procedimiento de control de documentos y registro en el punto 5.2.3.

5.2.3 Correcciones y/o enmiendas en los registros

Correcciones en registros físicos:

El personal que genera registros físicos está autorizado para hacer correcciones a mano cuando sea necesario, esto se realiza mediante el tachado (Ejemplo: ~~Advanceeed~~) de todo el texto/valor numérico errado y se indica al costado de este:

- Se colocará como ayuda memoria una nota y/o una pestaña de instrucciones (registros Técnicos) en los formatos digitales en donde indique el modo de actuar cuando se requiera corregir un dato y/u otra información.
- Las hojas de cálculos asociadas a los servicios de calibración se automatizarán, con la finalidad de si se realiza un cambio automáticamente se coloque un comentario del cambio que se realizó.

En la hoja de cálculo en la pestaña de instrucciones se colocó la información necesaria para el proceso de calibración como se muestra en la figura 38.

Figura. 40

Instrucciones para el buen uso de las hojas de cálculo.

INSTRUCCIONES PARA EL BUEN USO DE LAS HOJAS DE CÁLCULO

1 Descripción General
La plantilla posee 5 hojas relacionadas a la elaboración del certificado de calibración de termómetros digitales.
Hoja1: "REGISTRO DE MEDICIÓN"
Hoja2: "CONDICIONES AMBIENTALES"
Hoja3: "CALCULO DEL ERROR"
Hoja4: "CALCULO DE INCERTIDUMBRE"
Hoja5: "CERTIFICADO"

2 Alcance
Las siguientes instrucciones corresponden al registro de datos y elaboración del certificado de calibración de termómetros digitales.

3 Referencias
PC-017 "Procedimiento para la calibración de termómetros digitales"
ISO IEC 17025:2017 (sección 7.11.1).

4 Instrucciones

- Cada vez que se actualicen los datos del certificado de calibración del equipo de condiciones ambientales, se debe colocar la fecha de dicha tarea realizada.
- Celdas de color verde en la hoja 2 de condiciones ambientales se actualizan solo por personal autorizado, luego de su actualización esta pestaña será protegida.
- Verificar que la plantilla se encuentre vigente antes de su uso.
- Solo se permite el llenado de las celdas de color, otras celdas se encuentran protegidas.
- Las celdas de color amarillo se usan para el llenado de datos.
- Las celdas de color verde se usan para procesar los datos del certificado del patrón.
- La hoja de cálculo permite automáticamente insertar comentarios con la información necesaria para identificar correcciones o modificaciones en los datos de ingreso.
- Verificar que las hojas se queden sin llenar y/o sin datos atípicos.
- Registre su nombre como analista en la primera hoja de registro de datos.
- Coloque su nombre en la hoja 1 llamada "Registro de medición" en señal de culminación del procesamiento.
- Imprima el certificado para su firma.

Figura. 41

La celda indica si se modificó la información.

Puntos de calibración (°C)	Lectura del patrón N° 1 (°C)			Le
		Corregido		
1 90	decia:50 dice:90 Fecha: 10/11/2023 Hecho por: Aldo	Ahora	-0,54	
2			-0,54	
3			0,54	

Se resolvió el aviso o control de cambios que indica si la celda fue modificada, se muestra el valor original, el valor cambiado, la fecha y el personal quien lo realizó, esto se logró usando macros.

3.3.4.4.3 Resolución de la No Conformidad N°3

Para esta no conformidad hallada nos centramos en el estudio de la incertidumbre y el reforzamiento de algunos de los procedimientos de calibración, para el este caso el procedimiento de calibración de termómetros digitales PC-017.

Se modificó el procedimiento técnico P-L-AM005 llamado “**Procedimiento para la evaluación de la Incertidumbre**”, se agregó un punto llamado “*Criterio de la evaluación en la toma de incertidumbre*” a continuación se muestran en la figura 40 los cambios realizados:

Figura. 42

Modificación del procedimiento P-L-AM005 “Procedimiento para la evaluación de la incertidumbre”

5.1.6.1 Criterios de evaluación en la toma de incertidumbre
La interpolación de datos solo será aplicable en calibración para los datos de correcciones de los patrones, por ningún motivo se interpolaran datos como; Estabilidad, Uniformidad, Incertidumbres, Errores Máximos Permitidos o Exactitudes de los patrones.
Cuando sea necesario ingresar las correcciones del patrón a través de una interpolación para la determinación del error de medición, se determinará una incertidumbre por interpolación la cual se calculo como la raíz cuadrada de la suma de las diferencias al cuadrado de los valores del certificado y los obtenidos a partir de la curva de interpolación dividida por el número de puntos del certificado menos el número de parámetros del ajuste. En caso el procedimiento de calibración asociado indique una forma distinta de calcularla se procedera tal como lo indica este.
Cuando no se aplica interpolacion en el tratamiento del dato y se usa el criterio de ingresar el dato mayor del intervalo, se aplicará la incertidumbre mayor dentro de los puntos que se usaron para reconstruirla, es decir, si se tiene un intervalo $[x_a, x_b]$ con sus respectivas incertidumbres $[U_a, U_b]$ y el punto x_i se encuentran dentro de x_a y x_b se tomaría como incertidumbre el valor maximo entre U_a y U_b .

Figura. 43

Modificación del procedimiento P-L-AM005 “Procedimiento para la Evaluación de la Incertidumbre” parte 2.

5.7. En función al criterio básico de la incertidumbre.
Generalmente se debe satisfacer el principio básico de que la incertidumbre expandida no debe ser mayor al un tercio del EMP del equipo.

Con la nueva adquisición del pozo seco, se obtuvieron nuevos valores de estabilidad y uniformidad, por tal motivo, además con la nueva forma de evaluar la incertidumbre por interpolación se revisó y modificó el presupuesto de incertidumbre en la hoja de cálculo de termómetros digitales HC-LTFQT-AM003 como se indica en la figura 42 y la tabla 34.

Figura. 44

Hoja de cálculo HC-LTFQT-AM003 donde se muestran los aportes para el cálculo de la incertidumbre combinada por parte de los patrones.

 Advanced Metrology Precisión Certificada	HOJA DE CÁLCULO: INCERTIDUMBRE							Nº Versión: 01 Fecha de creación: 18/04/2023 Página 1 de 1									
	HC - LTFQT- AM003																
<u>Incertidumbre de sistema de medición:</u>																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Primer Punto:</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">0</td> <td style="width: 80%;"></td> </tr> </table>									Primer Punto:	0							
Primer Punto:	0																
Magnitud Xi	Estimación Xi	Unidades	Incertidumbre estandar (k=1)	Distribución de probabilidad considerada	Coefficiente de sensibilidad	Contribución a la incertidumbre	Porcentaje de contribución										
t_1	-0,54384082	°C	-	-	0,5	-	-										
t_2	-0,64428488	°C	-	-	0,5	-	-										
δt_{c1}	0	°C	U/k	0,011	Normal	0,5	0,00550000	0,14									
δt_{c2}	0	°C	U/k	0,011	Normal	0,5	0,00550000	0,14									
δt_{d1}	0	°C	$d\sqrt{3}$	0,000449883	Rectangular	0,5	0,000224942	0,00									
δt_{d2}	0	°C	$d\sqrt{3}$	0,000448718	Rectangular	0,5	0,000224359	0,00									
$\delta t_{1,res}$	0	°C	$R/\sqrt{12}$	0,002886751	Rectangular	0,5	0,001443376	0,01									
$\delta t_{2,res}$	0	°C	$R/\sqrt{12}$	0,002886751	Rectangular	0,5	0,001443376	0,01									
$\delta t_{1,min}$	0	°C	-	0	-	0,5	0	0,00									
$\delta t_{2,min}$	0	°C	-	0	-	0,5	0	0,00									
$\delta t_{1,int}$	0	°C	-	0,011950111	-	0,5	0,005975055	0,16									
$\delta t_{2,int}$	0	°C	-	0,008404934	-	0,5	0,004202467	0,08									
δt_c	0	°C	$eb/\sqrt{3}$	0,003464102	Rectangular	1	0,003464102	0,05									
δt_u	0	°C	$Ub/\sqrt{3}$	0,147279779	Rectangular	1	0,147279779	99,40									
t_{ref}	-0,59	°C					$U(t_{ref}) =$	0,147720895									

 | | | | | | | |

Tabla 34

Información de Estabilidad y Uniformidad del Pozo Seco LT-093-2023.

Temperatura	T.C.V.	Estabilidad	Uniformidad (base)	Uniformidad (4cm)	Uniformidad (8cm)	Uniformidad (carga)	Uniformidad final	Incertidumbre
(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
55	55,046	0,004	0,031	0,020	0,133	0,113	0,136565	0,234
90	89,981	0,006	0,007	0,255	0,022	-	0,255096	0,233
120	119,959	0,007	0,016	0,255	0,022	-	0,255501	0,233
160	159,911	0,008	0,027	0,255	0,022	-	0,256425	0,343
220	219,884	0,015	0,049	0,255	0,022	-	0,259665	0,343

Con los resultados de las nuevas incertidumbres se realizó la respectiva validación para poder demostrar la consistencia y exactitud de los cálculos que se realicen en la hoja de cálculo Excel, a continuación, se muestra en la figura 43 el siguiente documento IVA-LTFQ-004.

Figura. 45

Informe de validación realizado en tres puntos de calibración parte 1.

	INFORME DE VALIDACIÓN		Nº de versión 00
	F-L-AM013		Fecha de emisión:
			15/02/2019
			Página 1 de 2
IVA - <u>LTFQ-004</u>			
Fecha :	2023-04-27		
1. OBJETIVO			
1.1 Es la confirmación de la validez de los cálculos obtenidos con:		La hoja de cálculo HC-LTFQ-AM003	
versión 01 " Hoja de cálculo - calibración de termómetros digitales - PC-017 segunda edición "			
1.2 Cumplir con la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025 que el software desarrollado por el laboratorio esté documentado con suficiente detalle y sea validado adecuadamente para su uso.			
2. ALCANCE			
Cálculos realizados por : <u>La hoja de cálculo HC-LTFQ-AM003 versión 01, corrección e incertidumbre expandida.</u>			
3. RESULTADOS			
3.1 Consideraciones previas			
Datos Generales <i>de la hoja de cálculo y/o formato</i>			
Código y versión : <u>HC-LTFQ-AM003 versión 01</u>			
Procedimiento <u>PC-017 Procedimiento para la calibración de termómetros digitales.</u>			
3.2 Método			
La validación se realizó comparando los resultados obtenidos de la hoja de cálculo, con los resultados obtenidos del cálculo manual siguiendo el procedimiento de calibración respectivo utilizando una calculadora.			
3.3 Herramientas Utilizados			
a) Calculadora			
Herramienta utilizada para el cálculo manual			
Marca :	<u>Casio</u>		
Modelo :	<u>FX-991LA PLUS</u>		
b) Equipo o Instrumento de medición			
Marca :	TRACEABLE	Resolución :	0,1 °C
Modelo :	No Indica	Código de Ident.	No indica
Serie :	No Indica	Clase de Exactitud	No indica
Alcance o Valor Nominal :	-50 °C a 300 °C	Procedencia	No indica
3.3. Personal que participa en la validación			
Aldo Paulo Pari Yalo			
3.4. Resultados de la validación			
Resultados obtenidos con la calculadora, siguiendo las fórmulas indicadas en el procedimiento, instructivos y/o formatos. Se evaluaron tres puntos de temperatura (60 °C, 120 °C y 200 °C).			
Para 60 °C			
(a) La corrección obtenida es de -0,03343480 °C			
(b) La incertidumbre de la medición U (k=2) es de 0,30725773 °C			

Figura. 46

Informe de validación realizado en tres puntos de calibración parte 2.

Para 120 °C

(a) La corrección obtenida es de -1,03317260 °C

(b) La incertidumbre de la medición U (k=2) es de 0,30894517 °C

Para 200 °C

(a) La corrección obtenida es de -1,59976265 °C

(b) La incertidumbre de la medición U (k=2) es de 0,315733484 °C

Resultados obtenidos, empleando la hoja de cálculo, indicado en el punto 1.1

Para 60 °C

(a) La corrección obtenida es de -0,0334349835 °C

(b) La incertidumbre de la medición U (k=2) es de 0,3072535895 °C

Para 120 °C

(a) La corrección obtenida es de -1,0331729965 °C

(b) La incertidumbre de la medición U (k=2) es de 0,3089468895 °C

Para 200 °C

(a) La corrección obtenida es de -1,5997639807 °C

(b) La incertidumbre de la medición U (k=2) es de 0,3157334974 °C

Figura. 47

Informe de validación realizado en tres puntos de calibración parte 3.

	INFORME DE VALIDACIÓN	Nº de versión 00
		Fecha de emisión:
	F-L-AM013	15/02/2019
		Página 2 de 2

IVA - LTFQ-004

4. CONCLUSIONES

Validación de las correcciones

* Al evaluar los resultados de los errores obtenidos tanto con la hoja de cálculo así como en forma manual, para el valor de 60 °C se verifica que la diferencia es $|-0,03343480 °C + 0,0334349835 °C| = 0,00000018 °C$ por lo que cumple con el procedimiento P-L- AM006 " Procedimiento de aseguramiento de la validez de los resultados".

* Al evaluar los resultados de los errores obtenidos tanto con la hoja de cálculo así como en forma manual, para el valor de 120 °C se verifica que la diferencia es $|-1,03317260 °C + 1,0331729965 °C| = 0,00000039 °C$ por lo que cumple con el procedimiento P-L- AM006 " Procedimiento de aseguramiento de la validez de los resultados".

* Al evaluar los resultados de los errores obtenidos tanto con la hoja de cálculo así como en forma manual, para el valor de 200 °C se verifica que la diferencia es $|-1,59976265 °C + 1,5997639807 °C| = 0,0000013 °C$ por lo que cumple con el procedimiento P-L- AM006 " Procedimiento de aseguramiento de la validez de los resultados".

Validación de las Incertidumbres

* Al evaluar los resultados de las incertidumbres obtenidas tanto con la hoja de cálculo así como en forma manual, para el valor de 60 °C se verifica que la diferencia es $|0,30725773 °C - 0,3072535895 °C| = 0,0000041 °C$ por lo que cumple con el procedimiento P-L- AM006 " Procedimiento de aseguramiento de la validez de los resultados".

* Al evaluar los resultados de las incertidumbres obtenidas tanto con la hoja de cálculo así como en forma manual, para el valor de 120 °C se verifica que la diferencia es $|0,30894517 °C - 0,3089468895 °C| = 0,0000017 °C$ por lo que cumple con el procedimiento P-L- AM006 " Procedimiento de aseguramiento de la validez de los resultados".

* Al evaluar los resultados de las incertidumbres obtenidas tanto con la hoja de cálculo así como en forma manual, para el valor de 200 °C se verifica que la diferencia es $|0,315733484 °C - 0,3157334974 °C| = 0,000000013 °C$ por lo que cumple con el procedimiento P-L- AM006 " Procedimiento de aseguramiento de la validez de los resultados".

* El tratamiento de datos de la hoja de cálculo HC- LTFQ-AM003 versión 00 " Procedimiento para la calibración de termómetro digital - PC-017 segunda edición 2012" esta validado y apto para su uso.



Ever N. Garavito Quispe
Gerente de Metrología

En esta parte se presenta la cédula de notificación N° 246-2023 INACAL/DA donde se nos otorga a la empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C. la acreditación solicitada según lo dispuesto en el numeral 5.15 del Procedimiento General de Acreditación, donde se indica el inicio para el 03 de agosto del 2023.

Figura. 48

Cédula de notificación N°246-2023-INACAL-DA

<p>Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado en el Instituto Nacional de Calidad, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013 PCN y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016 PCN. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web https://www.inacal.gob.pe/inacal/verificar y la Clave es: eb6feef0</p>	 PERÚ	Ministerio de la Producción	Instituto Nacional de Calidad INACAL	Dirección de Acreditación
	<p>"Deconio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres" "Año de la unidad, la paz y el desarrollo"</p>			
<p>San Isidro, 02 de agosto del 2023</p>				
<p>CÉDULA DE NOTIFICACIÓN N°246-2023-INACAL/DA</p>				
<p>Señor Marco Hermilio Diaz Neira Representante Legal ADVANCED METROLOGY S.A.C. Jr. Tnte. Aristides del Carpio N°1626 Urb. Los Cipreses <u>Lima</u>. -</p>				
<p>Asunto : Otorgamiento de la ampliación de la acreditación</p>				
<p>Referencia : Expediente N° 0388-2022-DA-E</p>				
<p>Cumplo con notificar lo siguiente: VISTO los resultados del proceso de ampliación de:</p>				
<ul style="list-style-type: none">Laboratorio de Calibración: ADVANCED METROLOGY S.A.C.Ubicado en: Jr. Recuay N° 504 - Breña				
<p>Y CONSIDERANDO que cumple los requisitos respectivos de la NTP ISO/IEC 17025:2017 y los documentos normativos de la Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad¹, por tanto de conformidad con la aprobación del Comité Permanente de Acreditación que consta en el acta² de fecha 21 de julio de 2023 se resuelve; OTORGUESE a ADVANCED METROLOGY S.A.C., la ampliación solicitada, según lo dispuesto en el numeral 5.15 del Procedimiento General de Acreditación, la cual surte efecto desde el 03 de agosto del presente año.</p>				
<p>Lo que notifico a usted conforme a Ley.</p>				
<p>Atentamente.</p>				
<p> Firmado digitalmente por AGUILAR RODRIGUEZ Lida Número: FAU 20000293015.gof Fecha: 2023-08-03 14:12:21 Motivo: Soy el Autor del Documento</p>				
<p>PATRICIA AGUILAR RODRÍGUEZ Directora (d.t.) Dirección de Acreditación</p>				
<p>JAP/ECQ/MVS Adj.: Informe Ejecutivo N°278-2023-DA</p>				
<p><small>¹INACAL-DA ²Acuerdo N°13-CPA-21-2023</small></p>				
<p>Calle Las Camelias N° 817 - San Isidro, Lima -Perú Teléfono (511) 640 8820 www.inacal.gob.pe</p>				
<p> BICENTENARIO DEL PERÚ 2021 - 2024</p>				
<p> Con PUNCHE Perú</p>				

Obtenida ya la acreditación la empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C. ya puede emitir certificados acreditados con el logo de INACAL para el procedimiento de calibración de termómetros digitales PC-017, a continuación, se muestra un ejemplo de certificado acreditado.

Figura. 49

Modelo de certificado acreditado de termómetro digital parte 1.

 <p>Advanced Metrology Tecnología Calidad</p>		<p>LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LC-039</p>  <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado</p> <p>Registro N° LC-039</p>	
<p>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° A-LT-AM0001-2023</p> <p>1. Solicitante : SARPLAST PERU S.A.C.</p> <p>2. Dirección : ALM LOS HORIZONTES NRO 905 URB. HUERTOS DE VILLA, CHORRILLOS, LIMA, LIMA</p> <p>3. Instrumento calibrado : TERMÓMETRO DIGITAL</p> <p>4. Lugar de calibración : Laboratorio de Temperatura y Físicoquímica de ADVANCED METROLOGY S.A.C.</p> <p>5. Fecha de calibración : 2023-08-15</p> <p>6. Método de calibración : La calibración se realizó por comparación según el "Procedimiento para la calibración de Termómetros Digitales" PC-017 Diciembre 2012, del SNM- INDECOPI.</p> <p>7. Trazabilidad : Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones de referencia del Laboratorio y/o Laboratorios acreditados, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades y Medidas (SI).</p> <p>Instrumento Patrón : LT-175-2023 Certificado : INACAL-DM</p> <p>Instrumento Patrón : LT-176-2023 Certificado : INACAL-DM</p> <p>Supervisor de Laboratorio : Aldo Paulo Pari Yalo</p> <p>PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE ADVANCED METROLOGY SAC</p> <p>Jr. Tnte. Aristides del Carpio N° 1626 Urb. Los Cipreses - Cercado de Lima, Lima - Perú Sucursal: Jr. Recuay 504 - Breña Telf.: (511) 564-5492 / 5640612 / 5645937 / 6840902 Cel.: 990381037 / 958800968 / 994194670 / 981167242 / 932113476</p>			
<p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Advanced Metrology S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de la calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.</p> <p>Es recomendable recalibrar el instrumento o equipo a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento y conservación.</p> <p>Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos requieren la autorización escrita de Advanced Metrology S.A.C.</p> <p>El certificado de calibración carece de validez sin firma y sello.</p>			

Figura. 50

Modelo de certificado acreditado de termómetro digital parte 2.

Advanced Metrology
Tecnología Calidad

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL-DA CON REGISTRO N° LC-039**

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de calibración
Acreditado

Registro N° LC-039

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°: A-LT-AM0001-2023
2 de 2

8. Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	23,6	23,8
Humedad relativa (%h.r.)	66,8	67,7

9. Resultados Obtenidos:

Indicación del Termómetro (°C)	Temperatura Convencionalmente Verdadera (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre de Medición (°C)
60,0	60,04	0,04	0,31
100,0	100,05	0,05	0,31
150,0	149,97	-0,03	0,31

10. Observaciones:
La profundidad de inmersión del sensor fue de 12,5 cm aproximadamente.
Se entregó al cliente una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" correspondiente al termómetro digital.
Los resultados de la calibración corresponden al instrumento indicado en el punto 3 del Certificado de Calibración.
La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza aproximadamente del 95% con un factor de cobertura $k=2$.

FIN DEL DOCUMENTO

Tecnología Calidad

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE ADVANCED METROLOGY SAC

Jr. Tte. Aristides del Carpio N° 1626 Urb. Los Cipreses - Cercado de Lima, Lima - Perú Sucursal: Jr. Recuay 504 - Breña
Telf.: (511) 564-5492 / 5640612 / 5645937 / 6840902 Cel: 990381037 / 955800968 / 994194670 / 981167242 / 932113476

Capítulo IV. Análisis y discusión de los Resultados

Para la implementación de los Requisitos Técnicos para la acreditación del procedimiento PC-017 se realizó lo siguiente:

Desarrollo la Hoja de Cálculo Según el PC-017: Procedimiento de calibración de termómetros digitales. Dentro de la hoja de Cálculo se encuentran sub hojas, tales como: registro de medición, condiciones ambientales de calibración, cálculo del error, cálculo de la incertidumbre y el certificado de la presentación de los resultados de la calibración. Estas partes de la Hoja de Cálculo son fundamentales para el tratamiento y presentación de los resultados de calibración de termómetros digitales.

Desarrollo de la validación de la Hoja de Cálculo y realización de su respectivo informe de validación. La validación de la Hoja de Cálculo da seguridad y confianza de que no haya error en el proceso de la Hoja de Cálculo. Esta validación se puede realizar de varias formas como usando algún software de validación o también se puede validar de forma manual, es decir realizando el desarrollo del cálculo usando una Calculadora y se comparan los resultados hallados con la Hoja de Cálculo (Excel) y los calculados hallados manualmente usando la calculadora. Al finalizar la validación se realiza el Informe de Validación para documentar el proceso.

Se programó y participó en el ensayo de aptitud en Calibración de Termómetros Digitales con un Termistor para evaluación del personal de laboratorio y equipamiento de laboratorio, lo cual se obtuvieron resultados aprobados y con esto se obtuvo el Certificado de Aprobación de la prueba de ensayo de aptitud en Calibración de Termómetros Digitales.

Con los resultados aprobatorios obtenidos de la prueba de ensayo de aptitud logré constatar mi capacidad técnica y así asumí el cargo de Supervisor de Laboratorio.

En el perfil de supervisor de Laboratorio, este es el encargado de autorizar al personal asistente de laboratorio para que pueda realizar las calibraciones según PC-017: Procedimiento de calibración de termómetros digitales. El método usado para la autorización fue por la prueba de Intralaboratorio de Anderson – Darling el cual se evalúan

los datos y con los resultados se determinan una distribución determinada para nuestro caso una distribución normal.

La autorización consiste en comparar los resultados de calibración del Supervisor de Laboratorio (Referente) y los resultados de calibración del Asistente de Laboratorio (evaluado) por medio de una evaluación estadísticas. Para la autorización al Asistente de Laboratorio, se realizó la calibración de un termómetro digital en el punto de 90 °C, tanto el Referente como el Evaluado deben realizar la calibración del termómetro digital. Despues de haber culminado la calibración se procede a realizar el Test de Anderson Darling y Determinación de Datos Atípicos para el Referente y Evaluado. Despues se realiza la prueba de Índice de compatibilidad donde se debe cumplir que el Índice de Compatibilidad debe ser menor o igual a 1. Finalmente se realiza el informe ILTFQ-002-2022 en cual el Asistente de Laboratorio deja constancia sobre el conocimiento de evaluación de resultados de calibración e interpretación de certificados de calibración y se procede a elaborar la Carta de Autorización para el Asistente de laboratorio.

Se realiza por primera vez el cálculo de la Capacidad de Medición y Calibración (CMC), el cual es representado por la función polinómica:

$$f(T) = 10^{-7}xT^3 - 5x10^{-5}xT^2 + 0,009xT + 0,0574 \quad (31)$$

La incertidumbre que se obtiene oscila entre 0,464 °C hasta 1,176 °C. El medio utilizado para el cálculo del CMC fue el pozo seco FLUKE de modelo 9141.

Se realizó la primera etapa de la ampliación de acreditación en el mes de febrero del año 2023 por parte de INACAL y se obtuvieron las siguientes NO CONFORMIDADES:

Primera No Conformidad: El laboratorio no asegura que puede llevar a cabo apropiadamente los métodos antes de utilizarlos. Esta NO CONFORMIDAD no cumple el requisito del punto 7.2.1.5 de la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025:2017. Para levantar las NO CONFORMIDAD:

Se realizó el reforzamiento y revisión de la implementación del procedimiento de calibración PC-017.

Se realizó una nueva capacitación del procedimiento de calibración de termómetros digitales PC-017.

Se realizó la revisión y modificación del procedimiento P-L-AM005 Procedimiento para la evaluación de la incertidumbre versión 08 donde ahora se toma en cuenta el criterio básico de la incertidumbre expandida que no debe ser mayo a un tercio del EMP del equipo.

Se realizó la reevaluación del nuevo CMC para el rango de alcance de acreditación, el cual comprende para los puntos de temperatura de 60 °C, 90 °C, 100 °C, 120 °C, 160 °C, 180 °C y 200 °C, en un nuevo pozo seco de marca FLUKE 9173 y se obtuvo el nuevo presupuesto de incertidumbre para el rango de alcance de acreditación esto por cada punto de temperatura del rango de alcance de acreditación; es decir se calculó el aporte de incertidumbre por parte del laboratorio y el por aporte del instrumento para el rango de alcance de acreditación.

Por lo tanto, el valor de la incertidumbre se redujo, lo cual mejorará el CMC determinado para el laboratorio de Temperatura en el Procedimiento de Calibración de Termómetros Digitales PC-017.

El nuevo valor de CMC para la calibración de termómetros digitales del Procedimiento de Calibración PC-017 en el rango de 60 °C a 200 °C es:

$$U = -1,702 \times 10^{-9} \times t^3 + 9,977 \times 10^{-7} \times t^2 - 1,061 \times 10^{-4} \times t + 0,3109 \quad (32)$$

Segunda No Conformidad: No se está asegurando la trazabilidad a versiones anteriores cuando se realizan modificaciones en los registros técnicos, esto debe ser evidenciado en el procedimiento P-SGC-AM001 Procedimiento de control de documentos y registro. Para levantar la NO CONFORMIDAD

Se realizó la revisión y modificación del Procedimiento de control de documentos y registro P-SGC-AM001 en los puntos 5.1.1, 5.1.4, 5.1.5, 5.1.7 y 5.2.3 donde nos menciona específicamente sobre la actualización de versión y fecha a documentos como Registros, instructivos, procedimientos documentos en general de Gestión y Laboratorio cuando se realice algún cambio, modificación o actualización.

Se realizó la Capacitación al personal sobre el conocimiento del Procedimiento P- SGC-AM001 Procedimiento de control de documentos y registro.

- Se agregó información necesaria en la hoja de instrucciones de la Hoja de cálculo sobre el buen uso de la hoja de Cálculo de Calibración de Termómetros digitales según PC-017.
- Se agregó dentro de la hoja de Cálculo una celda que indica si se modificó la información, se realizó esto usando macros.

Tercera No conformidad: El laboratorio no está tomando en cuenta todas las contribuciones a la incertidumbre de sus mediciones. Para levantar la NO CONFORMIDAD:

Se agregó el Criterio de la evaluación en la toma de incertidumbre en el Procedimiento para la evaluación de la Incertidumbre P-L-AM005 donde indica específicamente que:

La interpolación de datos sólo será aplicable en calibración para los datos de correcciones de los patrones, por ningún motivo se interpolan datos como: Estabilidad, Uniformidad, Incertidumbre, Errores Máximos Permitidos o Exactitud de los Patrones.

Se realizó la modificación del presupuesto de incertidumbre en la hoja de cálculo de termómetros digitales HC-LTFQT-AM003 según el Procedimiento para la evaluación de la Incertidumbre P-L-AM005 actualizado.

Se actualizó el valor de la profundidad de inmersión para el nuevo pozo seco FLUKE 9173 y se calculó el valor de la estabilidad y uniformidad del pozo seco.

Se realizó la validación de la hoja de cálculo considerando los nuevos valores obtenido de incertidumbre y esto es registrado en el Informe de Validación IVA-LTFQ-004.

Finalmente se realizó nuevamente la Capacitación del Procedimiento de Calibración de Termómetros digitales PC-017 para afianzar específicamente el cálculo de incertidumbre.

Conclusiones

La empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C. logró implementar los requisitos técnicos de acreditación bajo la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025 para el procedimiento de calibración de termómetros digitales PC-017. Con lo cual la empresa ha demostrado el compromiso y la capacidad de cumplir con los estándares establecidos por la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

Se logró capacitar al personal mediante programas anuales de capacitación integral por medio de prueba de ensayo de aptitud e intralaboratorio y así asegurar con evidencias que todo el personal de ADVANCED METROLOGY S.A.C. se encuentren debidamente capacitados y sean competentes en la ejecución del procedimiento de calibración de termómetros digitales PC-017.

Se obtuvo el valor de la CMC mediante el procedimiento de calibración de termómetros digitales PC-017 para el alcance de 60 °C hasta 200 °C. A continuación, se muestra el valor de la CMC en función de la temperatura a calibrar y es expresada como la incertidumbre expandida. Este valor es presentado como:

$$U = -1,702 \times 10^{-9} \times t^3 + 9,977 \times 10^{-7} \times t^2 - 1,061 \times 10^{-4} \times t + 0,3109 \quad (33)$$

Se logró la acreditación para el Procedimiento de calibración de termómetros digitales PC-017 por parte de INACAL y así se reafirma el compromiso de la empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C. hacia su clientela y público en general de brindar servicios de calidad y mediciones confiables.

Recomendaciones

Mantenimientos de la Acreditación

El mantenimiento de la acreditación en el laboratorio de calibración es esencial para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados. Se sugiere mejorar un plan de gestión que incluya revisiones periódicas de los procedimientos y una evaluación continua del cumplimiento con los requisitos de la norma ISO/IEC 17025. La participación activa en programas de comparación interlaboratorio o en bilaterales para luego realizar las pruebas de intralaboratorio con el personal de ADVANCED METROLOGY S.A.C. contribuirá a la verificación constante de la competencia técnica del laboratorio. Además, se recomienda establecer un sistema robusto de gestión de cambios que permita una adaptación rápida a nuevas normativas o requisitos.

Ampliación del Alcance

La ampliación del alcance de acreditación puede ser un paso estratégico para fortalecer la posición del laboratorio en el mercado de acreditación. Se sugiere llevar a cabo una evaluación de las demandas del mercado para identificar áreas potenciales de expansión. La actualización constante de equipos y la incorporación de nuevo equipamiento pueden respaldar la capacidad del laboratorio para abordar una gama más amplia de servicios de calibración, debido a que nuestro alcance solo cubre el mercado industrial, se podría ampliar para poder entrar al mercado de alimentos o médico donde se necesitan condiciones más críticas.

Actualización de la Documentación

La actualización constante de la documentación es fundamental para mantenerse al día con los avances y necesidades en la industria donde se prestan los servicios de calibración. Se sugiere asignar recursos específicos para la revisión regular de las normativas relevantes y la actualización de los procedimientos en consecuencia. La participación activa en conferencias, seminarios y grupos de trabajo relacionados con la

metrología y la acreditación garantizará que el laboratorio ADVANCED METROLOGY S.A.C. esté al tanto de los cambios y actualizaciones normativas pertinentes.

Capacitación Continua del Personal

La capacitación continua del personal es esencial para garantizar la competencia técnica y el cumplimiento de los estándares de calidad. Se recomienda establecer un programa de formación integral que aborde tanto las habilidades técnicas específicas como el uso de los instrumentos de trabajo, así también los aspectos normativos y de gestión de calidad. La participación en cursos de actualización como por ejemplo de los procedimientos de calibración tanto las nacionales como las internacionales, conferencias y actividades de desarrollo profesional contribuirá al desarrollo continuo del personal y fortalecerá la capacidad del laboratorio para enfrentar diferentes desafíos como la ampliación en otros procedimientos de calibración.

Monitoreo de la Satisfacción del Cliente

Esta es una parte muy importante que es el monitoreo constante de la satisfacción del cliente, esto es fundamental para asegurar la calidad del servicio y la mejora continua. Se sugiere implementar encuestas periódicas de satisfacción del cliente y establecer canales de retroalimentación que sean efectivos. La revisión regular de los comentarios de los clientes nuevos o antiguos y la identificación de áreas de mejora contribuirán a mantener altos niveles de satisfacción. Además, la transparencia en la comunicación con los clientes y la pronta resolución de problemas o inquietudes fortalecerán las relaciones a largo plazo debido a que recibirán la confianza de poder resolver las inquietudes y otras observaciones.

Documentos y Registros.

La gestión eficiente de documentos y registros es crucial para la trazabilidad y la integridad de los resultados de calibración de la empresa ADVANCED METROLOGY S.A.C. Se recomienda implementar un sistema de gestión de documentos que garantice la actualización oportuna y la disponibilidad de procedimientos, registros y certificados. La digitalización de documentos y registros facilitará el acceso y la búsqueda eficientes como

ya lo hemos dispuesto desde hace mucho. Asimismo, se sugiere establecer protocolos claros para la retención y disposición de registros, asegurando el cumplimiento con los requisitos normativos y la eficiencia operativa.

Referencias bibliográficas

- C.E.M. (2012). *Vocabulario Internacional de Metrología*. España.
- CEM. (2019). *TH 001 Calibración de termómetros digitales*. España.
- INACAL. (2017). *Norma Técnica Peruana NTP-ISO/IEC 17025*. Perú.
- INDECOP. (2012). *Procedimiento para la calibración de termómetros digitales*. Perú.
- L. Michalski, K. E. (2001). *Temperature Measurement*. Inglaterra: Jhon Wiley & Sons, Ltd.
- Mahmud, M. S. (2013). *Design of Digital Thermometer Based on PIC16F77A*.
- METROLOGY, A. (2024). *Advanced metrology* Página oficial. Obtenido de <https://ametrology.com/>
- Morris, R. L. (2012). *Measurement and Instrumentation*. U.S.A.: Elsevier Inc.
- Nawrocki, W. (2005). *Measurement Systems and Sensors*. U.S.A.: Artech House Inc.
- Norma Internacional ISO/IEC 17043*. (2010). Suiza.
- Rolle, K. C. (2006). *Termodinámica*. México: Prentice Hall.

Anexos

Anexo 1: Política De La Calidad De La Empresa Advanced Metrology S.A.C.	1
Anexo 2: Misión, Visión Y Valores De La Empresa Advanced Metrology S.A.C .	2
Anexo 3: Manual De Organización De Funciones De Advanced Metrology S.A.C.	3
Anexo 4: La Norma Técnica Peruana Ntp Iso/lec 17025.	4
Anexo 5: Imagen De La Página De Inacal Donde Se Muestran Las Directrices.	5
Anexo 6: La Norma Internacional Iso/lec 17043, Evaluación De La Conformidad – Requisitos Generales Para Los Ensayos De Aptitud.	6
Anexo 7: Procedimiento De Calibración De Termómetros Digitales Pc-017.	7
Anexo 8: Manual De Instrucciones Del Pozo Metrológico Fluke 9173.	8
Anexo 9: Manual De Operación Del Termómetro Patrón Lutron Tm-917.	9
Anexo 10: Lista De Procedimientos De Laboratorio De Temperatura Y Fisicoquímica Y Su Respectiva Dirección En Dropbox.	10
Anexo 11: Lista De Instructivos Internos De Laboratorio De Temperatura Y Fisicoquímica.	10
Anexo 12: Certificado De Calibración De Termómetro Digital Patrón 1 (Parte 1)	11
Anexo 13: Certificado De Calibración De Termómetro Digital Patrón 1 (Parte 2)	12
Anexo 14: Certificado De Calibración Del Termómetro Digital Patrón 2 (Parte 1)	13
Anexo 15: Certificado De Calibración Del Termómetro Digital Patrón 2 (Parte 2)	14
Anexo 16: Certificado De Calibración Del Pozo Seco (Parte 1).	15
Anexo 17: Certificado De Calibración Del Pozo Seco (Parte 1).	16
Anexo 18: Procedimiento Interno De Gestión De Equipos, Mantenimiento, Calibración Y Comprobación Intermedia.	17

Anexo 19: Plan Anual De Calibración, Comprobación, Caracterización Y Mantenimiento.	18
Anexo 20: Procedimiento Interno Para El Aseguramiento De La Validez De Los Resultados.	19
Anexo 21: Formato De Verificación De Instrumentos De Calibración	20
Anexo 22: Formato De Comprobación Intermedia De Termómetros Digitales. ...	21
Anexo 23: Formato De Repetición De La Calibración Con Código F-L-Am036. .	22
Anexo 24: Formato De Patrón De Verificación	23
Anexo 25: Formato De Revisión De Resultados Informados Con Código F-L-Am038.	24
Anexo 26: Carta De Trazabilidad Del Procedimiento De Termómetros Digitales.	25
Anexo 27: Diapositivas De La Capacitación De Termómetros Digitales Parte 1.	26
Anexo 28: Diapositivas De La Capacitación De Termómetros Digitales Parte 2.	27
Anexo 29: Diapositivas De La Capacitación De Termómetros Digitales Parte 3.	28
Anexo 30: Diapositivas De La Capacitación De Termómetros Digitales Parte 4.	29
Anexo 31: Diapositivas De La Capacitación De Termómetros Digitales Parte 5.	30
Anexo 32: Diapositivas De La Capacitación De Termómetros Digitales Parte 6.	31
Anexo 33: Diapositivas De La Capacitación De Termómetros Digitales Parte 7.	32
Anexo 34: Diapositivas De La Capacitación De Termómetros Digitales Parte 8 .	33
Anexo 35: Diapositivas De La Capacitación De Termómetros Digitales Parte 9.	34
Anexo 36: Control De Asistencia.	35
Anexo 37: Examen De Capacitación Al Personal De Laboratorio: Gino Pino Cahuana.	36
Anexo 38: Examen De Capacitación Al Personal De Laboratorio: Humbelina Gladis Cónedor Tocas.	37

Anexo 39: Examen De Capacitación Al Personal De Laboratorio: Paul Blanco Cárdenas.....	38
Anexo 40: Examen De Capacitación Al Personal De Laboratorio: Aldo Paulo Pari Yalo. ..	38
Anexo 41: Examen De Capacitación Al Personal De Laboratorio: Nicolás Terreros	40
Anexo 42: Plan De Evaluación Emitido Por Inacal Parte 1.	41
Anexo 43: Plan De Evaluación Emitido Por Inacal Parte 2.	42
Anexo 44: Plan De Evaluación Emitido Por Inacal Parte 3.	43
Anexo 45: Plan De Evaluación Emitido Por Inacal Parte 4	44
Anexo 46: Protocolo De Ensayo De Aptitud III-2022-27 Para La Calibración De Termómetros Digitales Parte 1.	45
Anexo 47: Protocolo De Ensayo De Aptitud III-2022-27 Para La Calibración De Termómetros Digitales Parte 2.	46
Anexo 48: Certificado De Aprobación De La Prueba De Ensayo, Los Resultados Fueron Satisfactorios.	47
Anexo 49: Informe Iltfq-001-2022 Sobre La Evaluación Del Personal Para La Autorización Del Procedimiento Pc-017 Parte 1.	48
Anexo 50: Informe Iltfq-001-2022 Sobre La Evaluación Del Personal Para La Autorización Del Procedimiento Pc-017 Parte 2.....	48
Anexo 51: Informe Sobre La Evaluación De Conocimientos A La Asistente Humbelina Gladis Cóndor Tocas.	49
Anexo 52: Registro Y Seguimiento De No Conformidades Por Parte De Inacal. 51	
Anexo 53: Evidencia De La Capacitación De Termómetros Digitales Pc-017....	52
Anexo 54: Evidencia De Capacitación Pc-017	53

Anexo 55: Instructivo Para El Uso Del Pozo Seco (Parte 1).	54
Anexo 56: Instructivo Para El Uso Del Pozo Seco (Parte 2).	55
Anexo 57: Evidencia De La Participación Del Procedimiento P-Sgc-Am001.	56
Anexo 58: Capacitación De Reforzamiento Del Procedimiento De Termómetros Digitales (Parte 1).	57
Anexo 59: Capacitación De Reforzamiento Del Procedimiento De Termómetros Digitales (Parte 2).	57
Anexo 60: Capacitación De Reforzamiento Del Procedimiento De Termómetros Digitales (Parte 3).	58
Anexo 61: Capacitación De Reforzamiento Del Procedimiento De Termómetros Digitales (Parte 4).	58
Anexo 62: Capacitación De Reforzamiento Del Procedimiento De Termómetros Digitales Parte 5.	59
Anexo 63: Capacitación De Reforzamiento Del Procedimiento De Termómetros Digitales (Parte 6).	59
Anexo 64: Capacitación De Reforzamiento Del Procedimiento De Termómetros Digitales (Parte 7).	60
Anexo 65: Capacitación De Reforzamiento Del Procedimiento De Termómetros Digitales (Parte 8).	60
Anexo 66: Capacitación De Reforzamiento Del Procedimiento De Termómetros Digitales (Parte 9).	61
Anexo 67: Capacitación De Reforzamiento Del Procedimiento De Termómetros Digitales (Parte 10).	61
Anexo 68: Capacitación De Reforzamiento Del Procedimiento De Termómetros Digitales (Parte 11).	62

Anexo 69: Capacitación De Reforzamiento Del Procedimiento De Termómetros Digitales (Parte 12).	62
Anexo 70: Capacitación De Reforzamiento Del Procedimiento De Termómetros Digitales (Parte 13).	63
Anexo 71: Capacitación De Reforzamiento Del Procedimiento De Termómetros Digitales (Parte 14).	63
Anexo 72: Capacitación De Reforzamiento Del Procedimiento De Termómetros Digitales (Parte 15).	64
Anexo 73: Capacitación De Reforzamiento Del Procedimiento De Termómetros Digitales (Parte 16).	64
Anexo 74: Capacitación De Reforzamiento Del Procedimiento De Termómetros Digitales (Parte 17).	65
Anexo 75: Capacitación De Reforzamiento Del Procedimiento De Termómetros Digitales (Parte 18).	65
Anexo 76: Capacitación De Reforzamiento Del Procedimiento De Termómetros Digitales (Parte 19).	66
Anexo 77: Certificado De Capacitación De Curso De Termómetros Digitales.	67
Anexo 78: Certificado De Capacitación Del Curso De Evaluación E Interpretación De La Norma 17025.	68
Anexo 79: Certificado De Taller De Estadística Aplicada A Laboratorios De Ensayo Y Calibración.	69
Anexo 80: Constancia De Participación En Curso De Formación De Auditores.	70
Anexo 81: Certificado De Gestión Y Aseguramiento Metrológico Y Calibración De Equipos Según La Norma Iso/lec 17025:2017.	71

Anexo 82: Certificado Implementación Y Documentación De La Ntp-Iso/lec	
17025:2017.	72
Anexo 83: Certificado Implementación Y Documentación De La Norma Iso/lec	
17025:2017	73
Anexo 84: Certificado Interpretación De La Norma Iso/lec 17025:2017.	74
Anexo 85: Calibración De Un Termómetro Digital	75
Anexo 86: Realización De Calibración En El Laboratorio De Temperatura Y Fisicoquímica.	75

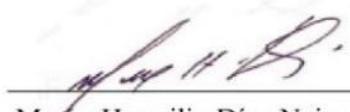


POLITICA DE LA CALIDAD

[...] **ADVANCED METROLOGY S.A.C. se compromete a brindar a los sectores industriales, comercios y laboratorios en general, los servicios de calibración de equipos e instrumentos de medición, por tal motivo cuenta con modernos laboratorios de calibración en sus dos sedes** [...], **basados en un sistema de gestión bajo la norma NTP-ISO/IEC 17025:2017** [...], con la finalidad de **brindar un servicio de calidad** y satisfacer **los requerimientos de** nuestros clientes.

Haremos realidad nuestro compromiso a través de:

- Ofrecer a los clientes un servicio imparcial y mantener la absoluta confidencialidad de los resultados emitidos por el laboratorio y otras actividades.
- Mantener una comunicación efectiva con nuestros clientes y colaboradores para conocer sus necesidades y/o sugerencias para implementar mejoras y poder incrementar el grado de satisfacción en los servicios brindados.
- Asegurar la calidad, confiabilidad y reproducibilidad de los resultados, mediante la capacitación y entrenamiento constante de nuestro personal y así elevar su competencia técnica.
- **Desarrollo de las actividades de la empresa cumpliendo con todos los requisitos de las versiones vigentes de la norma NTP-ISO/IEC 17025, con la normativa jurídicas y/o reglamentos aplicables, como también reglamentos y procedimientos internos de trabajo y así asegurar la operación coherente del laboratorio.**
- Cumplir las políticas de la organización y mejorar continuamente la eficacia del Sistema de gestión del laboratorio.
- Brindar un servicio transparente, prohibiendo cualquier práctica de soborno, garantizando el derecho a formular denuncias de buena fe y protección al denunciante.



Marco Hermilio Díaz Neira
GERENTE GENERAL
ADVANCED METROLOGY S.A.C



MISIÓN

- **Brindar un excelente servicio de calidad.**
- **Satisfacer las necesidades de los clientes.**

VISIÓN

Ser reconocidos a nivel nacional como una empresa líder en el ámbito de la metrología.

VALORES

- **Responsabilidad**
- **Puntualidad**
- **Honestidad**
- **Respeto**
- **Trabajo coordinado**


Marco Hermilio Diaz Neira
GERENTE GENERAL
ADVANCED METROLOGY S.A.C.

Código: F-SGC-AM050
Nº Versión: 02
Fecha de emisión: 2022-05-18
Página: 1 de 1

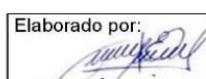
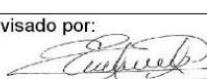
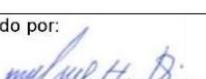
ADVANCED METROLOGY S.A.C.
Servicio de Calibración, Certificación de Instrumentos y
Equipos de Medición



MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES

MOF-SGC-AM002

Nº Version: 11

Elaborado por:  Miguel Ángel Juárez Echevarría Gerente de la Calidad Fecha: 2023-01-14	Revisado por:  Ever-Nobel Garavito Quispe Gerente de Metrología Fecha: 2023-01-14	Aprobado por:  Marco Hermilio Díaz Neira Gerente General Fecha: 2023-01-14
---	--	---

Anexo 4: La Norma Técnica Peruana NTP ISO/IEC 17025.

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP-ISO/IEC 17025 2017
Dirección de Normalización - INACAL Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)	Lima, Perú
<p>Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración</p>	
<p>General requirements for the competence of testing and calibration laboratories</p>	
<p>(EQV. ISO/IEC 17025:2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories)</p>	
<p>2017-12-27 3^a Edición</p>	
<p>R.D. N° 057-2017-INACAL/DN. Publicada el 2018-01-03 I.C.S.: 03.120.20 Descriptores: Evaluación de la conformidad, competencia, laboratorio de ensayo, laboratorio de calibración</p>	
<p>Precio basado en 50 páginas ESTA NORMA ES RECOMENDABLE</p>	
<p>© ISO/IEC 2017 - © INACAL 2017</p>	

Anexo 5: Imagen de la Página de INACAL Donde se Muestran las Directrices.

The screenshot shows the INACAL website with the following layout:

- Header:** INACAL Logo, INACAL Instituto Nacional de Calidad, Perú, calidad que deja huella.
- Top Navigation:** INICIO, ACREDITACIÓN, PROCESO DE ACREDITACIÓN, DOCUMENTOS Y FORMATOS, RECONOCIMIENTO INTERNACIONAL, and a search bar.
- Page Navigation:** Inicio, Me gusta 2, Twitter, Print, A+, A-, R, and a magnifying glass icon.
- Left Sidebar:** Documentos y Formatos (with sub-options: Documentos Generales, Documentos Específicos, Formatos, Consulta Pública), and a collapse/expand arrow icon.
- Section Header:** Documentos Específicos
- Section Description:** Documentos Específicos por tipo de Organismo de Evaluación de la Conformidad
- List:** Informativo para la acreditación de organismos de evaluación de la conformidad ([Nueva Versión](#)), Plan de Transición de la Norma NTP-ISO/IEC 17025:2017 ([Ver](#)), Plan de Transición de la Norma NTP-ISO 15189:2023 ([Ver](#)).
- Section Description:** Laboratorios de Ensayo y Calibración
- List:** Directriz de criterios para la Participación en Ensayos de Aptitud/ Comparaciones Interlaboratorios ([Nueva Versión](#)), Directriz para la evaluación de la incertidumbre de la medición ([Ver](#)), Clasificación de métodos de ensayo y procedimientos de calibración para laboratorios de ensayo y calibración ([Nueva Versión](#)), Capacidad de la Dirección de Acreditación del INACAL Laboratorios de Ensayo y Calibración ([Ver](#)), Directriz para la Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración ([Nueva Versión](#)), Directriz para la Validación de Métodos de Ensayo ([Ver](#)).

Anexo 6: La Norma Internacional ISO/IEC 17043, Evaluación de la Conformidad –
Requisitos Generales para los Ensayos de Aptitud.



PC-017
PROCEDIMIENTO PARA LA
CALIBRACIÓN DE TERMÓMETROS DIGITALES

DESCRIPCIÓN

Establecer el procedimiento a seguir para la calibración de termómetros digitales por comparación con termómetros patrón en medios isotermos de temperatura controlada.

FLUKE.

Datos técnicos

Pozo de metrología de campo Fluke Calibration 9173



Características principales

Precisión de la pantalla

Tradicionalmente, los pozos secos se calibran insertando un PTR calibrado dentro de uno de los pozos y haciendo ajustes al sensor de control interno del calibrador con base en las lecturas del PTR. Esto tiene un valor limitado puesto que las características únicas del PTR de referencia, que en esencia se volvió "calibrado dentro" del calibrador, a menudo son muy diferentes de los termómetros probados por el calibrador. Esto es complicado debido a la presencia de gradientes térmicos significativos dentro del bloque y a la inmersión inadecuada del sensor dentro de los bloques que sencillamente son demasiado cortos.

Los pozos de metrología son diferentes. Los gradientes de temperatura, los efectos de carga y la histéresis se han minimizado para que la calibración de la pantalla sea mucho más fiable. Solo usamos PTR trazables y acreditados para calibrar pozos de metrología y nuestros electrónicos de propietario demuestran de manera consistente una precisión repetible más de diez veces mejor que nuestras especificaciones, con rango de ± 0.1 °C a temperaturas más comúnmente usadas de ± 0.25 °C a 661 °C.

An [nota de aplicación](#) está disponible para ayudar a entender mejor las incertidumbres arriba mencionadas.

Para una precisión aún mejor, los pozos de metrología se pueden solicitar con electrónicos integrados para lectura externa PTR con características ITS-90. (Ver barra lateral, Termometría de referencia integrada)

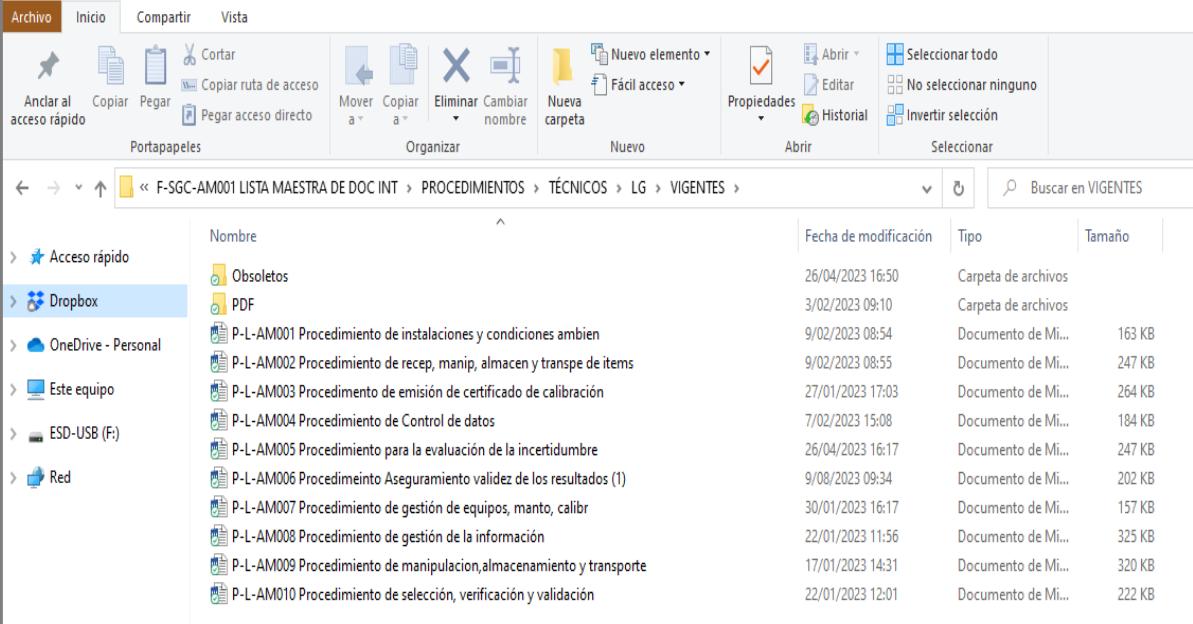


Your purchase of this PRECISION THERMOMETER marks a step forward for you into the field of precision measurement.

Although this METER is a complex and delicate instrument, its durable structure developed. Please read the following instructions carefully and always keep this manual within easy reach.

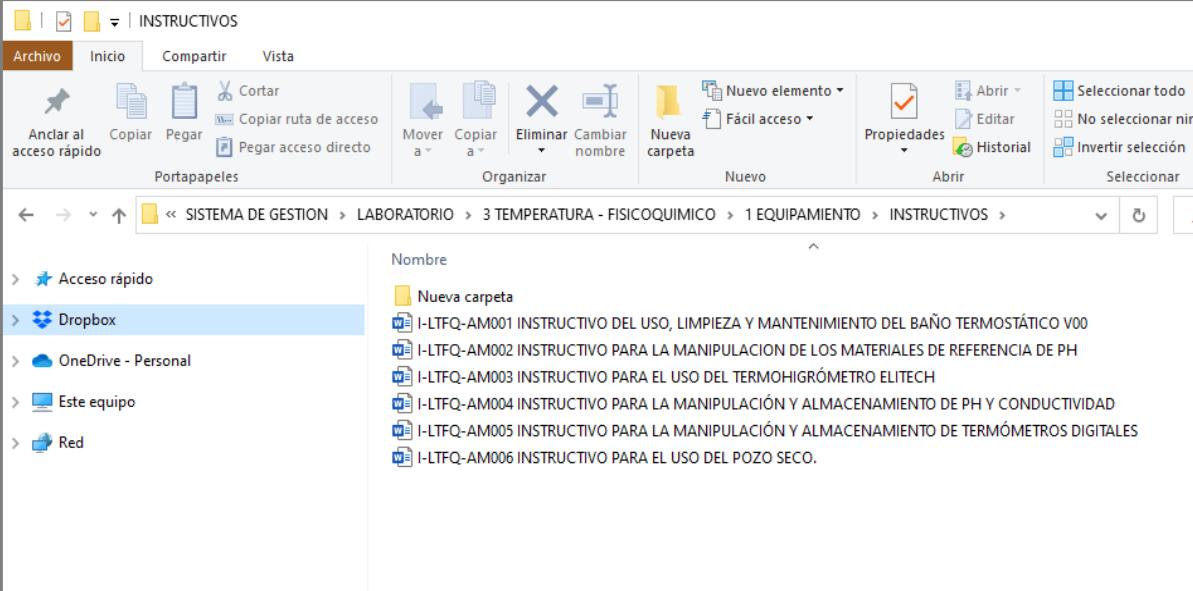
OPERATION MANUAL

Anexo 10: Lista de procedimientos de laboratorio de temperatura y fisicoquímica y su respectiva dirección en DROPBOX.



Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
Obsoletos	26/04/2023 16:50	Carpetas de archivos	
PDF	3/02/2023 09:10	Carpetas de archivos	
P-L-AM001 Procedimiento de instalaciones y condiciones ambientales	9/02/2023 08:54	Documento de Microsoft Word	163 KB
P-L-AM002 Procedimiento de recepción, manipulación, almacenamiento y transporte de ítems	9/02/2023 08:55	Documento de Microsoft Word	247 KB
P-L-AM003 Procedimiento de emisión de certificado de calibración	27/01/2023 17:03	Documento de Microsoft Word	264 KB
P-L-AM004 Procedimiento de Control de datos	7/02/2023 15:08	Documento de Microsoft Word	184 KB
P-L-AM005 Procedimiento para la evaluación de la incertidumbre	26/04/2023 16:17	Documento de Microsoft Word	247 KB
P-L-AM006 Procedimiento Aseguramiento validez de los resultados (1)	9/08/2023 09:34	Documento de Microsoft Word	202 KB
P-L-AM007 Procedimiento de gestión de equipos, manto, calibración	30/01/2023 16:17	Documento de Microsoft Word	157 KB
P-L-AM008 Procedimiento de gestión de la información	22/01/2023 11:56	Documento de Microsoft Word	325 KB
P-L-AM009 Procedimiento de manipulación, almacenamiento y transporte	17/01/2023 14:31	Documento de Microsoft Word	320 KB
P-L-AM010 Procedimiento de selección, verificación y validación	22/01/2023 12:01	Documento de Microsoft Word	222 KB

Anexo 11: Lista de instructivos internos de laboratorio de temperatura y fisicoquímica.



Nombre
Nueva carpeta
I-LTFQ-AM001 INSTRUCTIVO DEL USO, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DEL BAÑO TERMOESTÁTICO V00
I-LTFQ-AM002 INSTRUCTIVO PARA LA MANIPULACIÓN DE LOS MATERIALES DE REFERENCIA DE PH
I-LTFQ-AM003 INSTRUCTIVO PARA EL USO DEL TERMÓHIGRÓMETRO ELITECH
I-LTFQ-AM004 INSTRUCTIVO PARA LA MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE PH Y CONDUCTIVIDAD
I-LTFQ-AM005 INSTRUCTIVO PARA LA MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE TERMÓMETROS DIGITALES
I-LTFQ-AM006 INSTRUCTIVO PARA EL USO DEL POZO SECO.

Anexo 12: Certificado de calibración de termómetro digital patrón 1 (parte 1)

 INACAL Instituto Nacional de Calidad Metrología	<h2>Certificado de Calibración</h2> <h3>LT - 175 - 2023</h3>							
Laboratorio de Termometría								
Página 1 de 4								
Expediente	1050943	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)						
Solicitante	ADVANCED METROLOGY S.A.C.	La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metroológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).						
Dirección	Jr. Recuay N° 504 - Breña	La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.						
Instrumento de Medición	TERMOMETRO DE INDICACION DIGITAL	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.						
Intervalo de Indicación	-50 °C a 400 °C (*)							
Resolución	0,01 °C ; 0,1 °C							
Marca	LUTRON							
Modelo	TM-917							
Procedencia	TAIWAN							
Número de Serie	1.578604							
Elemento Sensor	Una termorresistencia de platino de 100 ohm							
Fecha de Calibración	2023-07-20 al 2023-07-24							
<p>Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.</p>								
<table border="1"><thead><tr><th>Responsable del área</th><th>Responsable del laboratorio</th></tr></thead><tbody><tr><td> INACAL - Instituto Nacional de Calidad - DM - Dirección de Metrología -</td><td> Firmado digitalmente por CUSIPUMA 31W Borne FAU 20000003019 cert. Fecha: 2023-07-26 16:30:23 Firmado digitalmente por CA 74000 CAUTERNO José Manuel FAU 20000003019 cert. Fecha: 2023-07-26 14:06:23</td></tr><tr><td>Dirección de Metrología</td><td>Dirección de Metrología</td></tr></tbody></table>			Responsable del área	Responsable del laboratorio	 INACAL - Instituto Nacional de Calidad - DM - Dirección de Metrología -	 Firmado digitalmente por CUSIPUMA 31W Borne FAU 20000003019 cert. Fecha: 2023-07-26 16:30:23 Firmado digitalmente por CA 74000 CAUTERNO José Manuel FAU 20000003019 cert. Fecha: 2023-07-26 14:06:23	Dirección de Metrología	Dirección de Metrología
Responsable del área	Responsable del laboratorio							
 INACAL - Instituto Nacional de Calidad - DM - Dirección de Metrología -	 Firmado digitalmente por CUSIPUMA 31W Borne FAU 20000003019 cert. Fecha: 2023-07-26 16:30:23 Firmado digitalmente por CA 74000 CAUTERNO José Manuel FAU 20000003019 cert. Fecha: 2023-07-26 14:06:23							
Dirección de Metrología	Dirección de Metrología							
<p>Instituto Nacional de Calidad - INACAL Dirección de Metrología Calle Las Camellias N° 817, San Isidro, Lima - Perú Tel.: (01) 640-8820 Anexo 1501 Email: metrologia@inacal.gob.pe Web: www.inacal.gob.pe</p> <p>Puede verificar el número de certificado en la página: https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/</p>								

Anexo 13: Certificado de calibración de termómetro digital patrón 1 (parte 2)



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Termometría

Certificado de Calibración LT – 175 – 2023

Página 3 de 4

Resultados de Medición

INDICACION DEL TERMOMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCION (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
50,14	49,993	-0,147	0,022
90,08	90,008	-0,072	0,022
120,10	120,010	-0,090	0,023
160,06	159,997	-0,063	0,025
199,94	200,009	0,069	0,024
209,9	210,06	0,16	0,06

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:
TCV = Indicación del termómetro + corrección

- Nota 1.-** La profundidad de inmersión del sensor fue de 12 cm , aproximadamente .
Nota 2.- Tiempo de estabilización no menor a 10 minutos .
Nota 3.- Los resultados mostrados se relacionan únicamente con el instrumento descrito en la página 1 del presente documento de calibración.
Nota 4.- La identificación ILTFQ-003 está inscrita en una etiqueta adherida al mango del sensor.

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camellias N° 617, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-5520 Anexo 1501
correo: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe

Anexo 14: Certificado de calibración del termómetro digital patrón 2 (parte 1).

 INACAL Instituto Nacional de Calidad Metrología	<h2>Certificado de Calibración</h2> <h3>LT - 176 - 2023</h3>										
Laboratorio de Termometría											
Página 1 de 4											
Expediente	1050944	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metroológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP). La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región. Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.									
Solicitante	ADVANCED METROLOGY S.A.C.										
Dirección	Jr. Recuay N° 504 - Breña										
Instrumento de Medición	TERMOMETRO DE INDICACION DIGITAL										
Intervalo de Indicación	-50 °C a 400 °C (*)										
Resolución	0,01 °C ; 0,1 °C										
Marca	LUTRON										
Modelo	TM-917										
Procedencia	TAIWAN										
Número de Serie	1.578605										
Elemento Sensor	Una termorresistencia de platino de 100 ohm										
Fecha de Calibración	2023-07-20 al 2023-07-25										
Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.											
<table border="1"><tr><td> INACAL Dirección de Metrología</td><td>Responsable del área</td><td>Responsable del laboratorio</td></tr><tr><td></td><td>Firmado digitalmente por CUSPE CUSPE-JMA Bily Serrano FAJ 209500283C5.sot Fecha: 2023-07-20 16:30:23</td><td> Firmado digitalmente por CALZADA CANTERO Jorge Luis F.P.M. 209500283C5.sot Fecha: 2023-07-20 16:30:23</td></tr><tr><td colspan="2">Dirección de Metrología</td><td>Dirección de Metrología</td></tr></table>			 INACAL Dirección de Metrología	Responsable del área	Responsable del laboratorio		Firmado digitalmente por CUSPE CUSPE-JMA Bily Serrano FAJ 209500283C5.sot Fecha: 2023-07-20 16:30:23	 Firmado digitalmente por CALZADA CANTERO Jorge Luis F.P.M. 209500283C5.sot Fecha: 2023-07-20 16:30:23	Dirección de Metrología		Dirección de Metrología
 INACAL Dirección de Metrología	Responsable del área	Responsable del laboratorio									
	Firmado digitalmente por CUSPE CUSPE-JMA Bily Serrano FAJ 209500283C5.sot Fecha: 2023-07-20 16:30:23	 Firmado digitalmente por CALZADA CANTERO Jorge Luis F.P.M. 209500283C5.sot Fecha: 2023-07-20 16:30:23									
Dirección de Metrología		Dirección de Metrología									
<p>Instituto Nacional de Calidad - INACAL Dirección de Metrología Calle Las Carmelitas N° 817, San Isidro, Lima - Perú Tel.: (01) 640-8820 Anexo 1501 Email: metrologia@inacal.gob.pe Web: www.inacal.gob.pe</p> <p>Puede verificar el número de certificado en la página: https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/</p>											

Anexo 15: Certificado de calibración del termómetro digital patrón 2 (parte 2).



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Termometría

Certificado de Calibración LT – 176 – 2023

Página 3 de 4

Resultados de Medición

INDICACION DEL TERMOMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCION (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
50,12	49,993	-0,127	0,022
90,06	90,008	-0,052	0,022
120,07	120,010	-0,060	0,023
160,08	159,997	-0,083	0,025
199,94	200,009	0,069	0,024
209,9	210,06	0,16	0,06

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:
TCV = Indicación del termómetro + corrección

Nota 1.- La profundidad de inmersión del sensor fue de 12 cm aproximadamente .

Nota 2.- Tiempo de estabilización no menor a 10 minutos .

Nota 3.- Los resultados mostrados se relacionan únicamente con el instrumento descrito en la página 1 del presente documento de calibración.

Nota 4.- La identificación ILTFQ-004 está inscrita en una etiqueta adherida al mango del sensor.

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camillas N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe

Anexo 16: Certificado de calibración del pozo seco (parte 1).

 INACAL Instituto Nacional de Calidad Metrología	Certificado de Calibración LT - 093 - 2023	
Laboratorio de Termometría		
Página 1 de 15		
Expediente	1049967	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metroológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP). La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región. Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
Solicitante	ADVANCED METROLOGY S.A.C.	
Dirección	Jr. Recuay N° 504 - Breña	
Instrumento de Medición	BLOQUE TERmostático (HORNO DE POZO SECO)	
Alcance	50 °C a 700 °C	
Marca	FLUKE	
Modelo	9173	
Procedencia	ESTADOS UNIDOS	
Número de Serie	CC660	
Instrumento de Medición	TERMOMETRO DE INDICACION DIGITAL	
Marca	NO INDICA	
Modelo	NO INDICA	
Alcance.	50 °C a 700 °C	
Resolución	0,001 °C	
Objeto	1 Cilindro Termostático (25,8 mm de Diámetro; 203 mm de Profundidad)	
Fecha de Calibración	Desde el 2023-04-04 al 2023-04-12	
Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.		
Responsable del área		Responsable del laboratorio
		
Dirección de Metrología		Dirección de Metrología
<p><i>Instituto Nacional de Calidad - INACAL Dirección de Metrología Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú Tel: (01) 549 8829 Anexo 1501 Email: metrologia@inacal.gob.pe Web: www.inacal.gob.pe</i></p>		
<p>Puede verificar el número de certificado en la página: https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/</p>		

Anexo 17: Certificado de calibración del pozo seco (parte 1).



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Termometría

Certificado de Calibración LT – 093 – 2023

Página 14 de 15

Indicación de Horno Temp. Conv. Verdadera Incertidumbre de la Medición	Puntos de Calibración				
	55,000 °C	90,000 °C	120,000 °C	160,000 °C	220,000 °C
	55,046 °C	89,981 °C	119,959 °C	159,911 °C	219,884 °C
	0,234 °C	0,233 °C	0,233 °C	0,343 °C	0,343 °C
Otras Características Termostáticas Medidas					
Inhomogeneidad Axial 4 cm	± 0,020 °C	—	—	—	± 0,255 °C
Inhomogeneidad Axial 8 cm	± 0,133 °C	—	—	—	± 0,022 °C
ESTABILIDAD	± 0,004 °C	± 0,006 °C	± 0,007 °C	± 0,008 °C	± 0,015 °C
EFFECTO DE CARGA	—	—	—	—	0,113 °C

Temp. Conv. Verdadera = Promedio de todas las lecturas de los sensores de temperatura.

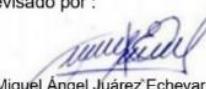
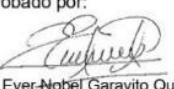
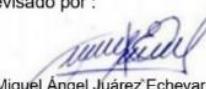
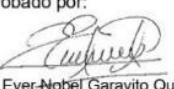
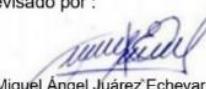
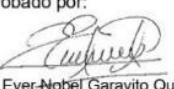
Estabilidad = Es la máxima semidiferencia entre la temperatura máxima medida y la temperatura mínima medida de cada sensor. Esta medición se realiza solo cuando todos los sensores están al fondo del bloque termostático, exceptuándose cuando se realiza el efecto de carga.

Variación a 4 cm y Variación a 8 cm = Es la variación respecto a los valores promedios en cada orificio cuando los sensores están en la base del horno y cuando son elevados 4 cm y 8 cm respectivamente.

Los resultados mostrados se relacionan únicamente con el instrumento descrito en la página 1 del presente documento de calibración.

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf. (01) 640-8829 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB www.inacal.gob.pe

Anexo 18: Procedimiento Interno de Gestión de Equipos, Mantenimiento, Calibración y Comprobación Intermedia.

<p style="text-align: center;">ADVANCED METROLOGY S.A.C. Servicio de Calibración, Certificación de Instrumentos y Equipos de Medición</p> 					
<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE EQUIPOS, MANTENIMIENTO, CALIBRACIÓN Y COMPROBACIÓN INTERMEDIA</p>					
<p style="text-align: center;">P-L-AM007</p>					
<p style="text-align: center;">Nº Versión: 10</p>					
<table border="1"><tr><td>Elaborado por:  Ever Novel Garavito Quispe Gerente de Metrología Fecha: 2022-12-13</td><td>Revisado por:  Miguel Ángel Juárez Echevarría Gerente de la calidad Fecha: 2022-12-13</td><td>Aprobado por:  Ever Novel Garavito Quispe Gerente de Metrología Fecha: 2022-12-13</td></tr></table>			Elaborado por:  Ever Novel Garavito Quispe Gerente de Metrología Fecha: 2022-12-13	Revisado por:  Miguel Ángel Juárez Echevarría Gerente de la calidad Fecha: 2022-12-13	Aprobado por:  Ever Novel Garavito Quispe Gerente de Metrología Fecha: 2022-12-13
Elaborado por:  Ever Novel Garavito Quispe Gerente de Metrología Fecha: 2022-12-13	Revisado por:  Miguel Ángel Juárez Echevarría Gerente de la calidad Fecha: 2022-12-13	Aprobado por:  Ever Novel Garavito Quispe Gerente de Metrología Fecha: 2022-12-13			

Anexo 19: Plan anual de Calibración, Comprobación, Caracterización y Mantenimiento.

ADVANCED METROLOGY S.A.C.

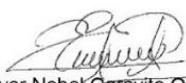
Servicio de Calibración, Certificación de Instrumentos y Equipos de Medición



PROCEDIMIENTO PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA VALIDEZ DE LOS RESULTADOS

P-L-AM006

Nº Versión: 11

Elaborado por:  Ever Novel Garavito Quispe Gerente de Metrología	Revisado por :  Miguel Ángel Juárez Echevarría Gerente de la Calidad *	Aprobado por:  Ever Novel Garavito Quispe Gerente de Metrología
Fecha : 2022-09-12	Fecha : 2022-09-12	Fecha : 2022-09-12

Anexo 21: Formato de Verificación de Instrumentos de Calibración.

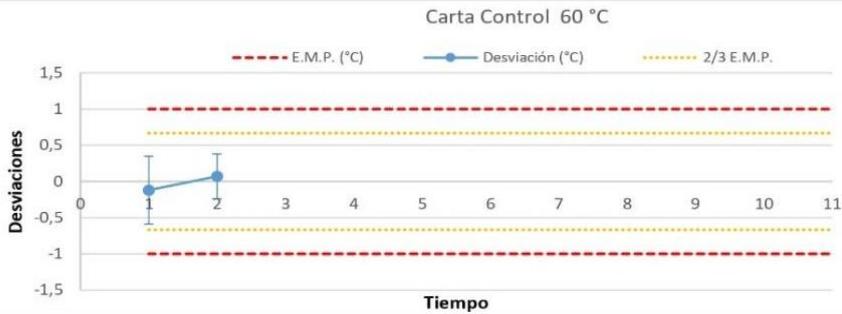
 FORMATO DE VERIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE CALIBRACIÓN F-L-AM033	<small>Nº Versión: 01</small> <small>Fecha de emisión:</small> <small>2022-08-15</small> <small>Página: 1 de 1</small>																																																																																																																																				
RESPONSABLE <hr/> CARGO <hr/> ÁREA <hr/>	FECHA <hr/>																																																																																																																																				
1 BALANZAS: NO APLICA																																																																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Instrumento</th> <th style="width: 10%;">Código del Patrón</th> <th style="width: 20%;">Masa convencional</th> <th style="width: 20%;">I. Balanza - antes del ajuste (g)</th> <th style="width: 20%;">Evaluación</th> <th style="width: 10%;">I. Balanza - después del ajuste (g)</th> <th style="width: 10%;">Ejecutado por</th> <th style="width: 10%;">Firma</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>ILM-001</td> <td></td> <td></td> <td>Conforme</td> <td>---</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>ILM-002</td> <td></td> <td></td> <td>Conforme</td> <td>---</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>ILM-028</td> <td></td> <td></td> <td>Conforme</td> <td>---</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Instrumento	Código del Patrón	Masa convencional	I. Balanza - antes del ajuste (g)	Evaluación	I. Balanza - después del ajuste (g)	Ejecutado por	Firma		ILM-001			Conforme	---				ILM-002			Conforme	---				ILM-028			Conforme	---																																																																																																						
Instrumento	Código del Patrón	Masa convencional	I. Balanza - antes del ajuste (g)	Evaluación	I. Balanza - después del ajuste (g)	Ejecutado por	Firma																																																																																																																														
	ILM-001			Conforme	---																																																																																																																																
	ILM-002			Conforme	---																																																																																																																																
	ILM-028			Conforme	---																																																																																																																																
<i>Nota: El punto 1 solo aplica para la calibración de Pesas y Balanza.</i>																																																																																																																																					
2 PATRONES Y EQUIPOS AUXILIARES																																																																																																																																					
INSPECCIÓN VISUAL DE LOS INSTRUMENTOS																																																																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Instrumento</th> <th style="width: 10%;">Código del Patrón / instrumento</th> <th colspan="3">No existen deterioros que afecten el funcionamiento.</th> <th colspan="3">Cumple con las características metroológicas según su manual o norma.</th> <th colspan="3">Tiene los accesorios completos (Pinzas, cables, sensores, etc.)</th> <th style="width: 10%;">Ejecutado por</th> <th style="width: 10%;">Firma</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Termómetro Digital</td> <td>ILTFQ-003</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Termómetro Digital</td> <td>ILTFQ-004</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pozo seco</td> <td>ILTFQ-018</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Registrador de Temperatura y Humedad</td> <td>ILTFQ-010</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Termómetro Digital</td> <td>ILTFQ-008</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Termómetro Digital</td> <td>ILTFQ-019</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Baño termostático</td> <td>ILTFQ-001</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Medidor de pH</td> <td>ILTFQ-002</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Conductímetro</td> <td>ILTFQ-011</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>X</td> <td>N.A.</td> <td>SI</td> <td>X</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td>SI</td> <td>X</td> <td>NO</td> <td>N.A.</td> <td>Jean Pool Manrique La Rosa</td> </tr> </tbody> </table>		Instrumento	Código del Patrón / instrumento	No existen deterioros que afecten el funcionamiento.			Cumple con las características metroológicas según su manual o norma.			Tiene los accesorios completos (Pinzas, cables, sensores, etc.)			Ejecutado por	Firma	Termómetro Digital	ILTFQ-003	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.			Termómetro Digital	ILTFQ-004	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.			Pozo seco	ILTFQ-018	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.			Registrador de Temperatura y Humedad	ILTFQ-010	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.			Termómetro Digital	ILTFQ-008	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.			Termómetro Digital	ILTFQ-019	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.			Baño termostático	ILTFQ-001	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.			Medidor de pH	ILTFQ-002	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.			Conductímetro	ILTFQ-011	SI	NO	X	N.A.	SI	X	NO	N.A.	SI	X	NO	N.A.	Jean Pool Manrique La Rosa
Instrumento	Código del Patrón / instrumento	No existen deterioros que afecten el funcionamiento.			Cumple con las características metroológicas según su manual o norma.			Tiene los accesorios completos (Pinzas, cables, sensores, etc.)			Ejecutado por	Firma																																																																																																																									
Termómetro Digital	ILTFQ-003	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.																																																																																																																											
Termómetro Digital	ILTFQ-004	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.																																																																																																																											
Pozo seco	ILTFQ-018	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.																																																																																																																											
Registrador de Temperatura y Humedad	ILTFQ-010	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.																																																																																																																											
Termómetro Digital	ILTFQ-008	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.																																																																																																																											
Termómetro Digital	ILTFQ-019	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.																																																																																																																											
Baño termostático	ILTFQ-001	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.																																																																																																																											
Medidor de pH	ILTFQ-002	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.	SI	NO	N.A.																																																																																																																											
Conductímetro	ILTFQ-011	SI	NO	X	N.A.	SI	X	NO	N.A.	SI	X	NO	N.A.	Jean Pool Manrique La Rosa																																																																																																																							
3 CONCLUSIÓN	Se realizó la revisión del funcionamiento de los segmentos del display a los diferentes equipos y no se observó ninguna falla, así como en los demás instrumentos de laboratorio; por lo tanto, se encuentran aptos para su uso, siguiendo la técnica de aseguramiento.																																																																																																																																				

Anexo 22: Formato de Comprobación Intermedia de Termómetros Digitales.

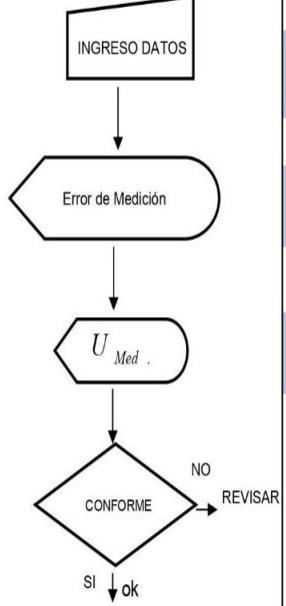
Anexo 23: Formato de Repetición de la Calibración con Código F-L-AM036.

	REPETICIÓN DE LA CALIBRACIÓN		Código : F-L-AM036 Edición : 0 Página : 1 de 1																																		
1 Objetivo Los objetivos del presente informe técnico son: - Evaluar el grado de concordancia de los resultados obtenidos en la calibración de los ítems del cliente bajo condiciones de repetibilidad.																																					
2 Alcance de Aplicación <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>Código</th> <th>Procedimiento de Calibración</th> <th>Aplicación</th> </tr> <tr> <td>PC-017</td> <td>Procedimiento para la Calibración de Termómetros</td> <td>CALIBRACIÓN</td> </tr> </table>				Código	Procedimiento de Calibración	Aplicación	PC-017	Procedimiento para la Calibración de Termómetros	CALIBRACIÓN																												
Código	Procedimiento de Calibración	Aplicación																																			
PC-017	Procedimiento para la Calibración de Termómetros	CALIBRACIÓN																																			
3 Instrumento Evaluado <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="6">TERMÓMETRO</th> </tr> <tr> <th>Marca</th> <th>Identificación</th> <th>Clase</th> <th>Forma / Resolución</th> <th>Valor Nominal / Alcance</th> <th>Certificado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NO INDICA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				TERMÓMETRO						Marca	Identificación	Clase	Forma / Resolución	Valor Nominal / Alcance	Certificado	NO INDICA																					
TERMÓMETRO																																					
Marca	Identificación	Clase	Forma / Resolución	Valor Nominal / Alcance	Certificado																																
NO INDICA																																					
5 Equipo / Instrumento de Medición Utilizados <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Patrón</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Identificación / Serie</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nº de Certificado</td> <td></td> </tr> </table>				Patrón		Identificación / Serie		Nº de Certificado																													
Patrón																																					
Identificación / Serie																																					
Nº de Certificado																																					
6 Participante <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Participantes</td> <td>iniciales:</td> <td>Lugar:</td> <td>Fecha:</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Laboratorio de Calibración de Advanced Metrology S.A.C.</td> <td></td> </tr> </table>				Participantes	iniciales:	Lugar:	Fecha:			Laboratorio de Calibración de Advanced Metrology S.A.C.																											
Participantes	iniciales:	Lugar:	Fecha:																																		
		Laboratorio de Calibración de Advanced Metrology S.A.C.																																			
7 Criterios de Evaluación <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Criterio de Evaluación</th> <th>Criterio de Aceptación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F fisher-snecedor : $F_{cal} = S_1 / S_2$</td> <td>$F_{cal} \leq F_{crit}$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Donde: S₁: Desviación Estandar de la repetibilidad en la primera calibración S₂: Desviación Estandar de la repetibilidad en la segunda calibración F crit: Determinado por tabla.</p> <p>Nota: Únicamente para el caso de Pesas, S₁ corresponde a la repetibilidad de la calibración (mínimo 3 ensayos) y S₂ corresponde al Sp obtenido en la caracterización de la balanza.</p>				Criterio de Evaluación	Criterio de Aceptación	F fisher-snecedor : $F_{cal} = S_1 / S_2$	$F_{cal} \leq F_{crit}$																														
Criterio de Evaluación	Criterio de Aceptación																																				
F fisher-snecedor : $F_{cal} = S_1 / S_2$	$F_{cal} \leq F_{crit}$																																				
8 Resultados <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Grados de Libertad de S₁</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Grados de Libertad de S₂</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Resultado del ensayo de repetibilidad en la 1era Calibración</td> <td>Resultado del ensayo de repetibilidad en la 2da Calibración</td> <td>S₁</td> <td>S₂</td> <td>F_{cal}</td> <td>F_{crit}</td> <td>$F_{cal} \leq F_{crit}$</td> </tr> <tr> <td>0,2°C</td> <td>0,2°C</td> <td rowspan="10">0,083°C</td> <td rowspan="10">0,084°C</td> <td rowspan="10">0,99</td> <td rowspan="10">3,179</td> <td rowspan="10">BAJO CONTROL</td> </tr> <tr> <td>0,2°C</td> <td>0,2°C</td> </tr> <tr> <td>0,4°C</td> <td>0,3°C</td> </tr> <tr> <td>0,3°C</td> <td>0,3°C</td> </tr> <tr> <td>0,2°C</td> <td>0,3°C</td> </tr> <tr> <td>0,1°C</td> <td>0,3°C</td> </tr> <tr> <td>0,3°C</td> <td>0,3°C</td> </tr> <tr> <td>0,3°C</td> <td>0,1°C</td> </tr> <tr> <td>0,3°C</td> <td>0,1°C</td> </tr> </table> <p>Observación:</p> <p>Conclusión:</p>				Grados de Libertad de S ₁	9	Grados de Libertad de S ₂	9	Resultado del ensayo de repetibilidad en la 1era Calibración	Resultado del ensayo de repetibilidad en la 2da Calibración	S ₁	S ₂	F _{cal}	F _{crit}	$F_{cal} \leq F_{crit}$	0,2°C	0,2°C	0,083°C	0,084°C	0,99	3,179	BAJO CONTROL	0,2°C	0,2°C	0,4°C	0,3°C	0,3°C	0,3°C	0,2°C	0,3°C	0,1°C	0,3°C	0,3°C	0,3°C	0,3°C	0,1°C	0,3°C	0,1°C
Grados de Libertad de S ₁	9																																				
Grados de Libertad de S ₂	9																																				
Resultado del ensayo de repetibilidad en la 1era Calibración	Resultado del ensayo de repetibilidad en la 2da Calibración	S ₁	S ₂	F _{cal}	F _{crit}	$F_{cal} \leq F_{crit}$																															
0,2°C	0,2°C	0,083°C	0,084°C	0,99	3,179	BAJO CONTROL																															
0,2°C	0,2°C																																				
0,4°C	0,3°C																																				
0,3°C	0,3°C																																				
0,2°C	0,3°C																																				
0,1°C	0,3°C																																				
0,3°C	0,3°C																																				
0,3°C	0,1°C																																				
0,3°C	0,1°C																																				
Aldo Pari SUPERVISOR DE LABORATORIO																																					

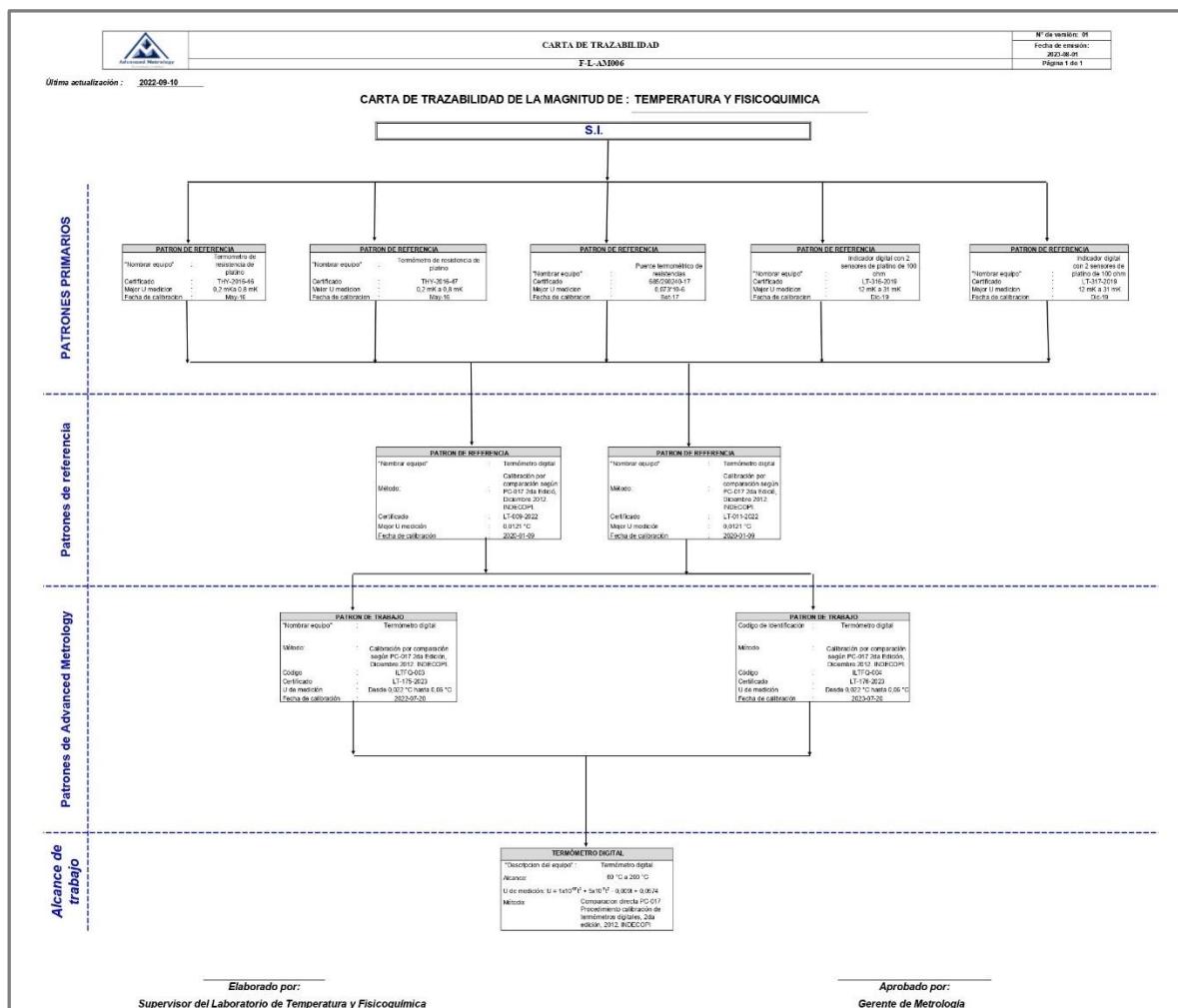
Anexo 24: Formato de Patrón de Verificación

 PATRÓN DE VERIFICACIÓN	Código: F-L-AM037 Edición: 00 Página: 1 de 1																																																																																				
DATOS DEL EQUIPO <table border="1" style="width: 100px; margin-bottom: 5px;"> <tr><td>Marca:</td><td>CONTROL COMPANY</td></tr> <tr><td>Modelo:</td><td>4371 90205-05</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100px; margin-bottom: 5px;"> <tr><td>Serie</td><td>230269480</td></tr> <tr><td>Alcance/Valor Nominal</td><td>-50 °C a 300 °C</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100px;"> <tr><td>Código:</td><td>ILTFQ-021</td></tr> <tr><td>emp/clase:</td><td>1 °C</td></tr> </table>		Marca:	CONTROL COMPANY	Modelo:	4371 90205-05	Serie	230269480	Alcance/Valor Nominal	-50 °C a 300 °C	Código:	ILTFQ-021	emp/clase:	1 °C																																																																								
Marca:	CONTROL COMPANY																																																																																				
Modelo:	4371 90205-05																																																																																				
Serie	230269480																																																																																				
Alcance/Valor Nominal	-50 °C a 300 °C																																																																																				
Código:	ILTFQ-021																																																																																				
emp/clase:	1 °C																																																																																				
DATOS DEL PATRÓN <table border="1" style="width: 100px; margin-bottom: 5px;"> <tr><td>Marca:</td><td>LUTRON</td></tr> <tr><td>Modelo:</td><td>TM-917</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100px; margin-bottom: 5px;"> <tr><td>Serie</td><td>I.578604</td></tr> <tr><td>Alcance/Valor Nominal</td><td>-50 °C a 400 °C</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100px;"> <tr><td>Código:</td><td>ILTFQ-003</td></tr> <tr><td>emp/clase:</td><td>---</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100px; margin-bottom: 5px;"> <tr><td>Marca:</td><td>LUTRON</td></tr> <tr><td>Modelo:</td><td>TM-917</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100px; margin-bottom: 5px;"> <tr><td>Serie</td><td>I.578605</td></tr> <tr><td>Alcance/Valor Nominal</td><td>-50 °C a 400 °C</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100px;"> <tr><td>Código:</td><td>ILTFQ-004</td></tr> <tr><td>emp/clase:</td><td>---</td></tr> </table>		Marca:	LUTRON	Modelo:	TM-917	Serie	I.578604	Alcance/Valor Nominal	-50 °C a 400 °C	Código:	ILTFQ-003	emp/clase:	---	Marca:	LUTRON	Modelo:	TM-917	Serie	I.578605	Alcance/Valor Nominal	-50 °C a 400 °C	Código:	ILTFQ-004	emp/clase:	---																																																												
Marca:	LUTRON																																																																																				
Modelo:	TM-917																																																																																				
Serie	I.578604																																																																																				
Alcance/Valor Nominal	-50 °C a 400 °C																																																																																				
Código:	ILTFQ-003																																																																																				
emp/clase:	---																																																																																				
Marca:	LUTRON																																																																																				
Modelo:	TM-917																																																																																				
Serie	I.578605																																																																																				
Alcance/Valor Nominal	-50 °C a 400 °C																																																																																				
Código:	ILTFQ-004																																																																																				
emp/clase:	---																																																																																				
CRITERIOS <table border="1" style="width: 100px; margin-bottom: 5px;"> <tr><td>Primer Criterio</td><td>Un Punto se localiza fuera de los límites de control.</td></tr> <tr><td>Segundo Criterio</td><td>Un Punto se localiza abruptamente en la zona de advertencia.</td></tr> <tr><td>Tercer Criterio</td><td>Tres puntos consecutivos se localizan sobre la línea central.</td></tr> <tr><td>Cuarto Criterio</td><td>Cuatro de cinco puntos consecutivos tienen tendencia ascendente.</td></tr> </table>		Primer Criterio	Un Punto se localiza fuera de los límites de control.	Segundo Criterio	Un Punto se localiza abruptamente en la zona de advertencia.	Tercer Criterio	Tres puntos consecutivos se localizan sobre la línea central.	Cuarto Criterio	Cuatro de cinco puntos consecutivos tienen tendencia ascendente.																																																																												
Primer Criterio	Un Punto se localiza fuera de los límites de control.																																																																																				
Segundo Criterio	Un Punto se localiza abruptamente en la zona de advertencia.																																																																																				
Tercer Criterio	Tres puntos consecutivos se localizan sobre la línea central.																																																																																				
Cuarto Criterio	Cuatro de cinco puntos consecutivos tienen tendencia ascendente.																																																																																				
Carta Control 60 °C 																																																																																					
<table border="1" style="width: 100px; margin-bottom: 5px;"> <caption>60 °C</caption> <thead> <tr><th>Item</th><th>Fecha de Cal.</th><th>Nº de Certificado / Informe</th><th>Desviación (°C)</th><th>U calculada</th><th>Deriva (°C/mes)</th><th>E.M.P. (°C)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>2022-11-18</td><td>CV-LTFQ-003-2022</td><td>-0,12</td><td>0,47</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>2023-10-13</td><td>A-LT-AM0005-2023</td><td>0,07</td><td>0,31</td><td>0,017</td><td>1</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,000</td><td>1</td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>#DIV/0!</td><td>1</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>#DIV/0!</td><td>1</td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>#DIV/0!</td><td>1</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>#DIV/0!</td><td>1</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>#DIV/0!</td><td>1</td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>#DIV/0!</td><td>1</td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>#DIV/0!</td><td>1</td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>#DIV/0!</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>		Item	Fecha de Cal.	Nº de Certificado / Informe	Desviación (°C)	U calculada	Deriva (°C/mes)	E.M.P. (°C)	1	2022-11-18	CV-LTFQ-003-2022	-0,12	0,47		1	2	2023-10-13	A-LT-AM0005-2023	0,07	0,31	0,017	1	3					0,000	1	4					#DIV/0!	1	5					#DIV/0!	1	6					#DIV/0!	1	7					#DIV/0!	1	8					#DIV/0!	1	9					#DIV/0!	1	10					#DIV/0!	1	11					#DIV/0!	1
Item	Fecha de Cal.	Nº de Certificado / Informe	Desviación (°C)	U calculada	Deriva (°C/mes)	E.M.P. (°C)																																																																															
1	2022-11-18	CV-LTFQ-003-2022	-0,12	0,47		1																																																																															
2	2023-10-13	A-LT-AM0005-2023	0,07	0,31	0,017	1																																																																															
3					0,000	1																																																																															
4					#DIV/0!	1																																																																															
5					#DIV/0!	1																																																																															
6					#DIV/0!	1																																																																															
7					#DIV/0!	1																																																																															
8					#DIV/0!	1																																																																															
9					#DIV/0!	1																																																																															
10					#DIV/0!	1																																																																															
11					#DIV/0!	1																																																																															

Anexo 25: Formato de revisión de resultados informados con código F-L-AM038.

	PATRÓN DE VERIFICACIÓN						Código F-L-AM038 Versión 00 Páginas 1 de 1	
CONTROL DE DATOS COMPROBACIÓN ALEATORIA :	REVISIÓN N°1 Identificación de Hoja:				REVISIÓN N°2 Identificación de Hoja:			
	N° Certif.:	Hoja de cálculo validada	C	NC	N° Certif.:	Hoja de cálculo validada	C	NC
								
CONCLUSIÓN	CONFORME AL 100%		CONFORME AL 100%					
	NO CONFORME AL 100%		NO CONFORME AL 100%					
C: conforme NC: no conforme								
FIRMA DEL RESPONSABLE:								
FECHA:								

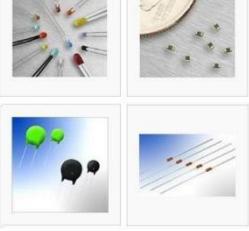
Anexo 26: Carta de trazabilidad del procedimiento de termómetros digitales.



Anexo 27: Diapositivas de la capacitación de termómetros digitales parte 1.

Calibración de termómetros digitales	Objetivos																
 <p>BEC METROLOGIA</p> <p>Expositor: Brian Juan Espejo Campos hola@becmetrologia.com</p> <p>2022</p>	<ul style="list-style-type: none"> Este procedimiento tiene por finalidad establecer y definir la sistemática a seguir en las calibraciones de termómetros digitales (también conocidos como termómetros de lectura directa) por comparación en medios isotermos de temperatura controlada. 																
Alcance	DEFINICIONES																
<ul style="list-style-type: none"> Este procedimiento afecta a todos los termómetros digitales compuestos de equipo de lectura en unidades de temperatura (°C, K, etc.) y con sensores de resistencia, termistores, termopares, etc., y que se calibran en medios isotermos de temperatura controlada, habitualmente baños de alcohol, agua destilada, aceites o sales y hornos, lo que cubre un rango de temperatura aproximado de – 100 °C a 1100 °C. La calibración de los termómetros se realizará con referencia a termómetros patrón calibrados con referencia a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, EIT-90. 	<p>TERMÓMETRO DIGITAL</p> <p>• Dispositivo destinado a utilizarse para hacer mediciones de temperatura que muestra una indicación digital en unidades de temperatura: kelvin, grados Celsius, etc. Normalmente está constituido por uno o varios sensores y un equipo de lectura.</p> 																
TERMORESISTENCIAS(RTD):	<p>De todos ellos es el platino el que ofrece mejores prestaciones, como:</p> <ul style="list-style-type: none"> Alta resistividad... para un mismo valor óhmico, la masa del sensor será menor, por lo que la respuesta será más rápida. Margen de temperatura mayor. Alta linealidad. Sin embargo, su sensibilidad (α) es menor. <p>Un sensor muy común es el Pt100 (RTD de platino con $R=100$ a 0 °C). En la siguiente tabla se muestran valores estándar de resistencia a distintas temperaturas para un sensor Pt100 con $\alpha = 0.00385$.</p> <table border="1" data-bbox="1008 1673 1341 1718"> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>0</th> <th>20</th> <th>30</th> <th>40</th> <th>60</th> <th>80</th> <th>100</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>Resistencia (Ω)</th> <td>100</td> <td>107.79</td> <td>111.55</td> <td>116.54</td> <td>123.1</td> <td>130.87</td> <td>138.50</td> </tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	0	20	30	40	60	80	100	Resistencia (Ω)	100	107.79	111.55	116.54	123.1	130.87	138.50
Temperatura (°C)	0	20	30	40	60	80	100										
Resistencia (Ω)	100	107.79	111.55	116.54	123.1	130.87	138.50										

Anexo 28: Diapositivas de la capacitación de termómetros digitales parte 2.

<p>TERMOMETRO TERMISTOR Sensor construido con un material semiconductor cuya resistencia varía con la temperatura. Existen 2 tipos: NTC Y PTC.</p>  	<p>TERMOPAR Pareja de conductores de distinto material unidos en uno de sus extremos con el objeto de formar un sensor de temperatura que produce una f.e.m. en función de la temperatura por el efecto termoeléctrico.</p> <table border="1" data-bbox="1117 422 1394 646"> <thead> <tr> <th>Type</th><th>Material</th><th>Color Code</th><th>Range (°C)</th></tr> <tr> <th>Thermocouple Grade</th><th>Positive Wire</th><th>Negative Wire</th><th>Minimum Maximum</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>J</td><td>Iron</td><td>Constantan</td><td> 0 750</td></tr> <tr> <td>K</td><td>Chromel</td><td>Alumel</td><td> -200 1250</td></tr> <tr> <td>T</td><td>Copper</td><td>Constantan</td><td> -200 350</td></tr> <tr> <td>E</td><td>Chromel</td><td>Constantan</td><td> -200 900</td></tr> </tbody> </table>	Type	Material	Color Code	Range (°C)	Thermocouple Grade	Positive Wire	Negative Wire	Minimum Maximum	J	Iron	Constantan	 0 750	K	Chromel	Alumel	 -200 1250	T	Copper	Constantan	 -200 350	E	Chromel	Constantan	 -200 900
Type	Material	Color Code	Range (°C)																						
Thermocouple Grade	Positive Wire	Negative Wire	Minimum Maximum																						
J	Iron	Constantan	 0 750																						
K	Chromel	Alumel	 -200 1250																						
T	Copper	Constantan	 -200 350																						
E	Chromel	Constantan	 -200 900																						
<p>JUNTA DE MEDIDA O JUNTA CALIENTE Unión del termopar que se coloca en el lugar en el que se desea medir.</p> <p>JUNTA DE REFERENCIA O JUNTA FRÍA Unión del termopar que está a una temperatura conocida, referencia para la temperatura que se desea medir.</p>	<p>HISTÉRESIS (ESTABILIDAD FRENTE A CICLOS TÉRMICOS)</p> <ul style="list-style-type: none"> Propiedad de un instrumento de medida cuya respuesta a una señal de entrada determinada, depende de la secuencia de las señales de entrada precedentes. En el caso de termómetros corresponde a la variación en la indicación del termómetro en función de si ha sido sometido con anterioridad a una temperatura u otra. 																								
<p>UNIFORMIDAD (HOMOGENEIDAD)</p> <ul style="list-style-type: none"> Cambios en la composición y condiciones de los materiales de los hilos de un termopar, causados por contaminación, tensiones mecánicas o choques térmicos, que modifican la fuerza electromotriz. Estos cambios sólo influyen si están situados en una región con gradientes de temperatura. 	<p>CABLES DE EXTENSIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Cables formados por conductores del mismo material que los termopares y que se utilizan para aumentar la longitud de los mismos <p>CABLES DE COMPENSACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Tienen la misma utilidad que los cables de extensión pero la composición es distinta que la de los materiales del termopar, 																								

Anexo 29: Diapositivas de la capacitación de termómetros digitales parte 3.

<p>REPETIBILIDAD</p> <ul style="list-style-type: none">Precisión de medida de bajo un conjunto de condiciones de repetibilidad <p>CONDICIÓN DE REPETIBILIDAD</p> <ul style="list-style-type: none">Condición de medición, dentro de un conjunto de condiciones que incluye el mismo procedimiento de medida, los mismos operadores, el mismo sistema de medida, las mismas condiciones de operación y el mismo lugar, así como mediciones repetidas del mismo objeto o de un objeto similar en un período corto de tiempo. <p>NOTA 1 Una condición de medición es una condición de repetibilidad únicamente respecto a un conjunto dado de condiciones de repetibilidad</p>	<p>FUNDAMENTO</p> <ul style="list-style-type: none">“PRINCIPIO DE LA LEY DE CERO DE LA TERMODINAMICA” La cual dice: Si dos sistemas están en equilibrio con un tercero, entonces entre ellos hay un equilibrio térmico
<p>INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE MEDICIÓN</p> <p>REFERENCIAS:</p> <ul style="list-style-type: none">Baño termostático: alcohol Alcance de -30°C a 20°C Uniformidad y estabilidad $\leq 0,06^{\circ}\text{C}$Baño Termostático: agua y/o aceite Alcance de 20°C a 200°C Uniformidad y estabilidad $\leq 0,06^{\circ}\text{C}$Mufla: Alcance de 200°C a 1000°C Uniformidad y estabilidad $\leq 1,5^{\circ}\text{C}$	
 <p>• Termómetros de resistencia de platino Alcance mínimo: -30°C a 200°C Incertidumbre: $\leq 0,02^{\circ}\text{C}$ (ejemplo)</p> <ul style="list-style-type: none">Equipos para realizar el punto del hielo.Registradores de condiciones ambientales. 	

Anexo 30: Diapositivas de la capacitación de termómetros digitales parte 4.

<h3>MATERIALES Y/O EQUIPOS AUXILIARES</h3> <ul style="list-style-type: none">• Agua destilada, hielo y alcohol.• Aceite para Baño termostático• Sales de nitratos.• Campanas extractoras para vapores.• Guantes, mascarillas de seguridad.• Soporte universal, pinzas metálicas y nueces.• Fibra de vidrio aislante. 	
<h3>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</h3>	
<h4>CONDICIONES AMBIENTALES (Referencia)</h4> <p>Temperatura ambiental 23°C ± 5 °C Humedad ambiental 25% HR a 75 % HR</p> 	<p>CONSIDERACIONES GENERALES:</p> <ul style="list-style-type: none">• Anotar los datos del instrumento en el formato de registro vigente.• El termómetro a calibrar debe ser inspeccionado con detalle, en especial los sensores, para detectar si existen problemas de limpieza, rotura, sensores doblados, conexiones a canales en mal estado, etc. Sino se devolverá al cliente.• Se anotarán las condiciones ambientales durante la calibración: T y H.R.
<h4>CONSIDERACIONES GENERALES</h4> <ul style="list-style-type: none">• Si el sensor es un termopar el equipo de lectura lleva incluida una junta de referencia que debe mantenerse cercana a la temperatura ambiente (dentro de las condiciones propias del laboratorio) por lo que debe tenerse precaución de no acercar demasiado el equipo de lectura al baño u horno si la temperatura de éste es bastante diferente de la temperatura ambiente.• Cuando se utilice el baño de aceite o alcohol se debe poner en funcionamiento el extractor de aire, además se debe emplear lentes y mascarilla.• Antes de comenzar la calibración se conectan los equipos a utilizar, incluido el termómetro a calibrar, siguiendo las instrucciones de los respectivos manuales.	<h4>Equipos y materiales</h4> <ul style="list-style-type: none">• Dos termómetros patrón preferiblemente con incertidumbre de calibración de un orden de magnitud inferior a la resolución del termómetro a calibrar. (Es recomendable disponer de otro patrón adicional o de una cámara del punto triple del agua, p. e. en el caso de que las diferencias encontradas entre las lecturas de los dos patrones usados durante la calibración sea mayor que la uniformidad del medio isotermo es útil para verificar si uno de los patrones está midiendo mal o controlar su deriva).• Baños de líquido de temperatura controlada y/o hornos con funcionamiento en el margen de calibración del termómetro, caracterizados en estabilidad y uniformidad, que deben ser coherentes con la incertidumbre de calibración (p. e. si se calibra un termómetro de resolución 0,1 °C conviene utilizar un baño con estabilidad y uniformidad de, al menos, 0,01 °C). También puede ser necesario un baño de hielo en un recipiente aislado térmicamente.• Registradores de las condiciones ambientales del laboratorio (temperatura y humedad) adecuados para el margen de temperatura y humedad a las que se encuentra habitualmente el laboratorio.

Anexo 31: Diapositivas de la capacitación de termómetros digitales parte 5.

PROCESO DE CALIBRACIÓN:	Calibración
<p>• En general, durante la calibración las medidas de la temperatura se harán cuando el medio isotermo se encuentre estable y uniforme.</p> <p>• Antes de comenzar las medidas debe asegurarse una profundidad de inmersión adecuada, para evitar problemas de conducción térmica. La profundidad de inmersión se determina introduciendo en su totalidad el sensor y sacándolo paulatinamente hasta observar que existen variaciones significativas de las medidas del termómetro. Esta prueba se realizará en una temperatura bastante alejada de la temperatura ambiente que esté dentro del margen de la calibración del termómetro.</p>	<p>• Se llevan a cabo las pruebas de histéresis, uniformidad y/o repetibilidad según sea la resolución y el tipo de sensor del termómetro a calibrar.</p> <p>• La calibración del termómetro se realizará en los puntos elegidos, que cubran el margen de utilización y que estén distribuidos lo más uniformemente posible. Conviene incluir el valor máximo y mínimo del margen de utilización.</p>
<p>1) Lectura del primer patrón, corregida según su certificado, t_{11}.</p> <p>2) Lectura del termómetro a calibrar, tx_1.</p> <p>3) Lectura del segundo patrón, corregida según su certificado t_{12}.</p> <p>4) Lectura del termómetro a calibrar, tx_2.</p> <p>5) Lectura del primer patrón, corregida según su certificado, t_{11}.</p> <p>La corrección C se obtiene de:</p> $C = \frac{t_{11} + t_{12}}{2} - tx$ <p>Donde: $t_1 = \frac{t_{11} + t_{12}}{2}$.</p>	<p>• En general, es conveniente colocar el termómetro a calibrar y los patrones lo más cercanos posible para disminuir la contribución a la incertidumbre debida a la falta de uniformidad del medio isotermo.</p> <p>• Para comprobar que el medio isotermo está lo suficientemente estable, es conveniente registrar la lectura de uno de los patrones. La estabilidad de referencia debe ser la asignada por el laboratorio durante la caracterización del medio isotermo. Si no se consigue dicha estabilidad se aumentará coherentemente la incertidumbre.</p> <p>• El proceso de lectura que se repetirá para cada punto de calibración, consiste en:</p> <p>• Una vez terminada la toma de lecturas en una temperatura dada, retirar del baño todos los instrumentos y esperar que estabilice el siguiente punto.</p> 

Anexo 32: Diapositivas de la capacitación de termómetros digitales parte 6.

<ul style="list-style-type: none">• Se recomienda realizar esta prueba para termómetros digitales con sensor de resistencia de platino con resolución menor o igual que 0,01 °C.• La prueba consiste en realizar 5 ciclos térmicos de calentamiento-enfriamiento con objeto de estimar el valor de histéresis del termómetro a calibrar.• Entre cada uno de los ciclos se realizarán determinaciones de los valores de temperatura del termómetro a calibrar a cierta temperatura de referencia intermedia en el margen de calibración. El proceso será como sigue:<ul style="list-style-type: none">• 1) Calentamiento del sensor durante 10 min a la temperatura máxima de calibración.	<ul style="list-style-type: none">• 2) Determinación de valor de temperatura que indica el termómetro a calibrar a la temperatura de referencia, manteniendo previamente el sensor en aire unos 3 min.• 3) Enfriamiento del sensor durante unos 10 min a la temperatura mínima de calibración.• 4) Determinación del valor de temperatura que indica el termómetro a calibrar a la temperatura de referencia, manteniendo previamente el sensor en aire unos 3 min.• Se tomará la precaución de determinar la temperatura de referencia con los patrones siguiendo el proceso de lectura siguiente:<ul style="list-style-type: none">• a) Lectura del primer patrón, tp1.• b) Lectura del termómetro a calibrar tpx.• c) Lectura del segundo patrón, tp2.• La temperatura de referencia se considerará como la media de las lecturas de los dos patrones.
<h3>PRUEBA DE UNIFORMIDAD</h3> <p>Se recomienda someter a esta prueba a los termómetros con sensor de termopar con resolución menor o igual que 0,01 °C.</p>	<h3>PRUEBA DE HISTÉRESIS</h3> <p>Se recomienda someter a esta prueba a los termómetros con sensor de platino o termistor con resolución menor o igual que 0,01 °C.</p>
<h3>PRUEBA DE REPETIBILIDAD</h3> <ul style="list-style-type: none">• Se recomienda realizar esta prueba para todos los termómetros que no se hayan sometido a pruebas de histéresis o uniformidad, en cuyo caso la repetibilidad ya está contenida en dichas medidas.	<ul style="list-style-type: none">• Si el valor obtenido de la uniformidad, histéresis y repetibilidad del termómetro es del orden de la estabilidad y uniformidad del baño en las condiciones y tiempo de calibración, no se considerará el valor obtenido de repetibilidad en el cálculo de incertidumbres: las variaciones de las medidas del termómetro se deben al baño, lo que ya se ha tenido en cuenta en el cálculo.

Anexo 33: Diapositivas de la capacitación de termómetros digitales parte 7.

TOMA Y TRATAMIENTO DE DATOS	
<p>En caso de realizar estas pruebas, en cada repetición se anotarán los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los valores en unidades de temperatura que indican los patrones corregidos según sus certificados de calibración, tp1 y tp2. El valor en unidades de temperatura que indica el termómetro a calibrar, tpx. La corrección, C, será la diferencia entre la medida de las lecturas de los patrones y la temperatura indicada por el termómetro a calibrar: $C = \frac{tp1+tp2}{2} - tpx$	<p>Si se realizan n medidas Ci, se hallará la desviación estándar s de las correcciones, que será lo que llamaremos histéresis h, uniformidad un, o repetibilidad r según cual sea la prueba realizada.</p> <p>Como se sabe:</p> $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})^2}{n-1}}$ <p>donde: \bar{c} es el valor medio de las correcciones.</p>
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	
<ul style="list-style-type: none"> Si se detecta que las correcciones que se obtienen en la calibración son altas en el resto de los puntos que se han tomado. Conviene REPETIR dicha prueba (Las correcciones obtenidas, con su incertidumbre, deben ser coherentes con el error máximo permisible del termómetro a calibrar.) 	<p>Cálculo de Incertidumbre</p> <ul style="list-style-type: none"> La calibración por comparación de un termómetro de lectura directa consiste en calcular la corrección del termómetro, C, es decir, la diferencia entre la temperatura del baño que indican los patrones, tref, y la indicada por el termómetro tx, con sus correcciones, en cada punto de calibración
Cálculo de Incertidumbre	
<p>La temperatura indicada por los patrones, tref, es la lectura media de los dos patrones utilizados, t1 y t2, ya corregidas según los resultados del certificado y con una serie de correcciones adicionales que escribimos a continuación:</p> $t_{ref} = \frac{1}{2} [t_1 + \mathcal{A}_{c1} + \mathcal{A}_{ct1} + \mathcal{A}_{t1,res} + \mathcal{A}_{t1,m1} + \mathcal{A}_{t1,ext} + t_2 + \mathcal{A}_{c2} + \mathcal{A}_{ct2} + \mathcal{A}_{t2,ext} + \mathcal{A}_{t2,m2} + \mathcal{A}_{t2,ext}] + \mathcal{A}_u + \mathcal{A}_e$ <p>Donde se han tenido en cuenta las posibles correcciones debidas a la estabilidad y uniformidad del baño y las debidas a la incertidumbre de calibración, deriva, resolución, magnitudes de influencia e interpolación en los resultados del certificado.</p>	<p>Cálculo de Incertidumbre</p> <ul style="list-style-type: none"> Para calcular la incertidumbre se aplica la ley de propagación de incertidumbres, donde se considera que las correcciones son nulas mientras que no son nulas las incertidumbres. $u^2(t_{ref}) = \frac{1}{4} [u^2(t_1) + u^2(t_2) + u^2(\mathcal{A}_{c1}) + u^2(\mathcal{A}_{ct1}) + u^2(\mathcal{A}_{t1,ext}) + u^2(\mathcal{A}_{t1,m1}) + u^2(\mathcal{A}_{t1,ext}) + u^2(\mathcal{A}_{t2,ext}) + u^2(\mathcal{A}_{c2}) + u^2(\mathcal{A}_{ct2}) + u^2(\mathcal{A}_{t2,ext}) + u^2(\mathcal{A}_{t2,m2}) + u^2(\mathcal{A}_{t2,ext}) + u^2(\mathcal{A}_{t1,ext}) + u^2(\mathcal{A}_{t2,ext}) + u^2(\mathcal{A}_{t1,m1}) + u^2(\mathcal{A}_{t2,m2})] + u^2(\mathcal{A}_u) + u^2(\mathcal{A}_e)$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> u(t1) y u(t2): incertidumbres de lectura. Como no se hacen medidas estadísticamente significativas en cada punto de calibración no se consideran estas contribuciones.

Anexo 34: Diapositivas de la capacitación de termómetros digitales parte 8

<ul style="list-style-type: none"> • $u(\delta tc1)$ y $u(\delta tc2)$: Las incertidumbres de calibración de los patrones que se obtienen a partir de los datos de sus certificados de calibración, U/k. • $u(\delta td1)$ y $u(\delta td2)$: Deriva máxima de los patrones en el periodo de calibración elegido expresada en \pm, dividida por $\text{raiz}(3)$, que se estimará a través de los históricos de los patrones o de datos suministrados por el fabricante. • $u(\delta t1, \text{res})$, $u(\delta t2, \text{res})$: Si los patrones están conectados a un equipo de lectura que da valores en $^{\circ}\text{C}$, sería la resolución del equipo dividida por $\text{raiz}(12)$. 	<ul style="list-style-type: none"> • $u(\delta t1, \text{int})$, $u(\delta t2, \text{int})$: Corresponde a la incertidumbre debida al error de interpolación a través de una curva obtenida de los resultados de los certificados de calibración de los patrones, calculada como la raíz cuadrada de la suma de las diferencias al cuadrado de los valores del certificado y los obtenidos a partir de la curva (residuos del ajuste), dividida por el número de puntos de calibración del certificado menos el número de parámetros del ajuste (dos en el caso de una recta). • $u(\delta t1, mi)$, $u(\delta t2, mi)$: en algunos casos pueden existir magnitudes de influencia (p. e. temperatura ambiente) sobre los termómetros patrón, en cuyo caso sería necesario evaluar su influencia en las condiciones de calibración.
<ul style="list-style-type: none"> • $u(\delta te)$ y $u(\delta tu)$: Las incertidumbres de los medios isotermos utilizados se calculan a partir de pruebas experimentales de estabilidad y uniformidad realizadas en el laboratorio. <p>Incertidumbre de la corrección</p> $u^2(C) = u^2(t_s) + u^2(\delta t_{s,res}) + u^2(\delta t_h) + u^2(\delta t_{un}) + u^2(\delta t_{x,m}) + u^2(\delta t_r) + u^2(t_{ref})$ <ul style="list-style-type: none"> • $u(tx)$: Es la incertidumbre de la lectura del termómetro. Como no se hacen medidas estadísticamente significativas en cada punto de calibración no se puede considerar esta contribución. 	<ul style="list-style-type: none"> • $u(tx,res)$: La incertidumbre de resolución del termómetro, que corresponde a la resolución del equipo de lectura dividida por 12. • $u(\delta tr)$, $u(\delta th)$, $u(\delta tun)$: La repetibilidad (y/o histéresis y/o uniformidad) del termómetro se estima según lo indicado. Según qué tipo de termómetro se esté calibrando aparecerá sólo uno de los tres términos. • $u(\delta tx,mi)$: en algunos casos pueden existir magnitudes de influencia (p. e. temperatura ambiente) sobre el termómetro a calibrar, en cuyo caso sería necesario evaluar su influencia en las condiciones de calibración.
<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo final de la incertidumbre La incertidumbre combinada obtenida se multiplicaría por un factor $k = 2$, para tener la incertidumbre expandida (se considera que la incertidumbre combinada corresponde a una distribución normal, por lo que este factor supone una probabilidad de cobertura del 95,45 %). 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisemos las hojas de cálculo

Anexo 35: Diapositivas de la capacitación de termómetros digitales parte 9.

Incertidumbre por inhomogeneidad para distintos termopares				
Temperatura (°C)	Incertidumbre estándar por inhomogeneidad /°C			
	S	R	B	E,J,K,T y N
100	0,04	0,04	0,34	0,05
200	0,07	0,07	0,29	0,09
300	0,09	0,09	0,27	0,14
400	0,1	0,10	0,25	0,18
500	0,12	0,10	0,23	0,23
600	0,12	0,11	0,21	0,28
700	0,12	0,11	0,19	0,32
800	0,12	0,11	0,17	0,37
900	0,12	0,10	0,15	0,42
1000	0,11	0,09	0,13	0,46
1100	0,09	0,08	0,11	0,51

• Revisemos los anexos:

ANEXO I: Preparación del baño de hielo
ANEXO II: Prueba de histéresis, uniformidad y repetibilidad
ANEXO III: Ejemplo de cálculo de incertidumbres

Consultas:

hola@becmetrologia.com

Anexo 36: Control de asistencia.

Anexo 37: Examen de capacitación al personal de laboratorio: Gino Pino Cahuana.

Examen de Metrología : Calibración de Termómetros Digitales PC-017		Nota
Nombre y Apellidos	Gino Pino Cahuana	
Empresa	Advanced Metrology SAC	
Cargo	Supervisor de Laboratorio	
Marcar la alternativa correcta		
<p>1.- Alcance del procedimiento PC-017:</p> <p><input checked="" type="radio"/> a) -180 °C a 1372 °C <input type="radio"/> c) 0 K a 1234,93 K</p> <p><input checked="" type="radio"/> b) -30 °C a 1000 °C <input checked="" type="radio"/> d) -60 °C a 1100 °C</p>		
<p>2.- Marcar lo correcto:</p> <p><input checked="" type="radio"/> a) El punto de hielo es un medio y por tanto se debe colocar dos patrones.</p> <p><input checked="" type="radio"/> b) El punto de Hielo es un patrón pero debe ser caracterizado.</p> <p><input checked="" type="radio"/> c) Se debe colocar el sensor preenfriado para medir en Pto. De Hielo</p> <p><input checked="" type="radio"/> d) El Pto. De Hielo no tiene incertidumbre, por ser un patrón.</p>		
<p>3.- ¿Qué prueba se debe hacer a un termómetro que tiene como sensor de temperatura un pt-100 y una resolución de 0,05 °C ?</p> <p><input checked="" type="radio"/> a) Repetibilidad</p> <p><input checked="" type="radio"/> b) Reproducibilidad</p> <p><input checked="" type="radio"/> c) Histéresis</p> <p><input checked="" type="radio"/> d) Inhomogeneidad de hilos.</p>		
<p>4.- Indique lo correcto:</p> <p><input checked="" type="radio"/> a) La resistencia en un pt-100 disminuye con el aumento de la temperatura.</p> <p><input checked="" type="radio"/> b) Resistencia de un termistor es menor que la de un pt-100 a 25 °C.</p> <p><input checked="" type="radio"/> c) Los termopares tienen una resistencia de 10 kΩ a 25 °C</p> <p><input checked="" type="radio"/> d) N.A.</p>		
<p>5.- Indique como se evidencia que el medio isotermo empleado para calibrar está suficientemente estable y suficientemente uniforme.</p> <p><input checked="" type="radio"/> a) Se toma el mismo tiene de estabilización indicado en el certificado del medio.</p> <p><input checked="" type="radio"/> b) La estabilidad y uniformidad medida deben ser menores al certificado.</p> <p><input checked="" type="radio"/> c) Lo indica en el manual del medio isotermo.</p> <p><input checked="" type="radio"/> d) N.A.</p>		
<p>6.- ¿Cómo se determina la uniformidad con los patrones de calibración?</p> <p><input checked="" type="radio"/> a) Se resta las dos lecturas del patrón 1.</p> <p><input checked="" type="radio"/> b) Se restan las lecturas de los patrones 1 y 2.</p> <p><input checked="" type="radio"/> c) Se restan las dos lecturas de patrón 1 y se divide entre 2.</p> <p><input checked="" type="radio"/> d) Se divide las dos lecturas de los patrones 1 y 2.</p>		
<p>7.- Un termómetro tiene como sensor un pt-100 clase B y el indicador tiene un emp de $\pm 0,1$ °C; determine el emp del termómetro a 100 °C:</p> <p><input checked="" type="radio"/> a) $\pm 0,9$ °C <input checked="" type="radio"/> c) 0,9 °C</p> <p><input checked="" type="radio"/> b) $\pm 0,8$ °C <input checked="" type="radio"/> d) $\pm 0,1$ °C</p>		
<p>8.- Las lecturas tomadas en el proceso de lectura son las siguientes: $t_{11} = 50,001$ °C ; $t_{12} = 50,02$ °C ; $t_2 = 50,004$ °C ; $t_{21} = 50,04$ °C y $t_{12} = 50,003$ °C. Las lecturas ya están corregidas determine la corrección del termómetro a calibrar.</p> <p><input checked="" type="radio"/> a) 0,027 °C <input checked="" type="radio"/> c) -0,027 °C</p> <p><input checked="" type="radio"/> b) $\pm 0,027$ °C <input checked="" type="radio"/> d) N.A.</p>		
<p>9.- Si en la calibración se emplean 2 patrones con incertidumbres de calibración de 0,022 °C y 0,024 °C ; con $k=2$; así mismo los valores máximos de los residuales; cuando se realizan interpolaciones; es 0,01 °C y 0,02 °C y sus derivas son 0,02 °C y 0,04 °C respectivamente; la estabilidad del medio isotermo es 0,02 °C y su uniformidad es 0,03 °C. Determine la incertidumbre combinada de la temperatura de referencia asumiendo que no tienen correlación y que los patrones tienen una resolución de 0,01 °C.</p> <p><input checked="" type="radio"/> a) 0,04 °C <input checked="" type="radio"/> c) 0,040 °C</p> <p><input checked="" type="radio"/> b) 0,06 °C <input checked="" type="radio"/> d) 0,03 °C</p>		
<p>10.- Determine la incertidumbre expandida de la corrección de un termómetro digital de 0,1 °C de resolución y cuya prueba de repetibilidad fue 0,01 °C (considere el valor de incertidumbre de temperatura de referencia de la pregunta 9).</p> <p><input checked="" type="radio"/> a) 0,082 °C <input checked="" type="radio"/> c) 0,04 °C</p> <p><input checked="" type="radio"/> b) 0,09 °C <input checked="" type="radio"/> d) 0,08 °C</p>		

Anexo 38: Examen de capacitación al personal de laboratorio: Humbelina Gladis Cóndor

Tocas.

Examen de Metroología : Calibración de Termómetros Digitales PC-017		Nota
18		
Nombre y Apellidos : <u>Humbelina Gladis Cóndor Tocas</u> Empresa : <u>Advanced Metrology S.A.C.</u> Cargo : <u>Asistente de laboratorio</u>		
Marcar la alternativa correcta		
1.- Alcance del procedimiento PC-017: <u>2ptos</u> a) -180 °C a 1372 °C c) 0 K a 1234,93 K b) -30 °C a 1000 °C d) -60 °C a 1100 °C		
2.- Marcar lo correcto: <u>2ptos</u> a) El punto de hielo es un medio y por tanto se debe colocar dos patrones. c) Se debe colocar el sensor preenfriado para medir en Pto. De Hielo b) El punto de Hielo es un patrón pero debe ser caracterizado. d) El Pto. De Hielo no tiene incertidumbre, por ser un patrón.		
3.- ¿Qué prueba se debe hacer a un termómetro que tiene como sensor de temperatura un pt-100 y una resolución de 0,05 °C ? a) Repetibilidad <u>2ptos</u> c) Histéresis b) Reproducibilidad d) Inhomogeneidad de hilos.		
4.- Indique lo correcto: <u>2ptos</u> a) La resistencia en un pt-100 disminuye con el aumento de la temperatura. b) Resistencia de un termistor es menor que la de un pt-100 a 25 °C. c) Los termopares tienen una resistencia de 10 kΩ a 25 °C d) N.A.		
5.- Indique como se evidencia que el medio isotermo empleado para calibrar está suficientemente estable y suficientemente uniforme. <u>2ptos</u> a) Se toma el mismo tiene de estabilización indicado en el certificado del medio. c) Lo indica en el manual del medio isotermo. b) La estabilidad y uniformidad medida deben ser menores al certificado. d) N.A.		
6.- ¿Cómo se determina la uniformidad con los patrones de calibración? <u>2ptos</u> a) Se resta las dos lecturas del patrón 1. b) Se restan las dos lecturas de patrón 1 y 2. c) Se restan las lecturas de los patrones 1 y 2. d) Se divide las dos lecturas de los patrones 1 y 2.		
7.- Un termómetro tiene como sensor un pt-100 clase B y el indicador tiene un emp de $\pm 0,1$ °C; determine el emp del termómetro a 100 °C: <u>2ptos</u> a) $\pm 0,9$ °C c) 0,9 °C b) $\pm 0,8$ °C d) $\pm 0,1$ °C		
8.- Las lecturas tomadas en el proceso de lectura son las siguientes: $t_{11} = 50,001$ °C ; $t_{12} = 50,02$ °C ; $t_{21} = 50,004$ °C ; $t_{22} = 50,04$ °C y $t_{12} = 50,003$ °C. Las lecturas ya están corregidas determine la corrección del termómetro a calibrar. <u>2ptos</u> a) 0,027 °C b) $\pm 0,027$ °C		
9.- Si en la calibración se emplean 2 patrones con incertidumbres de calibración de 0,022 °C y 0,024 °C ; con $k=2$; así mismo los valores máximos de los residuales; cuando se realizan interpolaciones; es 0,01 °C y 0,02 °C y sus derivas son 0,02 °C y 0,04 °C respectivamente; la estabilidad del medio isotermo es 0,02 °C y su uniformidad es 0,03 °C. Determine la incertidumbre combinada de la temperatura de referencia asumiendo que no tienen correlación y que los patrones tienen una resolución de 0,01 °C. <u>2ptos</u> a) 0,04 °C b) 0,06 °C		
10.- Determine la incertidumbre expandida de la corrección de un termómetro digital de 0,1 °C de resolución y cuya prueba de repetibilidad fue 0,01 °C (considere el valor de incertidumbre de temperatura de referencia de la pregunta 9). <u>2ptos</u> a) 0,082 °C b) 0,09 °C		

Anexo 39: Examen de capacitación al personal de laboratorio: Paul Blanco Cárdenas.

Examen de Metroología : Calibración de Termómetros Digitales PC-017		Nota
18		
<p>Nombre y Apellidos : <u>Paul Blanco Cárdenas</u></p> <p>Empresa : <u>Advanced Metrology</u></p> <p>Cargo : <u>Supervisor de Laboratorio</u></p>		
<p>Marcar la alternativa correcta</p>		
<p>1.- Alcance del procedimiento PC-017: <u>2ptos</u></p> <p>a) -180 °C a 1372 °C b) -30 °C a 1000 °C c) 0 K a 1234,93 K d) -60 °C a 1100 °C</p>		
<p>2.- Marcar lo correcto: <u>2ptos</u></p> <p>a) El punto de hielo es un medio y por tanto se debe colocar dos patrones. b) El punto de Hielo es un patrón pero debe ser caracterizado. c) Se debe colocar el sensor preenfriado para medir en Pto. De Hielo d) El Pto. De Hielo no tiene incertidumbre, por ser un patrón.</p>		
<p>3.- ¿Qué prueba se debe hacer a un termómetro que tiene como sensor de temperatura un pt-100 y una resolución de 0,05 °C ? <u>2ptos</u></p> <p>a) Repetibilidad b) Reproducibilidad c) Histéresis d) Inhomogeneidad de hilos.</p>		
<p>4.- Indique lo correcto: <u>2ptos</u></p> <p>a) La resistencia en un pt-100 disminuye con el aumento de la temperatura. b) Resistencia de un termistor es menor que la de un pt-100 a 25 °C. c) Los termopares tienen una resistencia de 10 kΩ a 25 °C d) N.A.</p>		
<p>5.- Indique como se evidencia que el medio isotermo empleado para calibrar está suficientemente estable y suficientemente uniforme. <u>1ptos</u></p> <p>a) Se toma el mismo <u>Tiempo</u> tiene de estabilización indicado en el certificado del medio. b) La estabilidad y uniformidad medida deben ser menores al certificado. c) Lo indica en el manual del medio isotermo. d) N.A.</p>		
<p>6.- ¿Cómo se determina la uniformidad con los patrones de calibración? <u>2ptos</u></p> <p>a) Se resta las dos lecturas del patrón 1. b) Se restan las lecturas de los patrones 1 y 2. c) Se restan las dos lecturas de patrón 1 y se divide entre 2. d) Se divide las dos lecturas de los patrones 1 y 2.</p>		
<p>7.- Un termómetro tiene como sensor un pt-100 clase B y el indicador tiene un emp de $\pm 0,1$ °C; determine el emp del termómetro a 100 °C: <u>2ptos</u></p> <p>a) $\pm 0,9$ °C b) $\pm 0,8$ °C c) 0,9 °C d) $\pm 0,1$ °C</p>		
<p>8.- Las lecturas tomadas en el proceso de lectura son las siguientes: $t_{11} = 50,001$ °C ; $t_{12} = 50,02$ °C ; $t_2 = 50,004$ °C ; $t_{21} = 50,04$ °C y $t_{12} = 50,003$ °C. Las lecturas ya están corregidas determine la corrección del termómetro a calibrar. <u>2ptos</u></p> <p>a) 0,027 °C b) $\pm 0,027$ °C c) -0,027 °C d) N.A.</p>		
<p>9.- Si en la calibración se emplean 2 patrones con incertidumbres de calibración de 0,022 °C y 0,024 °C ; con $k=2$; así mismo los valores máximos de los residuales; cuando se realizan interpolaciones; es 0,01 °C y 0,02 °C y sus derivas son 0,02 °C y 0,04 °C respectivamente; la estabilidad del medio isoterm es 0,02 °C y su uniformidad es 0,03 °C. Determine la incertidumbre combinada de la temperatura de referencia asumiendo que no tienen correlación y que los patrones tienen una resolución de 0,01 °C. <u>2ptos</u></p> <p>a) 0,04 °C b) 0,06 °C c) 0,040 °C d) 0,03 °C</p>		
<p>10.- Determine la incertidumbre expandida de la corrección de un termómetro digital de 0,1 °C de resolución y cuya prueba de repetibilidad fue 0,01 °C (considere el valor de incertidumbre de temperatura de referencia de la pregunta 9). <u>2ptos</u></p> <p>a) 0,082 °C b) 0,09 °C c) 0,04 °C d) 0,08 °C</p>		

Anexo 40: Examen de capacitación al personal de laboratorio: Aldo Paulo Pari Yalo.

Examen de Metrología : Calibración de Termómetros Digitales PC-017

Nota

18

Nombre y Apellidos : Aldo Paulo Pan Yelo
 Empresa : Advanced Metrology SPC
 Cargo : Supervisor de Laboratorio

Marcar la alternativa correcta

1.- Alcance del procedimiento PC-017:

- a) -180 °C a 1372 °C c) 0 K a 1234,93 K
 b) -30 °C a 1000 °C d) -60 °C a 1100 °C

2.- Marcar lo correcto:

- a) El punto de hielo es un medio y por tanto se debe colocar dos patrones.
 b) El punto de Hielo es un patrón pero debe ser caracterizado.
- c) Se debe colocar el sensor preenfriado para medir en Pto. De Hielo
 d) El Pto. De Hielo no tiene incertidumbre, por ser un patrón.

3.- ¿Qué prueba se debe hacer a un termómetro que tiene como sensor de temperatura un pt-100 y una resolución de 0,05 °C ?

- a) Repetibilidad
 b) Reproducibilidad c) Histéresis
 d) Inhomogeneidad de hilos.

4.- Indique lo correcto:

- a) La resistencia en un pt-100 disminuye con el aumento de la temperatura.
 b) Resistencia de un termistor es menor que la de un pt-100 a 25 °C. c) Los termopares tienen una resistencia de 10 kΩ a 25 °C
 d) N.A.

5.- Indique como se evidencia que el medio isotermo empleado para calibrar está suficientemente estable y suficientemente uniforme.

- a) Se toma el mismo tiene de estabilización indicado en el certificado del medio.
 b) La estabilidad y uniformidad medida deben ser menores al certificado. c) Lo indica en el manual del medio isotermo.
 d) N.A.

6.- ¿Cómo se determina la uniformidad con los patrones de calibración?

- a) Se resta las dos lecturas del patrón 1.
 b) Se restan las lecturas de los patrones 1 y 2. c) Se restan las dos lecturas de patrón 1 y se divide entre 2.
 d) Se divide las dos lecturas de los patrones 1 y 2.

7.- Un termómetro tiene como sensor un pt-100 clase B y el indicador tiene un emp de $\pm 0,1$ °C; determine el emp del termómetro a 100 °C:

- a) $\pm 0,9$ °C
 b) $\pm 0,8$ °C c) 0,9 °C
 d) $\pm 0,1$ °C

8.- Las lecturas tomadas en el proceso de lectura son las siguientes: $t_1 = 50,001$ °C ; $t_2 = 50,02$ °C ; $t_3 = 50,004$ °C ; $t_4 = 50,04$ °C y $t_5 = 50,003$ °C. Las lecturas ya están corregidas determine la corrección del termómetro a calibrar.

- a) 0,027 °C
 b) $\pm 0,027$ °C c) -0,027 °C
 d) N.A.

9.- Si en la calibración se emplean 2 patrones con incertidumbres de calibración de 0,022 °C y 0,024 °C ; con $k=2$; así mismo los valores máximos de los residuales; cuando se realizan interpolaciones; es 0,01 °C y 0,02 °C y sus derivas son 0,02 °C y 0,04 °C respectivamente; la estabilidad del medio isotermo es 0,02 °C y su uniformidad es 0,03 °C. Determine la incertidumbre combinada de la temperatura de referencia asumiendo que no tienen correlación y que los patrones tienen una resolución de 0,01 °C.

- a) 0,04 °C
 b) 0,06 °C c) 0,040 °C
 d) 0,03 °C

10.- Determine la incertidumbre expandida de la corrección de un termómetro digital de 0,1 °C de resolución y cuya prueba de repetibilidad fue 0,01 °C (considere el valor de incertidumbre de temperatura de referencia de la pregunta 9).

- a) 0,082 °C
 b) 0,09 °C c) 0,04 °C
 d) 0,08 °C

Anexo 41: Examen de capacitación al personal de laboratorio: Nicolás Terreros

Examen de Metroología : Calibración de Termómetros Digitales PC-017		Nota <i>16/14</i>
Nombre y Apellidos : <u>Nicolás Terreros Rivera</u> Empresa : <u>Advanced Metrology SRL</u> Cargo : <u>ASISTENTE DE LABORATORIO</u>		
Marcar la alternativa correcta		
1.- Alcance del procedimiento PC-017: <u>2 ptos</u> a) -180 °C a 1372 °C c) 0 K a 1234,93 K b) -30 °C a 1000 °C d) -60 °C a 1100 °C		
2.- Marcar lo correcto: <u>2 ptos</u> a) El punto de hielo es un medio y por tanto se debe colocar dos patrones. b) El punto de Hielo es un patrón pero debe ser caracterizado. c) Se debe colocar el sensor preenfriado para medir en Pto. De Hielo d) El Pto. De Hielo no tiene incertidumbre, por ser un patrón.		
3.- ¿Qué prueba se debe hacer a un termómetro que tiene como sensor de temperatura un pt-100 y una resolución de 0,05 °C ? <u>0 ptos</u> a) Repetibilidad b) Reproducibilidad c) Histéresis d) Inhomogeneidad de hilos.		
4.- Indique lo correcto: <u>2 ptos</u> a) La resistencia en un pt-100 disminuye con el aumento de la temperatura. b) Resistencia de un termistor es menor que la de un pt-100 a 25 °C. c) Los termopares tienen una resistencia de 10 kΩ a 25 °C d) N.A.		
5.- Indique como se evidencia que el medio isotermo empleado para calibrar está suficientemente estable y suficientemente uniforme. <u>0 ptos</u> a) Se toma el mismo tiene de estabilización indicado en el certificado del medio. b) La estabilidad y uniformidad medida deben ser menores al certificado. c) Lo indica en el manual del medio isotermo. d) N.A.		
6.- ¿Cómo se determina la uniformidad con los patrones de calibración? <u>0 ptos</u> a) Se resta las dos lecturas del patrón 1. c) Se restan las lecturas de los patrones 1 y 2. b) Se restan las dos lecturas de patrón 1 y se divide entre 2. d) Se divide las dos lecturas de los patrones 1 y 2.		
7.- Un termómetro tiene como sensor un pt-100 clase B y el indicador tiene un emp de $\pm 0,1$ °C; determine el emp del termómetro a 100 °C: <u>2 ptos</u> a) $\pm 0,9$ °C b) $\pm 0,8$ °C c) 0,9 °C d) $\pm 0,1$ °C		
8.- Las lecturas tomadas en el proceso de lectura son las siguientes: $t_{11} = 50,001$ °C ; $t_{12} = 50,02$ °C ; $t_{21} = 50,004$ °C ; $t_{22} = 50,04$ °C y $t_{12} = 50,003$ °C. Las lecturas ya están corregidas determine la corrección del termómetro a calibrar. <u>2 ptos</u> a) 0,027 °C b) $\pm 0,027$ °C c) $-0,027$ °C d) N.A.		
9.- Si en la calibración se emplean 2 patrones con incertidumbres de calibración de 0,022 °C y 0,024 °C ; con $k=2$; así mismo los valores máximos de los residuales; cuando se realizan interpolaciones; es 0,01 °C y 0,02 °C y sus derivas son 0,02 °C y 0,04 °C respectivamente; la estabilidad del medio isotermo es 0,02 °C y su uniformidad es 0,03 °C. Determine la incertidumbre combinada de la temperatura de referencia asumiendo que no tienen correlación y que los patrones tienen una resolución de 0,01 °C. <u>2 ptos</u> a) 0,04 °C b) 0,06 °C c) 0,040 °C d) 0,03 °C		
10.- Determine la incertidumbre expandida de la corrección de un termómetro digital de 0,1 °C de resolución y cuya prueba de repetibilidad fue 0,01 °C (considere el valor de incertidumbre de temperatura de referencia de la pregunta 9). <u>2 ptos</u> a) 0,082 °C b) $0,09$ °C c) 0,04 °C d) 0,08 °C		

Anexo 42: Plan de evaluación emitido por INACAL parte 1.

 INACAL Instituto Nacional de Calidad Acreditación	DIRECCIÓN DE ACREDITACION																																								
Plan de Evaluación																																									
Rev. 01 Fecha 2023-02-01																																									
EXPEDIENTE(s) Nro.		0388-2022-DA-E																																							
ORGANISMO		ADVANCED METROLOGY S.A.C.																																							
DIRECCIÓN		Jr. Recuay N° 504 - Breña																																							
TIPO DE ORGANISMO	LE	<input type="checkbox"/>	LC	<input checked="" type="checkbox"/>	Lclin	<input type="checkbox"/>	OI	<input type="checkbox"/>																																	
	OCP	<input type="checkbox"/>	OCSG	<input type="checkbox"/>	OCPe	<input type="checkbox"/>	OVV	<input type="checkbox"/>																																	
TIPO DE EVALUACIÓN DE CAMPO	In Situ			<input type="checkbox"/>	Remota			<input type="checkbox"/>																																	
TIPO DE PROCESO	ACR	<input type="checkbox"/>	REN	<input type="checkbox"/>	AMP	<input checked="" type="checkbox"/>	ACT fondo	<input type="checkbox"/>																																	
	SEGUIMIENTO	S1			<input type="checkbox"/>	S2	<input type="checkbox"/>	Otro: _____																																	
	SUPERVISIÓN	<input type="checkbox"/>																																							
TIPO DE ALCANCE	FIJO			<input checked="" type="checkbox"/>	FLEXIBLE			<input type="checkbox"/>																																	
NORMA A EVALUAR (incluye Directrices)	NTP-ISO/IEC 17025		<input checked="" type="checkbox"/>	NTP-ISO/IEC 17024		<input type="checkbox"/>	NTP-ISO/IEC 17065		<input type="checkbox"/>																																
	NTP-ISO/IEC 17020		<input type="checkbox"/>	NTP-ISO/IEC 17021-1		<input type="checkbox"/>	NTP-ISO 15189		<input type="checkbox"/>																																
	(Indicar otra norma)....		<input type="checkbox"/>	(Indicar otra norma)....		<input type="checkbox"/>	(Indicar otra norma)....		<input type="checkbox"/>																																
EQUIPO EVALUADOR	Líder del Equipo ELENA CHUMPITAZI CASTILLO (ECH)																																								
	Evaluador(es) DIEGO MORENO PRADO (DM)																																								
	Experto(s) LILI CARRASCO TUESTA (LC) ELLIS CASTILLA CALLE (EC)																																								
1. Programa de evaluación¹																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Fecha</th> <th>Hora</th> <th>Evaluador / Experto</th> <th>Requisito</th> <th>Área a evaluar</th> <th>TIC a utilizar (*)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="9" style="text-align: center;">Llegada al organismo</td> </tr> <tr> <td>2023-02-03</td> <td>09:00 – 13:00</td> <td>ECH</td> <td>Revisión documentaria</td> <td>Documentos enviados por el OEC</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">2023-02-07</td> <td>09:00</td> <td>Equipo evaluador</td> <td colspan="3">Reunión de apertura</td> <td>TIC: Gerencia de calidad Plataforma: Google meet</td> </tr> <tr> <td>09:15</td> <td>LC/ECH</td> <td>6.2; 6.3; 6.4; 6.5 7.2; 7.4; 7.5; 7.6; 7.7; 7.8; 7.11</td> <td>Laboratorio Longitud</td> <td>Supervisor de laboratorio de longitud Google meet</td> </tr> </tbody> </table>									Fecha	Hora	Evaluador / Experto	Requisito	Área a evaluar	TIC a utilizar (*)	Llegada al organismo									2023-02-03	09:00 – 13:00	ECH	Revisión documentaria	Documentos enviados por el OEC		2023-02-07	09:00	Equipo evaluador	Reunión de apertura			TIC: Gerencia de calidad Plataforma: Google meet	09:15	LC/ECH	6.2; 6.3; 6.4; 6.5 7.2; 7.4; 7.5; 7.6; 7.7; 7.8; 7.11	Laboratorio Longitud	Supervisor de laboratorio de longitud Google meet
Fecha	Hora	Evaluador / Experto	Requisito	Área a evaluar	TIC a utilizar (*)																																				
Llegada al organismo																																									
2023-02-03	09:00 – 13:00	ECH	Revisión documentaria	Documentos enviados por el OEC																																					
2023-02-07	09:00	Equipo evaluador	Reunión de apertura			TIC: Gerencia de calidad Plataforma: Google meet																																			
	09:15	LC/ECH	6.2; 6.3; 6.4; 6.5 7.2; 7.4; 7.5; 7.6; 7.7; 7.8; 7.11	Laboratorio Longitud	Supervisor de laboratorio de longitud Google meet																																				
¹ Notas para el Organismo de Evaluación de la Conformidad: <ul style="list-style-type: none"> Los tiempos son aproximados y serán confirmados en la reunión de apertura Se solicita facilitar un ambiente privado para el equipo evaluador, donde se pueda reunir para coordinar y analizar los resultados. Se solicita facilitar medios para impresión y fotocopia de los documentos Si se detectan hallazgos relacionados a otros requisitos ó a otros alcances no considerados en el presente plan, también serán registrados como parte de los resultados de la evaluación. Se hará seguimiento a la eficacia de la implementación de las acciones correctivas que se generaron en la evaluación anterior, en todas las sedes del organismo. Durante las evaluaciones se verificarán las actualizaciones por cambios de forma El Evaluador y/o la Dirección de Acreditación realizarán el muestreo del personal a evaluar a partir del Listado que el OEC declare al INACAL-DA. El OEC debe proveer información sobre la realización de la testificación tales como: lugar en donde se realizarán las testificaciones, exámenes médicos cuando aplique, entre otros. Cuando las testificaciones se realicen fuera de sus instalaciones permanentes debe gestionar los transportes e indicar el tiempo de traslados para ser considerado en el Plan. El OEC deberá tomar acciones que eviten las interferencias durante la evaluación remota (ruido, aglomeración de personal, entre otros). (*) Aplica para la evaluación remota. 																																									
Formato: DA-acr-11-P-07F, Ver. 05 (2022-11-17)																																									
1 de 5																																									

Anexo 43: Plan de evaluación emitido por INACAL parte 2.

DIRECCIÓN DE ACREDITACION						
Fecha	Hora	Evaluador / Experto	Requisito	Área a evaluar	TIC a utilizar (*)	
					WhatsApp	
2023-02-07	09:15	DM	6.2; 6.3; 6.4; 6.5 7.2; 7.4; 7.5; 7.6; 7.7; 7.8; 7.11	Laboratorio temperatura-fisicoquímica	Supervisor Laboratorio temperatura-fisicoquímica Google meet WhatsApp	
		EC/ECH	6.2; 6.3; 6.4; 6.5 7.2; 7.4; 7.5; 7.6; 7.7; 7.8; 7.11	Laboratorio masa	Supervisor laboratorio masa Google meet WhatsApp	
	09:15	ECH	6.2; 6.3; 6.4; 6.5	Gerencia de calidad	Gerencia de calidad Google meet	
	12:00		6.6	Gerencia comercial	Gerencia comercial Google meet	
	13:00	ALMUERZO				
	14:00	LC/ECH	6.2; 6.3; 6.4; 6.5 7.2; 7.4; 7.5; 7.6; 7.7; 7.8; 7.11	Laboratorio Longitud	Supervisor de laboratorio de longitud Google meet WhatsApp	
		DM	6.2; 6.3; 6.4; 6.5 7.2; 7.4; 7.5; 7.6; 7.7; 7.8; 7.11	Laboratorio temperatura-fisicoquímica	Supervisor Laboratorio temperatura-fisicoquímica Google meet WhatsApp	
		EC/ECH	6.2; 6.3; 6.4; 6.5 7.2; 7.4; 7.5; 7.6; 7.7; 7.8; 7.11	Laboratorio masa	Supervisor laboratorio masa Google meet WhatsApp	
		ECH	7.1	Gerencia comercial	Gerencia comercial Google meet	
	16:30	Equipo evaluador	Reunión de retroalimentación		Gerencia de calidad Google meet	
2023-02-08	09:00	LC/ECH	6.2; 6.3; 6.4; 6.5 7.2; 7.4; 7.5; 7.6; 7.7; 7.8; 7.11	Laboratorio Longitud	Supervisor de laboratorio de longitud Google meet WhatsApp	
		DM	6.2; 6.3; 6.4; 6.5 7.2; 7.4; 7.5; 7.6; 7.7; 7.8; 7.11	Laboratorio temperatura-fisicoquímica	Supervisor Laboratorio temperatura-fisicoquímica Google meet WhatsApp	
		EC/ECH	6.2; 6.3; 6.4; 6.5 7.2; 7.4; 7.5; 7.6; 7.7; 7.8; 7.11	Laboratorio masa	Supervisor laboratorio masa Google meet WhatsApp	
		ECH	7.4; 7.7; 7.8	Gerencia de calidad	Gerencia de calidad Google meet	
	13:00	ALMUERZO				
	14:00	LC/ECH	6.2; 6.3; 6.4; 6.5 7.2; 7.4; 7.5; 7.6; 7.7; 7.8; 7.11	Laboratorio Longitud	Supervisor de laboratorio de longitud Google meet WhatsApp	
		DM	6.2; 6.3; 6.4; 6.5 7.2; 7.4; 7.5; 7.6; 7.7; 7.8; 7.11	Laboratorio temperatura-fisicoquímica	Supervisor Laboratorio temperatura-fisicoquímica Google meet WhatsApp	

Anexo 44: Plan de evaluación emitido por INACAL parte 3.

 INACAL Instituto Nacional de Calidad Acreditación	DIRECCIÓN DE ACREDITACION				
Fecha	Hora	Evaluador / Experto	Requisito	Área a evaluar	TIC a utilizar (*)
2023-02-08	14:00	EC/ECH	6.2; 6.3; 6.4; 6.5 7.2; 7.4; 7.5; 7.6; 7.7; 7.8; 7.11	Laboratorio masa	Supervisor laboratorio masa Google meet WhatsApp
		ECH	7.11	Gerencia de calidad	Gerencia de calidad Google meet
	16:00	DM/ECH	Reunión de pre-cierre		Gerencia de calidad Google meet
2023-02-09	09:00	LC/ECH	6.2; 6.3; 6.4; 6.5 7.2; 7.4; 7.5; 7.6; 7.7; 7.8; 7.11	Laboratorio Longitud	Supervisor de laboratorio de longitud Google meet WhatsApp
		EC/ECH	6.2; 6.3; 6.4; 6.5 7.2; 7.4; 7.5; 7.6; 7.7; 7.8; 7.11	Laboratorio temperatura- fisicoquímica	Supervisor Laboratorio temperatura- fisicoquímica Google meet WhatsApp
		ECH	8.3; 8.4	Gerencia de calidad	Gerencia de calidad Google meet
	13:00	ALMUERZO			
	14:00	LC/ECH	6.2; 6.3; 6.4; 6.5 7.2; 7.4; 7.5; 7.6; 7.7; 7.8; 7.11	Laboratorio Longitud	Supervisor de laboratorio de longitud Google meet WhatsApp
		EC/ECH	6.2; 6.3; 6.4; 6.5 7.2; 7.4; 7.5; 7.6; 7.7; 7.8; 7.11	Laboratorio temperatura- fisicoquímica	Supervisor Laboratorio temperatura- fisicoquímica Google meet WhatsApp
	15:30	<u>Reunión de equipo evaluador</u>			
	16:00	Equipo evaluador	Reunión de cierre		Gerencia de calidad Google meet

Anexo 45: Plan de evaluación emitido por INACAL parte 4.

 INACAL Instituto Nacional de Calidad Acreditación	DIRECCIÓN DE ACREDITACION																												
2. Alcance de la Evaluación																													
2.1 A continuación, se indica el número de Métodos de Ensayo (detallados por campos de prueba), Procedimientos de Calibración, Sub-Sectores de Productos, Sectores de Actividad o Especialidades (Nivel, Actividad o Categoría) a evaluar, según corresponda.																													
02 Procedimientos de calibración de la magnitud masa																													
02 Procedimientos de calibración de la magnitud fisicoquímica																													
03 Procedimientos de calibración de la magnitud longitud																													
01 Procedimiento de calibración de la magnitud temperatura																													
2.2 Para el caso de Alcance Flexible. De la Lista Pública proporcionada por el INACAL-DA, seleccionar la muestra.																													
3. Personal del OEC a observar/entrevistar en la evaluación																													
A continuación, se indica las personas (evaluadores, auditores, inspectores, examinadores, analistas y/o metrólogos) a evaluar en la testificación y/o mediante entrevista, según corresponda.																													
<table border="1"><thead><tr><th>Nombres</th><th>Fecha</th><th>Hora</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gladys Condor</td><td>2023-02-07</td><td>09:15 – 13:00 hrs</td></tr><tr><td></td><td>2023-02-08</td><td>09:15 – 13:00 hrs</td></tr><tr><td></td><td>2023-02-09</td><td>09:15 – 13:00 hrs</td></tr><tr><td>Nicolas Terreros</td><td>2023-02-07</td><td>09:15 – 11:00 hrs LM</td></tr><tr><td>Gino Cahuana</td><td></td><td>11:00 – 13:00 hrs LL</td></tr><tr><td>Paul Blanco</td><td>2023-02-08</td><td>09:15 – 11:00 hrs LM</td></tr><tr><td>Aldo Pari</td><td></td><td>11:00 – 13:00 hrs LL</td></tr><tr><td></td><td>2023-02-09</td><td>09:15 – 11:00 hrs LL</td></tr></tbody></table>			Nombres	Fecha	Hora	Gladys Condor	2023-02-07	09:15 – 13:00 hrs		2023-02-08	09:15 – 13:00 hrs		2023-02-09	09:15 – 13:00 hrs	Nicolas Terreros	2023-02-07	09:15 – 11:00 hrs LM	Gino Cahuana		11:00 – 13:00 hrs LL	Paul Blanco	2023-02-08	09:15 – 11:00 hrs LM	Aldo Pari		11:00 – 13:00 hrs LL		2023-02-09	09:15 – 11:00 hrs LL
Nombres	Fecha	Hora																											
Gladys Condor	2023-02-07	09:15 – 13:00 hrs																											
	2023-02-08	09:15 – 13:00 hrs																											
	2023-02-09	09:15 – 13:00 hrs																											
Nicolas Terreros	2023-02-07	09:15 – 11:00 hrs LM																											
Gino Cahuana		11:00 – 13:00 hrs LL																											
Paul Blanco	2023-02-08	09:15 – 11:00 hrs LM																											
Aldo Pari		11:00 – 13:00 hrs LL																											
	2023-02-09	09:15 – 11:00 hrs LL																											
4. Testificación (Se aplica para OCP/OCS/OI/OCPe)																													
A continuación, se indica las empresas y su dirección (referencia) donde se realizarán las testificaciones, según corresponda.																													
NA																													

Anexo 46: Protocolo de ensayo de aptitud ILL-2022-27 para la calibración de termómetros digitales parte 1.



PROTOCOLO DE ENSAYO DE APTITUD

ILL-2022-27

CALIBRACIÓN DE UN TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON UN TERMISTOR

AGOSTO 2022

INTERLABORATORIOS LATAM S.A.C.
Av. Próceres de la Independencia 3525 – SJL - Lima

Cel. 965 730 664
luis.anicama@interlab-latam.com

Anexo 47: Protocolo de ensayo de aptitud ILL-2022-27 para la calibración de termómetros digitales parte 2.



ILL
Interlaboratorios Latam

4.2. LUGAR DE EJECUCIÓN

Las calibraciones se desarrollarán en las instalaciones de los participantes de acuerdo al cronograma.

4.3 RONDA DE COMPARACIÓN

El ítem de calibración será enviado a las instalaciones del participante.

El orden de cada laboratorio será informado a través de un correo electrónico.

5. ORGANIZACIÓN DEL ENSAYO DE APTITUD

5.1. CRONOGRAMA DE ENSAYO DE APTITUD

La ronda de ensayo de aptitud iniciará el 23 de Agosto del 2022, la tabla 02 contiene tanto las fechas de entrega como recojo del patrón de transferencia, así como como la fecha de entrega de resultados, así mismo se le indicará a cada laboratorio su número de participación vía correo electrónico.

Los resultados obtenidos de las mediciones se deben enviar en la fecha indicada en la tabla 2 (hasta las 23:59 horas) a la dirección de correo electrónico: luis.anicama@interlab-latam.com.pe.

LABORATORIO	ENTREGA	RECOJO	FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS
LABORATORIO 1	2022-08-22	2022-08-24	2022-08-26
LABORATORIO 2	2022-08-25	2022-08-29	2022-09-01
LABORATORIO 3	2022-08-31	2022-09-02	2022-09-06
LABORATORIO 4	2022-09-05	2022-09-07	2022-09-09
LABORATORIO 5	2022-09-08	2022-09-12	2022-09-14

Tabla 2. Cronograma de participación y reporte de resultados

5.2. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

En el presente ensayo de aptitud se determinará el error de medición y su incertidumbre de medición que reporten los laboratorios participantes por cada nivel mencionado en la tabla 01.

Antes de comenzar el ensayo debemos asegurarnos que el equipo no presente golpes y que se encuentre en funcionamiento. Los laboratorios de calibración no deben realizar ningún tipo de ajuste.

INTERLABORATORIOS LATAM S.A.C.
Av. Próceres de la Independencia 3525 – SJL - Lima

Cel. 965 730 664
luis.anicama@interlab-latam.com

Anexo 48: Certificado de aprobación de la prueba de ensayo, los resultados fueron satisfactorios.



CERTIFICADO DE PARTICIPACIÓN COMPARACIÓN

PROVEEDOR: **INTERLABORATORIOS LATAM S.A.C.**

PROGRAMA: **ENSAYO DE APTITUD EN CALIBRACIÓN DE UN TERMÓMETRO DIGITAL**

EDICIÓN: **AGOSTO 2022 - SETIEMBRE 2022**

IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA: **ILL-2022-27**

PARTICIPANTE: **ADVANCED METROLOGY S.A.C.**

FECHA DE CALIBRACIÓN: **2022-08-31 al 2022-09-02**

CÓDIGO DE LABORATORIO: **LABTE02**

RESULTADOS: **SATISFACTORIO**

Fecha de emisión del certificado: 2022-09-09

Página 1 de 1

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Luis Anicama Chura'.

Lic. LUIS ANICAMA CHURA. (CQP. 1358)

Coordinador de Comparación Interlaboratorios

INTERLABORATORIOS LATAM S.A.C.

Anexo 49: Informe ILTFQ-001-2022 sobre la evaluación del personal para la autorización del procedimiento PC-017 parte 1.

 Advanced Metrology <i>Tecnología Calidad</i>	CALIBRACION - CERTIFICACION NTP – ISO/IEC 17025														
<u>INFORME N° ILTFQ-001-2022</u>															
Lima, 23 de setiembre del 2022															
DE:	Aldo Paulo Pari Yalo Supervisor de laboratorio														
PARA:	Ever Novel Garavito Quispe Gerente de Metroología														
ASUNTO:	Evaluación de Humbelina Gladis Condor Tocas según el procedimiento PC-017 Segunda Edición diciembre 2012.														
<p>Mediante la presente se informa se realizó una evaluación de conocimiento de acuerdo con los criterios de F-SGC-AM039 a la Sra. Humbelina Gladis Condor Tocas Asistente del laboratorio de Temperatura y Fisicoquímica; a continuación, se detalla los puntos evaluados.</p> <table border="1"><thead><tr><th>Actividad para verificar</th><th>Observación</th></tr></thead><tbody><tr><td>Campo de aplicación del procedimiento PC-017.</td><td>Conece</td></tr><tr><td>Identificación de los Patrones de Trabajo.</td><td>Conece</td></tr><tr><td>Manipulación, almacenamiento y transporte de patrones, equipo e instrumentos de medición.</td><td>Conece</td></tr><tr><td>Recepción, manipulación, almacenamiento y transporte de ítems.</td><td>Conece</td></tr><tr><td>Instalaciones y condiciones ambientales.</td><td>Conece</td></tr><tr><td>Aseguramiento de la Validez de los resultados.</td><td>Si</td></tr></tbody></table>		Actividad para verificar	Observación	Campo de aplicación del procedimiento PC-017.	Conece	Identificación de los Patrones de Trabajo.	Conece	Manipulación, almacenamiento y transporte de patrones, equipo e instrumentos de medición.	Conece	Recepción, manipulación, almacenamiento y transporte de ítems.	Conece	Instalaciones y condiciones ambientales.	Conece	Aseguramiento de la Validez de los resultados.	Si
Actividad para verificar	Observación														
Campo de aplicación del procedimiento PC-017.	Conece														
Identificación de los Patrones de Trabajo.	Conece														
Manipulación, almacenamiento y transporte de patrones, equipo e instrumentos de medición.	Conece														
Recepción, manipulación, almacenamiento y transporte de ítems.	Conece														
Instalaciones y condiciones ambientales.	Conece														
Aseguramiento de la Validez de los resultados.	Si														
Jr. Tnte. Arístides del Carpio N° 1626 Cercado de Lima – Los cipreses															

Anexo 50: Informe ILTFQ-001-2022 sobre la evaluación del personal para la autorización del procedimiento PC-017 parte 2.

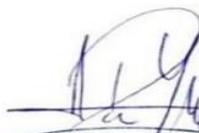


CALIBRACION - CERTIFICACION
NTP – ISO/IEC 17025

Actividad para verificar	Observación
Procedimiento - control de Datos.	Si
Conocimiento de las fuentes de Incertidumbre.	Si
Registra las condiciones ambientales iniciales	Si
Especificaciones técnicas	Si
Encendido y apagado del equipamiento.	Si
Verificación de la operatividad.	Si
Cambio de consumibles.	Si

La evaluación se realizó de forma satisfactoria verificando el conocimiento de los pasos indicados en el procedimiento PC-017 Segunda Edición - 2012.

Atentamente;



ALDO PAULO PARI YALO
ADVANCED METROLOGY S.A.C.
SUPERVISOR LAB. TEMPERATURA Y FISICOQUIMICA

Jr. Tnte. Arístides del Carpio N° 1626 Cercado de Lima – Los cipreses

Anexo 51: Informe sobre la evaluación de conocimientos a la asistente Humbelina Gladis Cónodor Tocas.



CALIBRACION - CERTIFICACION
NTP – ISO/IEC 17025

INFORME N° ILTFQ-002-2022

Lima, 26 de setiembre del 2022

DE: Aldo Paulo Pari Yalo
Supervisor de Laboratorio

PARA: Ever Novel Garavito Quispe
Gerente de Metroología
Miguel Ángel Juárez Echevarría
Gerente de Calidad

ASUNTO: Evaluación de conocimientos del personal Analista de Metroología para el procedimiento PC-017.

Mediante la presente se informa que, siguiendo los lineamientos de nuestros procedimientos y los resultados obtenidos, se informa que la Sra. Humbelina Gladis Cónedor Tocas fue evaluada en los temas de:

- Evaluación de resultados de calibración.
- Interpretación de los certificados de calibración.

Considerando que se presentaron evidencias de la documentación respectiva, se determina que la Sra. Humbelina Gladis Cónedor Tocas tiene el conocimiento de los puntos anteriormente descritos para el procedimiento de calibración PC-017.

Atentamente;



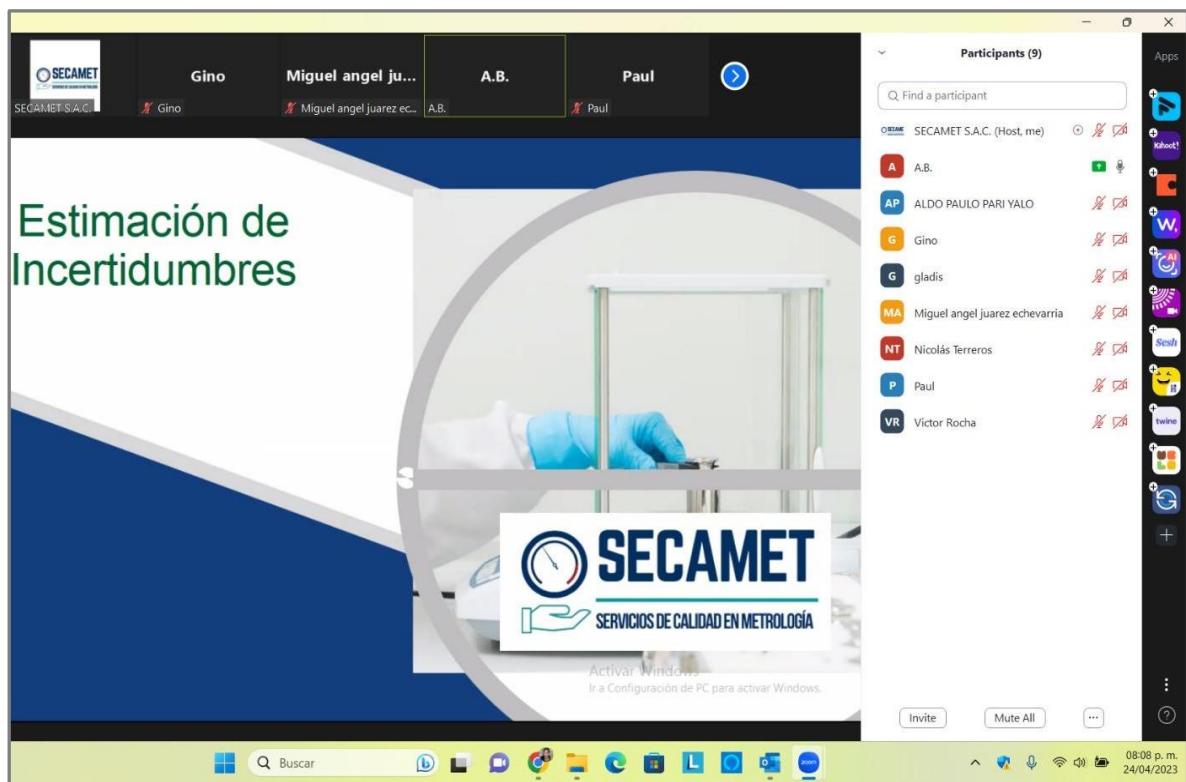
ALDO PAULO PARI YALO
ADVANCED METROLOGY S.A.C.
SUPERVISOR LAB. TEMPERATURA Y FISICOQUÍMICA

Jr. Tnte. Arístides del Carpio N° 1626 Cercado de Lima – Los cipreses

Anexo 52: Registro y seguimiento de No Conformidades por parte de INACAL.

 INACAL Instituto de Normalización y Certificación Acreditación	REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE NO CONFORMIDADES				
NOMBRE DEL ORGANISMO DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (OEC):		ADVANCED METROLOGY S.A.C.		TIPO DE PROCESO	Acreditación <input type="checkbox"/> Renovación <input type="checkbox"/> Seguimiento <input type="checkbox"/> Ampliación <input checked="" type="checkbox"/> Actualización por cambio de fondo <input type="checkbox"/> Otro: _____
EXPEDIENTE N°	0388-2022-DA-E		NORMA EVALUADA:	:2017 ISO/IEC 17025	
TIPO DE OEC¹⁾	LClin <input type="checkbox"/> LE <input type="checkbox"/> LC <input checked="" type="checkbox"/> OCP <input type="checkbox"/> OCGSST <input type="checkbox"/> OCSGA <input type="checkbox"/> OCSGE <input type="checkbox"/> OCSGS/ <input type="checkbox"/> OSSG Anti-Soborno <input type="checkbox"/> OI <input type="checkbox"/> OCSGC <input type="checkbox"/> OCPe <input type="checkbox"/> OVV <input type="checkbox"/> Otro: _____				
EQUIPO EVALUADOR	ELENA CHUMPITAZI / LILI CARRASCO / ELLIS CASTILLA / DIEGO MORENO				

Anexo 53: Evidencia de la capacitación de termómetros digitales PC-017.



Anexo 54: Evidencia de capacitación PC-017

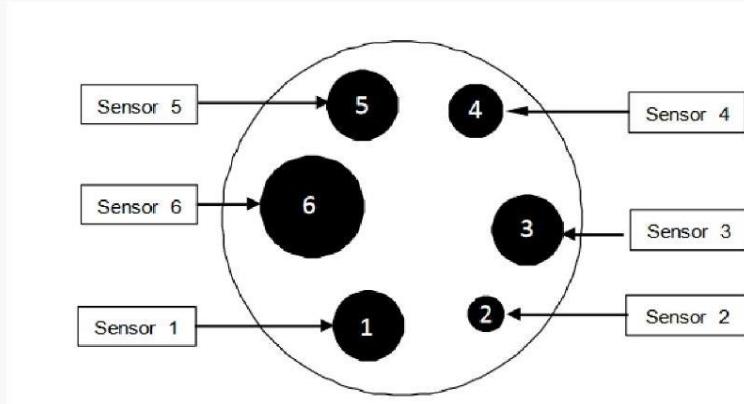
Anexo 55: Instructivo para el uso del pozo seco (parte 1).

 Advanced Metrology Tecnología Calidad	INSTRUCTIVO PARA EL USO DE POZO SECO	Nº versión 01
		Fecha de emisión 2023-05-08
	I-LTFQ-AM002	Página

Uso del pozo durante la calibración de termómetros

En el proceso de la calibración se utilizarán dos patrones y el equipo para calibrar.

Los insertos utilizados durante la calibración serán 1 y 5 para los patrones, para los equipos a calibrar el inserto 3 respectivamente.



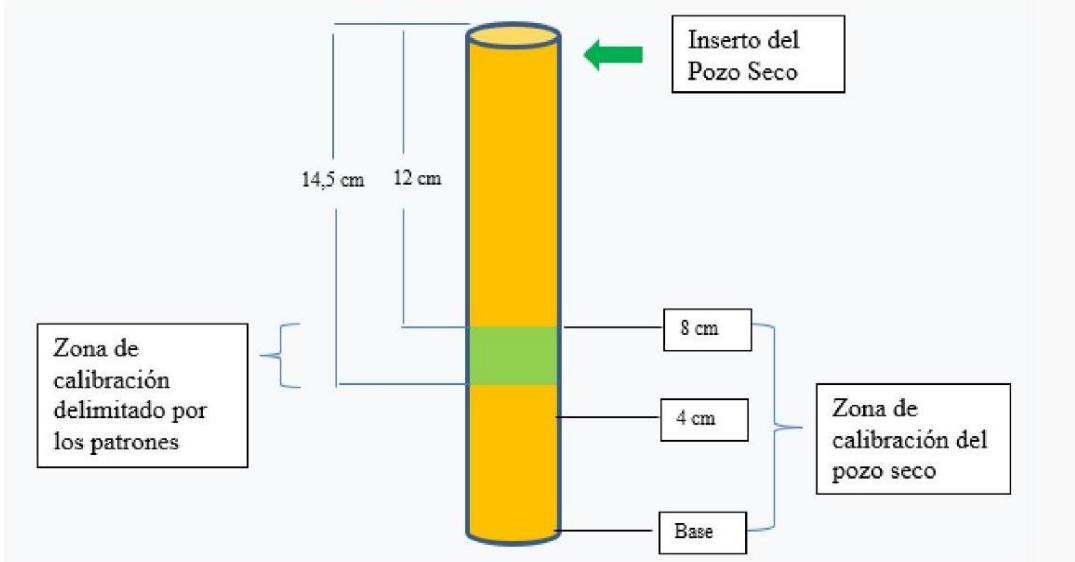
El pozo tiene un inserto de longitud 20 cm en el cual fue calibrado cada inserto en un rango de 12 cm a 20 cm.

El pozo fue calibrado a diferentes alturas, en la base, a 4cm y a 8 cm de la base. Obteniéndose un rango de zona de calibración de 12 cm a 20 cm.

Debido a la longitud del vástago de los patrones se determinó que la zona calibración será de 12 cm a 14,5 cm de profundidad.

Anexo 56: Instructivo para el uso del pozo seco (parte 2).

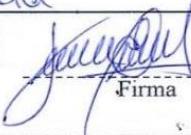
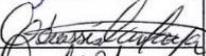
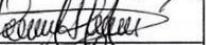
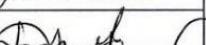
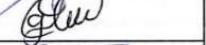
 Advanced Metrology Tecnología Calidad	INSTRUCTIVO PARA EL USO DE POZO SECO	Nº versión 01
		Fecha de emisión
		2023-05-08
	I-LTFQ-AM002	Página



Estos patrones serán colocados a una determinada profundidad de 12 cm a 14,5 cm.

Esta zona determina la longitud del vástago del termómetro a calibrar como mínimo valor de 12 cm.

Anexo 57: Evidencia de la participación del procedimiento P-SGC-AM001.

 CONTROL DE ASISTENCIA F-SGC-AM005	Nº Version : 04 Fecha de emisión 2023-03-02 Página 1 de 2		
TIPO Y DESCRIPCION DEL EVENTO			
Inducción : <input type="checkbox"/> Capacitación : <input type="checkbox"/> Difusión : <input checked="" type="checkbox"/> Otros : <input type="checkbox"/> Lugar del evento: Advanced Metrology SAC.			
Tema : Dif. Procedimiento P-SGC-AM001 Hora Inicio : 9:00 Hora Termino : 13:00			
Nombre del Expositor o Responsable Resuel Angel Juárez Esquivel			
Fecha : 2023-04-03 Cargo : Gerente de Calidad			
Motivo: Concientización del Procedimiento.  Entidad : Interna : <input checked="" type="checkbox"/> Externa : <input type="checkbox"/>			
DATOS DE LOS ASISTENTES			
Nº	Nombres y Apellidos	Cargo	Firma
1	Disyvia Margot Amaya Noriega	Ejecutiva Ventas	
2	Génessis Nelly Cartaya Oropeza	Ejecutiva de Ventas	
3	Edith Ruthia Flamenco Cura	Ejecutiva Comercial	
4	Amelia Jacqueline Sánchez Gómez	Ejecutiva Ventas	
5	Rosa La Rosa Bardelis	Efect. Ventas	
6	Sofía Alejandra Gutiérrez	Asist. General	
7	Jean Oliva Achacaca	Gte. Comercial	
8	Paul Jhair Blanco Cárdenas	Supervisor de Laboratorio	
9	Yeroloi Fernández Rivas	Analista de Laboratorio	
10	Humbelina Gladis Cóndor Toca	Asistente de Laboratorio	
11	Eino Pino Cahuzana	Supervisor de Laboratorio	
12	Aldo Paulo Pari Yalo	Supervisor de Laboratorio	

NOTA: Si ocurre una equivocación de alguna información y/o dato colocar un comentario (lo que decía, Lo que debe decir, iniciales de la persona que registra y la fecha) tal como lo indica el procedimiento P-SGC-AM001
Procedimiento de control de documentos y registro.

Anexo 58: Capacitación de reforzamiento del procedimiento de termómetros digitales (parte 1).

PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE TERMÓMETROS DIGITALES PC-017



1

1. Objetivos



Objetivos

Diseñar el procedimiento a seguir para la calibración de termómetros digitales por comparación con termómetros puentes en medios acústicos de temperatura ambiente y controlada.



2

2. Alcance



Alcance

Este procedimiento se aplica a los termómetros digitales compatibles de acuerdo a la norma EN 60530-10-10. Se aplica a los termómetros digitales como sensores de temperatura en la medida de temperatura ambiente y controlada en el rango de -40 °C a 1500 °C con referencia a la Escala Internacional de Temperatura de 1960 medida en la sección 2.2.3.



3

Anexo 59: Capacitación de reforzamiento del procedimiento de termómetros digitales (parte 2).

3. Definiciones



3.1 Termómetro digital:
Dispositivo destinado a utilizar para hacer mediciones de temperatura que muestra una lectura digital. Se basa en la medida de la temperatura (kelvin, grados Celsius, etc.) mediante la medida de la resistencia de varios sensores y un equipo de lectura.




2. Termistor:
Sensor constituido con un material semiconductor cuya resistencia varía con la temperatura.



1. Termopar:
Pareja de conductores de distintos material unidos en uno de sus extremos con el objeto de formar un sensor de temperatura que genera una señal de medida proporcional a la temperatura por el efecto termoelectrico.



3. Cables de extensión:
Cables que tienen conductores del mismo material que los termopares y que se utilizan para aumentar la longitud de los mismos.

4. Cables de compensación:
También conocidos como cables de extensión, pero su composición es distinta ya que los materiales del cable de compensación tienen una resistencia similar a la de los materiales del termopar dentro del alcance de temperatura que se deseaba tratar.



5. Junta de medida o Junta caliente:
Unión del termopar que se coloca en el lugar en el que se desea medir la temperatura.



2. Junta de referencia o Junta fría:
Unión del termopar que entra a una temperatura constante y que sirve como punto de referencia para la temperatura que se desea medir.



6. Materiales (o estabilidad) termica y ciclos térmicos:
Propiedad de un instrumento de medida que implica la capacidad de respuesta de la medida de las señales de entrada precedentes. Es el caso de termopares compuestos por materiales que tienen una respuesta a la temperatura que es similar a la función de si el calor es suministrado con anterioridad a una temperatura dada.



7. Inertialidad (o homogeneidad):
Característica de los instrumentos de medida de los tipos de u termopar, causada por contracciones térmicas y expandiciones térmicas de los materiales electrónicos. Estas constantes solo influyen a este efecto en una región con gradientes de temperatura temprana.



Anexo 60: Capacitación de reforzamiento del procedimiento de termómetros digitales (parte 3).

3.4 Reproducibilidad
Grado de concordancia entre resultados de sucesivas mediciones del mismo medido, obtenidas en condiciones de medida y en las mismas condiciones de medida.

3.5 Calibración
Operación que, bajo condiciones específicas, establece en una primera etapa, una relación entre los valores y las unidades de medida que se consideran apropiadas para los patrones de medida, y las correspondientes unidades y valores de medida que se asocian a, en una segunda etapa, otras unidades y valores de medida que se consideran apropiadas para obtener un resultado de medida a partir de una indicación.

3.6 Resolución (de un dispositivo indicador)
La menor diferencia de indicación de un dispositivo indicador que puede percibirse de forma significativa.

NOTA
3. Seis condiciones o dimensiones condicionantes de reproducibilidad
a. Seis condiciones o dimensiones condicionantes de medida utilizadas en las mismas condiciones, en la misma lugar y representadas dentro de una muestra de medida
b. Seis condiciones o dimensiones condicionantes de medida utilizadas dentro de la muestra de medida
c. Seis condiciones o dimensiones condicionantes por parte de los constructores de dispositivos de medida.

NOTA
Las indicaciones de cada calibración se deben integrar en un documento denominado estrictamente de calibración.

3.7 Corrección
Valor que se sume algebraicamente al resultado de medida para corregir la medida para compensar un efecto sistemático.

NOTA
1. La corrección es igual a la diferencia del valor intermedio obtenido
2. Una corrección se aplica tanto a los dispositivos de medida como a los instrumentos de medida.

Anexo 61: Capacitación de reforzamiento del procedimiento de termómetros digitales (parte 4).

3.8 Instrumentos de medida
Instrumentos de medida que cumplen con la disposición de los instrumentos de medida utilizados, a partir de la información que se utiliza.

4. Instrumentos y equipos de medición

5. Materiales y/o equipos auxiliares

NOTA
1. Los termómetros digitales con resolución inferior a 0.1 en el sistema de medida que se califica completamente los sensores de temperatura a calibrar incluyen las posibles variaciones de temperatura en los mismos. Sin instrumentos de calibración preferiblemente deben ser de un solo tipo y de la misma fabricación que el dispositivo de medida que se califica. Se deben tener en cuenta las necesidades de calibración esperadas. Es recomendable disponer de zero punto adicional, por ejemplo en el caso de que las diferencias existentes entre las lecturas de los dos puntos de medida en la calibración sean mayores que la diferencia entre las lecturas máximas del medido controlado. Es útil para aumentar la precisión de los resultados de calibración.

NOTA
- Equipo para realizar el punto de fondo (punto controlado). Ver el Anexo 1
- Registración de las condiciones ambientales de medida (temperatura y humedad relativa) adecuadas para el margen de temperatura y humedad a las que se desearán calibrar sistemáticamente los termómetros.

Anexo 62: Capacitación de reforzamiento del procedimiento de termómetros digitales

parte 5.

13

14

15

5. Equipo necesario:

- Agua descalcificada y alcohol.
- Sabes de limpieza y desinfección.
- Sabes de termómetros.
- Campanas extractoras para los vapores de aceite.
- Guantes, mascarillas de seguridad.
- Espectroscopios universales, pinzas metálicas y mazcas.
- Alta de vidrios soplados.

6. Condiciones de calibración

7. Procedimiento de calibración

1. Operaciones previas

- Los datos se anotarán en el formato de registro siguiente.

2. El termómetro a calibrar debe estar identificado con, al menos, un número de identificación que sea único para el termómetro y que sea fácilmente conectable. Si no lo es, se anota, y antes de iniciar la calibración, se procede a la identificación por el laboratorio, manteniendo por ejemplo con una etiqueta adhesiva que sea lo más apropiado, un número identificativo de la forma que determine al laboratorio.

Anexo 63: Capacitación de reforzamiento del procedimiento de termómetros digitales

(parte 6).

16

17

18

T.1.4 Se evitando las condiciones ambientales durante la calibración: temperatura y humedad relativa dentro de los límites establecidos, así como la presencia de vapores, gases y partículas que interfieran con la lectura de temperatura y humedad relativa durante la calibración.

T.1.5 En el caso de termómetros con sensor de termistor, la calibración debe realizarse con los cables de extensión conectados y se debe utilizar cuidadosamente el aislante del termistor a calibrar.

T.1.6 Si es necesario se preparará el punto del hielo siguiendo las instrucciones del Anexo 1.

T.1.7 Si el sensor es un termistor el equipo de lectura tiene que incluir un dispositivo que permita la lectura de temperatura cercana a la temperatura ambiente (dentro de los límites propios del laboratorio ver 6.1.6). Si no es así, se debe utilizar un termómetro de líquido para la lectura de temperatura ambiente y se debe tener en cuenta el efecto de lectura en baño a hielo si la temperatura de agua es diferente de la temperatura ambiente.

T.1.8 Si agua descalcificada que se utiliza en los baños termostáticos debe estar correctamente calibrada y se debe utilizar agua caliente, para lo cual se debe cumplir con los parámetros establecidos para su funcionamiento.

T.1.9 Cuando se utilice el baño de aceite se debe poner en funcionamiento el sistema de calefacción, además el técnico debe usar botines y mantas para evitar perder calor durante las lecturas.

T.1.10 Antes de utilizar el hielo ajustar el control de enfriamiento a una temperatura al menos 5°C por encima de la temperatura de trabajo seleccionada. Para baños termostáticos se debe ajustar el sistema de calefacción a una temperatura al menos 5°C por encima de la temperatura de trabajo seleccionada. Para la lectura de temperatura de líquido termostático correspondiente, verificar que en la calibración se utilice el sistema de enfriamiento adecuado. Por ejemplo si es de aceite se suele usar hasta 10°C por encima de la temperatura de trabajo seleccionada, para evitar que el sistema de enfriamiento esté sobrecalentado y que la temperatura de trabajo no sea la correcta.

Anexo 64: Capacitación de reforzamiento del procedimiento de termómetros digitales (parte 7).

Anexo 65: Capacitación de reforzamiento del procedimiento de termómetros digitales (parte 8).

<p>7.2.1.2 Calibración del termómetro en los puntos máximos, que cubren el margen de utilización del termómetro durante las mediciones. Se han uniformemente puestos. Concreta incluir el valor máximo y mínimo del margen de utilización.</p>	<p>7.2.2.2 Prueba de uniformidad</p> <p>A esta prueba se someterán los termómetros con sensor de termómetro con resistencias mayores o iguales que 0,01 °C. Estas pruebas se describen en el Anexo 6.</p>	<p>7.2.2.3 Calibración</p> <p>Se comienza la calibración en el punto de temperatura más baja. La calibración se realiza en el punto de temperatura más alta. Se considera repetir el primer punto después de llegar a la temperatura más alta. Se deben tomar los termómetros de la temperatura durante la calibración en el sistema con los correspondientes puntos de control.</p> <p>Se debe prever que los termómetros que se calibrarán no se utilicen en el sistema de control de temperatura. Se deben mantener dentro de la zona del medidor sistema que se ha visto caracterizada y/o calibrada en el laboratorio (punto de establecimiento y uniformidad).</p>
<p>2. Métodos de realización</p> <p>1. Prueba de homología</p> <p>A esta prueba se someterán los termómetros con sensor de termómetro con resistencias mayores o iguales que 0,01 °C, excepto aquéllos que se califiquen en un margen cercano a la temperatura ambiente. Estas pruebas se describen en el Anexo 5.</p>	<p>7.2.2.3 Prueba de repetibilidad</p> <p>A esta prueba se someterán todos los termómetros que no se han sometido a pruebas de homología o uniformidad. Se deben someter a la prueba los termómetros que se cometen en dichas medidas. El proceso se describe en el Anexo 5.</p>	<p>7.2.2.4 Prueba de precisión</p> <p>Se somete a la prueba los termómetros que no se han sometido a la prueba de repetibilidad. Se deben someter a la prueba los termómetros que se cometen en dichas medidas. El proceso se describe en el Anexo 5.</p>

Anexo 66: Capacitación de reforzamiento del procedimiento de termómetros digitales
(parte 9).

25 26 27

Anexo 67: Capacitación de reforzamiento del procedimiento de termómetros digitales
(parte 10).

28 29 30

Anexo 68: Capacitación de reforzamiento del procedimiento de termómetros digitales (parte 11).

En la medida del sensor:

- El factor de cobertura.
- El factor de multiplicación.
- El resultado del termómetro.

En la medida de la temperatura dirigida a la que se encuentran los pacientes:

- La temperatura indicada por el termómetro a calibrar.

En la medida de la temperatura indicada por el primer y segundo punto, corregidas por los resultados del control de calibración a través de la curva de calibración:

- La temperatura de los pacientes.
- La temperatura de variación de la temperatura del medio sanguíneo en la zona de calibración (ΔT uniformidad temperatura de la sangre).
- La uniformidad del sensor de temperatura.
- La temperatura ambiente.
- Incertidumbre sistemática.
- Incertidumbre偶然.

8.3 Incertidumbre de la corrección

La corrección por compensación de un termómetro de lectura directa consiste en calcular la corrección C del termómetro en función de la temperatura ambiente y la temperatura a la que el termómetro ha sido calibrado, y de la temperatura a la que se miden las mediciones, teniendo en cuenta la temperatura de la sangre y la temperatura ambiente.

$$C = C_{\text{ref}} - (\alpha \cdot K_{\text{cal}} + \beta \cdot K_{\text{amb}} + \gamma \cdot K_{\text{amb}})$$

donde se han tenido en cuenta las posibles variaciones de la temperatura ambiente y la temperatura de la sangre. La corrección se ha calculado por resultados, repetibilidad, temperatura g/s y temperatura de la sangre. La corrección se ha tenido en cuenta una corrección a otra, nula, para las mediciones de temperatura de la sangre y de temperatura del termómetro a calibrar.

Anexo 69: Capacitación de reforzamiento del procedimiento de termómetros digitales (parte 12).

Para calcular la incertidumbre se aplica la ley de propagación de errores. Si se considera que las variables de los términos de las correcciones de temperatura son nulas (no se hacen correcciones de temperatura), se obtiene que la incertidumbre de la diferencia, $R_{\text{diferencia}}$, tiene que ser menor que la incertidumbre de la diferencia, $R_{\text{diferencia}}$, mientras que $R_{\text{diferencia}}$ es menor que la incertidumbre de la diferencia, $R_{\text{diferencia}}$, que todas las variables de R no tienen correcciones significativas.

$$\sqrt{R_{\text{diferencia}}^2} = \sqrt{R_{\text{diferencia}}^2} + \sqrt{R_{\text{diferencia}}^2} + \sqrt{R_{\text{diferencia}}^2} + \sqrt{R_{\text{diferencia}}^2}$$

Cada término de incertidumbre se explica a continuación:

El término $R_{\text{diferencia}}$ es la diferencia entre la temperatura medida y la temperatura de referencia. Se considera que el efecto de la diferencia entre la temperatura medida y la temperatura de referencia es nulo, ya que se considera que no se hace una corrección de temperatura.

El término $R_{\text{diferencia}}$ es la diferencia entre la temperatura medida y la temperatura de referencia. Se considera que el efecto de la diferencia entre la temperatura medida y la temperatura de referencia es nulo, ya que se considera que no se hace una corrección de temperatura.

El término $R_{\text{diferencia}}$ es la diferencia entre la temperatura medida y la temperatura de referencia. Se considera que el efecto de la diferencia entre la temperatura medida y la temperatura de referencia es nulo, ya que se considera que no se hace una corrección de temperatura.

El término $R_{\text{diferencia}}$ es la diferencia entre la temperatura medida y la temperatura de referencia. Se considera que el efecto de la diferencia entre la temperatura medida y la temperatura de referencia es nulo, ya que se considera que no se hace una corrección de temperatura.

El término $R_{\text{diferencia}}$ es la diferencia entre la temperatura medida y la temperatura de referencia. Se considera que el efecto de la diferencia entre la temperatura medida y la temperatura de referencia es nulo, ya que se considera que no se hace una corrección de temperatura.

donde se han tenido en cuenta las posibles correcciones nulas a la incertidumbre de la diferencia entre la temperatura medida y la temperatura de referencia. Se considera que no se hace una corrección de temperatura de los términos de los errores (pueden existir otras razones que cause particular incertidumbre, hidrógeno sólido entre otros). Se considera que no se hace una corrección de temperatura de los términos de los errores (pueden existir otras razones que cause particular incertidumbre, hidrógeno sólido entre otros).

Para calcular la incertidumbre se aplica la ley de propagación de incertidumbre en la ecuación (3), donde se considera que las incertidumbres de temperatura son nulas (asumiendo que se han hecho las correcciones de temperatura). Se considera que no se hace una corrección de temperatura de los términos de los errores (pueden existir otras razones que cause particular incertidumbre, hidrógeno sólido entre otros).

$$\sqrt{R_{\text{diferencia}}^2} = \sqrt{R_{\text{diferencia}}^2} + \sqrt{R_{\text{diferencia}}^2} + \sqrt{R_{\text{diferencia}}^2} + \sqrt{R_{\text{diferencia}}^2}$$

De este caso los coeficientes de sensibilidad al cuadrado son todos iguales a 1. El término $R_{\text{diferencia}}$ en general no se considera ya que no se hacen medidas nulas de la diferencia entre la temperatura medida y la temperatura de referencia. Se considera que no se hace una corrección de temperatura de los términos de los errores (pueden existir otras razones que cause particular incertidumbre, hidrógeno sólido entre otros).

De los términos $u_{\text{diferencia}}$, $u_{\text{diferencia}}$ y $u_{\text{diferencia}}$ aparecen solo uno según el término de la ecuación (3) de la ecuación (2).

8.4 Incertidumbre del sistema de calibración

La temperatura a la que se realizó el calibramiento tiene la menor medida de los tres galones utilizados (1/3) (trae consigo más incertidumbre que el resto). Se considera que no se hace una corrección de temperatura de los términos de los errores (pueden existir otras razones que cause particular incertidumbre, hidrógeno sólido entre otros).

$$\sqrt{R_{\text{diferencia}}^2} = \sqrt{R_{\text{diferencia}}^2} + \sqrt{R_{\text{diferencia}}^2} + \sqrt{R_{\text{diferencia}}^2} + \sqrt{R_{\text{diferencia}}^2}$$

En la ecuación (2), las terminos de $u_{\text{diferencia}}$ se generan en los resultados, ya que se han hecho medidas estadísticamente significativas en cada punto de calibración (el resultado es que se ha ejecutado análepticamente). Se han incluido los términos de los errores en la ecuación (2) para que se realice una estimación de la incertidumbre, en el caso de que las lecturas de los推崇os se realicen con el mismo procedimiento. Se considera que no se hace una corrección de temperatura de los galones que se hayan realizado con los mismos equipos o procedimientos. En el caso de que se considere que no se están estadísticamente correlacionadas,

Anexo 70: Capacitación de reforzamiento del procedimiento de termómetros digitales (parte 13).

Anexo 71: Capacitación de reforzamiento del procedimiento de termómetros digitales (parte 14).

Anexo 72: Capacitación de reforzamiento del procedimiento de termómetros digitales (parte 15).

Anexo 73: Capacitación de reforzamiento del procedimiento de termómetros digitales (parte 16).

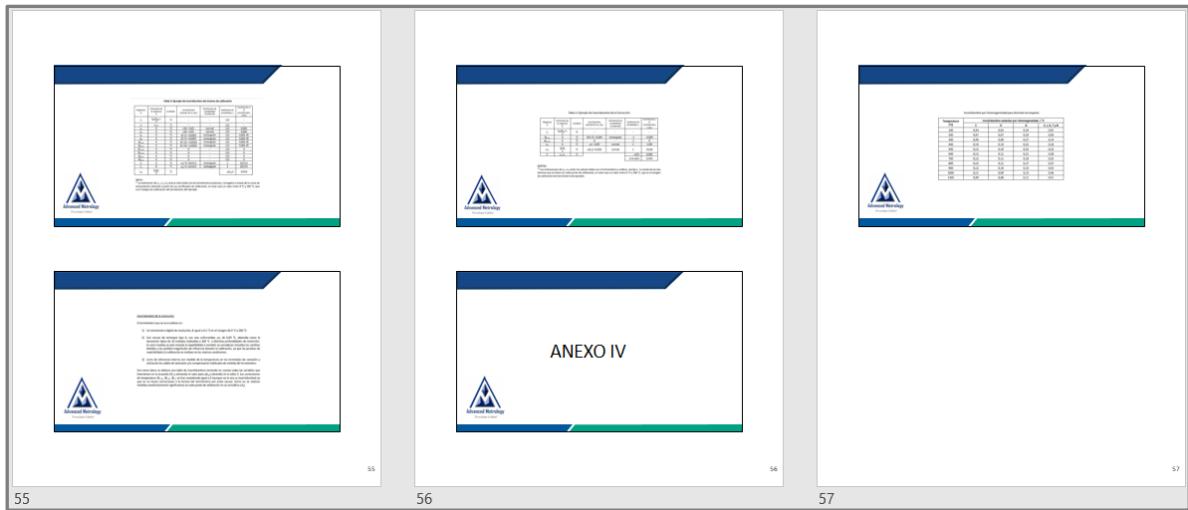
<p>Se lanza 2/3 del Dewar grande con agua destilada, y se añade hielo picado (se recomienda un hielo grueso o congelado). Se añade agua destilada al hielo picado que hace una mezcla agua hielo suficientemente fría como para que el hielo se disuelva y se mezcle con el agua destilada, pero todavía suficientemente seca como para permitir que el agua destilada se mezcle con el agua destilada líquida.</p>	<p>4. CONDICIONES DE OPERACIÓN Pueden ocurrir cambios en el termostato a un temperatura menor a 3 °C. Se hace un cálculo en el fondo del diámetro y profundidad del recipiente para determinar la velocidad necesaria hacia el centro de la mezcla de agua-hielo. La profundidad de inmersión del termostato en el fondo del recipiente es de 25 mm y el diámetro del objeto a inmersione es de 25 mm. La velocidad de inmersión es de 100 mm/s. Los termostatos de líquido en vísita de inmersión total se pierde de inmersión en 100 mm/s a 5 °C. La tasa de inmersión parcial se pierde de inmersión en 100 mm/s a 5 °C. Se calcula la velocidad de la convección de calor.</p>	<p>Si muestra alguna falta avanza de la suficiencia de la mezcla de agua hielo se añade agua destilada a 5 °C. Se efectúa una segunda lectura del termostato para asegurarse de que el termostato sigue siendo completamente independiente de la profundidad de inmersión. Se calcula la velocidad de la convección de calor en el fondo del hielo dado que estas pruebas de mezcla se realizan en el agua que está detrás del fondo del hielo.</p>
<p>Se transfieren entonces la mezcla de agua-hielo para llenar el recipiente de prueba. Se añade agua destilada al recipiente, prensada con friado, hasta casi el tope del recipiente, para despegar del recipiente que puede causar que el agua fría.</p>	<p>5. MANTENIMIENTO DEL PUNTO DE FUSIÓN DEL HIELO Pueden que los termostatos de líquido en el fondo del recipiente se desplacen o se rompan en el fondo. Esta agua tiene una temperatura ligeramente mayor que 0 °C por lo que no debe estar en contacto con el termostato. Si el termostato se rompe o se desplaza, se debe limpiar el agua que se ha liberado y se debe limpiar el recipiente de hielo o por deshacerse. La presencia de un exceso de agua en el fondo del recipiente de hielo puede causar que el agua se desplace y se rompa el termostato.</p>	<p>Las lecturas definitivas del termostato no deben ser tomadas hasta que se ha alcanzado el equilibrio térmico entre el agua y el termostato. Esto se logra cuando el termostato se ha colocado en el recipiente de hielo y se ha dejado que el agua se mezcle con el termostato. Si se trata de mezcar exactitud, o cuando la inmersión es parcial, se debe tener en cuenta que el termostato se encuentra en un fondo de capa negra para hacer la lectura a fin de evitar que se refleje la temperatura, siendo la temperatura del agua que se refleja la temperatura.</p>
<p>46</p>	<p>47</p>	<p>48</p>

Anexo 74: Capacitación de reforzamiento del procedimiento de termómetros digitales (parte 17).

Anexo 75: Capacitación de reforzamiento del procedimiento de termómetros digitales (parte 18).

<p>52</p> <p>ANEXO III EJEMPLO DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRES</p> <p>53</p> <p>54</p>	<p>52</p> <p>ANEXO III EJEMPLO DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRES</p> <p>53</p> <p>54</p>	<p>52</p> <p>ANEXO III EJEMPLO DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRES</p> <p>53</p> <p>54</p>
<p>52</p> <p>ANEXO III EJEMPLO DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRES</p> <p>53</p> <p>54</p>	<p>52</p> <p>ANEXO III EJEMPLO DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRES</p> <p>53</p> <p>54</p>	<p>52</p> <p>ANEXO III EJEMPLO DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRES</p> <p>53</p> <p>54</p>
<p>52</p>	<p>53</p>	<p>54</p>

Anexo 76: Capacitación de reforzamiento del procedimiento de termómetros digitales
(parte 19).





ADVANCED METROLOGY S.A.C
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
REGISTRO: LC – 039

CERTIFICADO

Otorgado a:

Sr. Aldo Paulo, Pari Yalo

Por su participación y aprobación al curso:

Teórico – Práctico desarrollado en las instalaciones de ADVANCED METROLOGY S.A.C; los días 14 y 21 de abril de 2022 con una duración de 16 horas académicas en el tema de:

**“PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE
TERMÓMETROS DIGITALES”**

PC – 017 SEGUNDA EDICIÓN – 2012

Advanced Metrology

Bach. Brian Juan, Espejo Campos
Expositor

Ing. Miguel Ángel, Juárez Echevarría
Gerente de Calidad
CIP: 186019

Anexo 78: Certificado de capacitación del curso de evaluación e interpretación de la norma 17025.



ADVANCED METROLOGY S.A.C
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
REGISTRO: LC – 039

CERTIFICADO

Otorgado a:

Sr. Aldo Paulo, Pari Yalo

Por su participación y aprobación en el curso:

**“EVALUACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LA
NORMA NTP-ISO/IEC 17025:2017 Y DIRECTRICES
INACAL/DA”**

Desarrollado en las instalaciones de ADVANCED METROLOGY S.A.C los días 11 y 18 de junio de 2022 con una duración de 16 horas académicas.

Advanced Metrology

MSc. Ana Zola Chonon Núñez
Expositor

Ing. Miguel Ángel, Juárez Echevarría
Gerente de Calidad
CIP: 186019

Anexo 79: Certificado de taller de estadística aplicada a laboratorios de ensayo y calibración.



Anexo 80: Constancia de participación en curso de formación de auditores.



Anexo 81: Certificado de Gestión y Aseguramiento metrológico y calibración de equipos según la Norma ISO/IEC 17025:2017.





Anexo 83: Certificado Implementación y documentación de la Norma ISO/IEC

17025:2017



Anexo 84: Certificado Interpretación de la Norma ISO/IEC 17025:2017.



Anexo 85: Calibración de un termómetro digital



Anexo 86: Realización de calibración en el laboratorio de temperatura y fisicoquímica.

