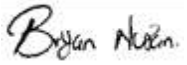
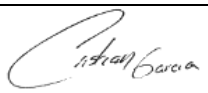
Calificación Operacional (OQ) y Calificación de Desempeño (PQ)	
Cliente:	BASE AÉREA MILITAR MARCO FIDEL SUÁREZ
Área / Sistema / Planta de producción	(CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE TECNOLOGÍAS AEROESPACIALES – CITAE) .
Estado:	Reposo
Fecha inicio validación:	22/09/26
Fecha finalización validación:	22/09/26
Orden de servicio:	OS-159-26
N° de informe técnico:	IFT-VAL-063-26

REGISTRO FIRMAS

C&Q	Nombre	Cargo	Fecha	Firma
Elaboró	Bryan Nupan	Técnico de validaciones	22/09/26	
Revisó	Cristian García	Ing. Validaciones	25/09/26	
Aprobó	Karen Mora	Ing. Validaciones	25/09/26	

Cliente:	Nombre	Cargo	Fecha	Firma
Revisó				
Aprobó				

Este documento contiene información confidencial y propietaria de C&Q y el cliente al que es emitido el informe. Su recepción no otorga ningún derecho de uso, reproducción, modificación o divulgación a terceros, a menos que se autorice expresamente por escrito.

CONTENIDO

1 OBJETIVO 4
2 ALCANCE 4
2.1 PARAMETROS A EVALUAR 4
2.2 ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA 5
3 CALIFICACIÓN DE OPERACIÓNAL (OQ): 8
4 CALIFICACIÓN DE DESEMPEÑO (PQ) 23
5 SUMARIO DE PRUEBAS 51
6 RECOMENDACIONES DE MEJORA 52
7 CONCLUSIONES FINALES 52
8 APROBACIÓN FINAL 53
9 ANEXOS 54
9.1 Planos de caudales medidos en rejillas y difusores. 54
9.2 Planos de cambios de aire por hora (CAH). 54
9.3 Planos del sentido del diferencial de presión entre áreas. 54
9.4 Planos de los puntos de conteo de partículas viables y no viables. 54
10 CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS EN LAS PRUEBAS. 54
10.1 Multímetro air data 54
10.2 Contadores de partículas 54
10.3 Pinza volti-amperimetrica 54
11 DATA PRIMARIA Y TRABAJOS DE CAMPO 54
11.1 Tirilla impresa Contador de partículas. 54
11.2 Formatos y planos diligenciados en campo 54

1 OBJETIVO

Verificar que el sistema HVAC opera conforme a los criterios de diseño y desempeño definidos por el fabricante y los valores establecidos por el cliente, manteniendo las condiciones ambientales dentro de los límites especificados para la clasificación de salas limpias en operación o reposo.

2 ALCANCE

Aplica a los sistemas de aire limpio que brindan servicio a las áreas clasificadas del proceso y su ejecución será realizada según lo establecido en el Protocolo **DS-PTR-CQ-01vv.**

Las pruebas se realizarán bajo la condición de “reposo”, es decir, sin presencia de personal operativo dentro de las áreas en evaluación.

2.1 PARAMETROS A EVALUAR

Tipo	*Prueba N°*	*Nombre*
Calificación Operacional (OQ)	***1***	*Verificación de operación de equipos*
	2	*Medición de caudal en equipos.*
	3	*Verificación de presión diferencial en bancos de filtros en equipos*
	4	*Integridad y fugas de filtros en equipos.*
Calificación de Desempeño (PQ)	***1***	*Medición del diferencial de presión en filtros terminales en áreas.*
	2	*Verificación y fugas de integridad en filtros terminales en áreas.*
	3	*Medición de caudales en difusores, rejillas y puntos de extracción*
	4	*Cálculo de renovaciones de aire por hora*
	5	*Determinación del valor y dirección del flujo de aire entre áreas*
	6	*Clasificación de aire:* • *Conteo de partículas no viables.* • *Conteo de partículas viables en aire (muestreo microbiológico).*
	7	*Medición del tiempo de recuperación de ambientes.*

2.2 ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA

Las áreas a las que le da alcance el sistema de aire son:

COBERTURA	
Equipo:	***Área:***
Unidad Manejadadoras de Aire - UMA	*Laboratorio* *Esclusa* *Vestier*
Unidad de Extracción	*Laboratorio*

CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS:

Verificación	Datos
Equipo:	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE
Marca:	NO INDICA
Modelo:	NO INDICA
Serie:	NO INDICA
Identificación:	NO INDICA
Caudal de Nominal:	NO INDICA
Caudal de diseño del área:	NO INDICA
Etapas de filtración	3

Descripción filtración		Medio filtrante	Cantidad	Dimensiones	Clasificación MERV o su Equivalente
Etapa	Eficiencia				
Prefiltración	35%	Lavable	4	20” x 20” x 2”	MERV 8
Primera	65%	Minipleat	4	20” x 20” x 2”	MERV 11
Segunda	95%	Minipleat	4	20” x 20” x 4”	MERV 15

DISTRIBUCIÓN DEL AIRE, DUCTERÍA Y FILTRACIÓN:

Red de ductos tipo:	Distribución del aire (terminación)	Material	Dámper	Ubicación
Suministro	Difusor de suministro	Metálicos con recubrimiento térmico	Si	Piso Técnico
Extracción	Rejillas de extracción aleta fija	Metálicos con recubrimiento térmico	Si	Piso Técnico

INFORMACIÓN FILTRACIÓN TERMINAL EN ÁREAS

Identificación filtro	Ubicación	Dimensiones	% eficiencia de filtración
No Aplica	**No Aplica**	**No Aplica**	**No Aplica**

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO:

Tipo de Enfriamiento	Control de Humedad
N/A	N/A

DIAGRAMA Y COMPONENTES DE EQUIPOS:

EQUIPO:
UNIDAD MANEJADORA DE AIRE



3 CALIFICACIÓN DE OPERACIÓNAL (OQ):

PRUEBA No. 1: VERIFICACIÓN DE OPERACIÓN DE EQUIPOS
I.OBJETIVO
Registrar las condiciones básicas de funcionamiento con las que operan los equipos del sistema HVAC al finalizar las pruebas de calificación de operación, dejando constancia de los parámetros eléctricos, mecánicos y de control observados durante el proceso.
II.PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA
1. Confirme que los equipos de ventilación se encuentren encendidos y funcionando bajo condiciones normales de operación. 2. Realice la lectura de los valores de voltaje y corriente (amperaje) de cada equipo, registrando los resultados en el formato. 3. Identifique el porcentaje de apertura de la compuerta de aire exterior y anotar su condición en el formato correspondiente. 4. Registre la frecuencia de trabajo programado (Hz) del variador de velocidad o del sistema de control del equipo en el mismo formato 5. Verifique el correcto funcionamiento de los sistemas de alarma y monitoreo asociados al equipo, confirmando su respuesta ante las condiciones de operación. 6. Notifique al cliente cualquier desviación, anomalía o comportamiento inusual detectado durante las mediciones de la calificación de operación (OQ). 7. Transcribir los valores obtenidos en la tabla correspondiente del informe y adjuntar evidencias fotográficas que respalden cada condición observada.
III. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
Prueba informativa realizada para el registro y control de las condiciones de operación de los equipos. *No aplica criterio de aprobación o rechazo.*
IV. CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

N°	Equipo	Marca	Serie	Calibración		Observaciones
				Fecha Próx Calibración	N° Informe	
1	Multímetro	Shortridge	M25434	05/2027	250993	Ninguna
2	Piza Voltiamperimetrica	UNI-T	C252372829	11/2027	1086 ME	Ninguna
Verificó: Karen Mora / Ing. Validaciones						

V. CÁLCULOS Y FÓRMULAS

No Aplica.

VI.RESULTADOS

Equipo:	UMA	Marca:	NO INDICA
Modelo:	NO INDICA	Serie:	NO INDICA
Ubicación:	Piso Técnico	Frecuencia (Hz)	60 Hz
% Apertura aire exterior	100%	% Aire de retorno	0%

Ítem	Parámetros	Especificaciones de diseño	Valor Verificado	Observación
1	Voltaje	220 V	229 V	Ninguna
2	Amperaje	15.4 A	9.5 A	Ninguna
3	Caudal	2783 cfm	NO MEDIDO	Ninguna
4	Apagado	Parada de motor	Motor y ventilador parado, no hay generación de caudal	El tablero eléctrico Indica apagado del equipo
5	Encendido	Arranque equipo, indicación de caudal	Motor y ventilador en funcionamiento	El tablero eléctrico Indica apagado del equipo. Se verifica sentido de giro.

Sistemas de alarma y control

Elemento	Condición	Observaciones
Tipo de alarma	No Aplica	No Aplica
Tipo de control	Análogo	Ninguna
Estado	Funcionando	Equipo operativo prueba de encendió y apagado verificada

RESULTADOS

¿Cumple criterios de aceptación?	Sí ☐ No ☐ N/A ■

Observaciones: Esta prueba es de carácter Informativo.

PRUEBA No. 2: CAUDAL EN EQUIPOS

I.OBJETIVO

Evaluar el caudal de aire suministrado y extraído por los equipos que componen el sistema HVAC, tales como: Unidad Manejadora de Aire (UMA), Unidad de Ventilación (UV), Unidades de Extracción (UEX) y Colectores de Polvo (CP).

Se verifica el caudal real frente a los valores indicados por el fabricante, con el fin de identificar pérdidas y determinar la eficiencia de funcionamiento de cada equipo.

II.PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

Tipo A: Medición en ductos (Tubo Pitot)

1. Asegurar previamente que el equipo de ventilación se encuentre encendido y operando bajo condiciones normales.
2. Identifique el tipo de ducto y realice la medición del ducto:
   - Para ductos rectangulares, registrar largo (L) y alto (A).
   - Para ductos circulares, medir el diámetro.
     Con estos valores, calcular el área según corresponda (ver sección de cálculos).
3. Verificar si el ducto cuenta con orificios para introducir el tubo Pitot. si no, realizar las perforaciones necesarias (abarcando el área en diagonal a la cara del ducto con distancias entre perforaciones teniendo en cuenta)
4. Determine los puntos de medición usando el diámetro transversal o el método “Log-Tchebycheff”

<u>Mediciones del Diámetro transversal:</u>

- Ducteria rectangular:

  La localización idónea de la medición transversal en un conducto de suministro de aire se situaría en una sección recta 10 diámetros (10*D*) del ducto hacia arriba (aguas arriba) o 3 diámetros (3*D*) del ducto hacia abajo (aguas abajo) de cualquier obstrucción o perturbación de flujo, para que la precisión de la medición sea pareja.

  Si es posible, lleve a cabo las mediciones en partes largas y rectas de un conducto. Evite tomar lecturas en zonas que desciendan directamente de una curva u otras obstrucciones en el recorrido del aire.

  De no ser posible contar con la distancia de mínimo 10 diámetros aguas arriba de cualquier obstrucción, evalué la posibilidad de realizarlas perforaciones a una distancia menor pero no inferior a 3 diámetros, realicé las perforaciones y evalué el

comportamiento de la variación entre lecturas, si las mediciones son estables y las variaciones bajas se pueden utilizar los datos. Si las mediciones no son estables o la variación entre lecturas son altas se considerarán datos no confiables.

- Ducteria circular:

  Se debe calcular las distancias equivalentes a los 7,5 diámetros (7.5 D) arriba o 3 diámetros (3 D) aguas abajo de cualquier obstrucción:

$$Diametro\ equivalente = \frac{\sqrt{\text{An x Al}}}{\pi}$$

Donde:
An = Dimensión horizontal del ducto

Al = Dimensión vertical del ducto

π = 3.14

Mediciones del "Log-Tchebycheff":

Ducteria rectangular:

- Utilizando el método "Log-Tchebycheff", se divide el ducto en áreas rectangulares mucho más ajustadas en tamaño teniendo en cuenta los efectos de la pared del ducto en la corriente de aire. Para obtener un buen promedio debe medirse en un mínimo de 25 puntos. El número de datos puntuales a ser tomados a lo largo de cada lado del ducto depende de que tan extenso sea cada lado. Para laterales menores a 30 pulgadas, se deben tomar 5 puntos transversales a lo largo de ese lateral. Para laterales de 30 a 36 pulgadas, deben tomarse 6 puntos. Y para laterales mayores a 36 puntos, deben tomarse 7 puntos. Para obtener la profundidad de inserción de la sonda en el ducto, multiplique los números de la tabla por las medidas del ducto.

Ducteria circular:

- Utilizando el método del "Log-Tchebycheff", se divide el ducto en círculos concéntricos, cada uno de ellos con la misma superficie. Se toma la misma cantidad de lecturas por cada área circular con el objeto de lograr el mejor promedio. Generalmente, se encuentran 3 círculos concéntricos (6 puntos de medición por diámetro) en ductos menores a 10 pulgadas y de 4 a 5 círculos concéntricos (8 o 10 puntos de medición por diámetro) en ductos mayores a 10 pulgadas.
- El método preferido consiste en realizar 3 agujeros en el ducto separados en ángulos de 60°, tal como se muestra en la figura. Se obtienen entonces 3 líneas transversales que cubren el ducto, contando con las velocidades promedio de las tomadas en cada punto de medición

5. Introducir el tubo Pitot y registrar las velocidades, asegurando estabilidad de la lectura.
6. Registrar los valores en el formato F-02
7. Sellar e identificar las perforaciones realizadas.
8. Transcriba los datos al informe en la tabla correspondiente.
9. Adjuntar copia del formato o evidencia fotográfica en el informe final.

Tipo B: Medición en rejillas

Se utiliza cuando no es posible realizar mediciones en los ductos.

1. Verifique que el sistema esté en funcionamiento.
2. Ubique la campana del balómetro previamente conectado al multímetro, debajo de las rejillas asegurándose de que cubra el área total de esta.
3. Realice mínimo 3 mediciones y registre en el plano del área correspondiente
4. Realice la sumatoria de los caudales medidos y compárelos con los valores de diseño del área.
5. Adjuntar registros o evidencia al informe final

III. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

El cliente debe suministrar previamente los criterios internos de trabajo.

Valor de diseño ± 20%

IV. CALIBRACION DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

N°	Equipo	Marca	Serie	Calibración		Observaciones
				Fecha Próx Calibración	N° Informe	
1	Multimetro	Shortridge	M25434	05/2027	250993	Ninguna
Verificó: Karen Mora / Ing. Validaciones						

V. CÁLCULOS Y FÓRMULAS

Área ducto rectangular (ft²):	$\text{Área} = \frac{L" \times A"}{144}$
Área ducto circular (ft²):	$\text{Área} = \pi r^2$
Caudal (CFM o m³/h):	$\text{Caudal} = \text{Velocidad promedio} \times \text{Área}$
Porcentaje de caudal:	$\% = \frac{\text{Caudal medido}}{\text{Caudal de diseño}} \times 100$

Formato de unidades:

1. las lecturas realizadas en fpm y CFM, se deben registrar sin cifras decimales.
2. las lecturas realizadas en m/s y m3/h registrar con una sola cifra decimal.

VI.RESULTADOS

Medición de caudales en rejillas:

Ubicación	Caudal suministro (cfm)	
	N°	Medido
Laboratorio	S1	413
		420
		425
	Promedio	**419**
Laboratorio	S2	427
		420
		425
	Promedio	**424**
Laboratorio	S3	519
		510
		515
	Promedio	**515**
Laboratorio	S4	490
		492
		491
	Promedio	**491**
Esclusa	S5	187
		190
		189
	Promedio	**189**
Pasillo	S6	174
		176
		176
	Promedio	**175**
Total Caudal suministro - UMA		**2213**

Caudal Calculado (Q)	**2213**	**cfm**
Caudal de diseño	**2783**	**cfm**
% de Caudal de aire suminstrado	**80%**	**%**

Tolerancia permitida	**±20**	**%**
Tolerancia obtenida	**±20**	**%**
RESULTADO	CUMPLE	

RESULTADOS

¿Cumple criterios de aceptación?	Sí ■ No □ N/A □
Observaciones: Ninguna	

PRUEBA No. 3: PRESIÓN DIFERENCIAL EN BANCOS DE FILTROS EN EQUIPOS

I.OBJETIVO

Registrar la caída de presión en cada banco de filtros del sistema de ventilación, verificando que los valores se mantengan dentro del rango de operación especificado por el fabricante. Esto permite evaluar el estado y desempeño de los filtros, asegurando su correcto funcionamiento dentro de los límites establecidos.

II.PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

Tenga en cuenta que antes de iniciar las mediciones el técnico debe conocer la presión mínima y máxima de los filtros determinada por el fabricante en la ficha técnica, suministrada previamente por el cliente.

1. Asegúrese de que el equipo de ventilación se encuentre encendido y operando bajo condiciones normales.
2. Determinar la etapa a evaluar dentro de cada unidad manejadora, de ventilación o extracción (pre-filtro, filtro intermedio, filtro HEPA, etc.).
3. Localice el punto de medición correspondiente al banco de filtros donde se realizará la lectura.
4. Documente los datos generales de los filtros, incluyendo marca, dimensiones, presión inicial y presión máxima recomendada.
5. Conecte correctamente las mangueras a los puertos del medidor diferencial y configure las unidades de medición según el sistema (Pa o in.wg).
6. Inserte la manguera del medidor diferencial en el puerto de presión y esperar a que la lectura se estabilice. Repetir la medición dos veces adicionales, con intervalos de un minuto entre cada una, para obtener un promedio confiable.
7. Anote los valores obtenidos en el formato DS-FTT-CQ-03.
8. Si las etapas de filtración poseen manómetro, realice la comparación con las mediciones tomadas y consigne en el formato.
9. Transcriba los resultados en la tabla correspondiente del informe.
10. Adjuntar al informe final una copia del formato DS-FTT-CQ-03 y/o evidencias fotografías de las mediciones realizadas.

III. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Información suministrada por fabricante de los filtros					
Etapa	Ubicación	Clasificación Merv	Porcentaje de Eficiencia	Presión (in.ca)	
				Inicial	Máx. o Recomendada
NA	NA	NA	NA	NA	NA

IV. CALIBRACION DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

N°	Equipo	Marca	Serie	Calibración		Observaciones
				Fecha Próx. calibración	N° Informe	
NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NA						

V. CALCULOS Y FORMULAS

Análisis estadístico con intervalo de confianza del 95%	$LMD = Z\left(\frac{S}{\sqrt{n}}\right)$
	***Z**: Constante según tabla (1.96 para 95%)* ***S**: Desviación estándar* ***n**: Número de muestras*
Límites del intervalo de confianza:	$\text{Límite inferior} = \bar{X} - LMD$ $\text{Límite superior} = \bar{X} + LMD$

Formato de unidades:

1. Si las lecturas se expresan en Pascales (Pa), registrar sin cifras decimales.
2. Si se expresan en pulgadas de columna de agua (in.wg), registrar con una sola cifra decimal.

VI.RESULTADOS

No Aplica.

RESULTADOS

¿Cumple criterios de aceptación?	Sí ☐ No ☐ N/A ■

Observaciones: El Equipo no tiene manómetros.

PRUEBA No. 4: INTEGRIDAD Y FUGAS DE FILTROS EN EQUIPOS

I.OBJETIVO

Comprobar la integridad y hermeticidad de los filtros absolutos instalados en los equipos de ventilación, asegurando que no existan fugas ocasionadas por rupturas, perforaciones, desgaste o daños en la superficie filtrante y sus empaques.

Verificar que el filtro cumpla con los parámetros de fabricación establecidos por el fabricante.

II.PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

Método 1: ensayo con contador de partículas:

El ensayo consiste en la inyección de un aerosol de prueba aguas arriba del filtro y la detección de fugas aguas abajo mediante el escaneo de la superficie del filtro y del marco de montaje utilizando el contador de partículas.

1. Confirmar que el sistema de ventilación esté en funcionamiento y exista flujo de aire en el ducto de descarga de la UMA.
2. Configurar el contador de partículas en unidades de ft^3 o m^3, seleccionando el canal de 0,3 µm.
3. Colocar el primer contador aguas arriba (antes del filtro absoluto) y generar el aerosol de prueba. Registrar la concentración medida en el formato
4. Mientras se genera el aerosol, realizar el barrido o escaneo de la cara del filtro aguas abajo (después del filtro). La sonda debe ser circular, con un diámetro de 3,6 cm, desplazándose a una velocidad igual o menor a 8 cm/s.
5. Ubicar el segundo contador de partículas aguas abajo y efectuar la medición simultánea, registrando los valores obtenidos en el mismo formato.
6. Descargar la data del equipo o imprimir la tirilla de resultados y trasladar la información a las tablas del informe correspondiente.

Método 2: ensayo con fotómetro:

En este método, se inyecta un aerosol de referencia aguas arriba del filtro HEPA y se realiza un escaneo detallado aguas abajo utilizando una sonda conectada al fotómetro.

1. Verificar que el sistema de ventilación esté encendido y que exista flujo de aire en los ductos de suministro o salidas terminales.
2. Ajustar la concentración del aerosol entre 1 mg/m³ y 100 mg/m³ antes del filtro.
3. Cargar el generador de aerosol con PAO (Polyalphaolefin), asegurando que la presión de inyección esté entre 20 y 23 psi.
4. Iniciar la generación del aerosol aguas arriba del filtro.
5. Ejecutar el barrido de la superficie del filtro aguas abajo, manteniendo la sonda del fotómetro a 3 cm de distancia, con una velocidad aproximada de 5 cm/s. La sonda debe tener una entrada rectangular de 8 cm.
6. Si el escaneo directo sobre la superficie no es posible, realizar la medición a una distancia de 30 cm a 100 cm aguas abajo, en un punto donde la mezcla del aerosol sea homogénea.
7. Recorrer toda la superficie del filtro, incluyendo el perímetro y las uniones con el marco o sellos.
8. Tomar las mediciones en intervalos adecuados entre cada filtro, garantizando la estabilidad de la generación del aerosol.
9. En caso de detectar una posible fuga, mantener la sonda fija sobre el punto hasta confirmar la lectura.
10. Si se confirma la fuga, notificar al cliente y, con su autorización, proceder a la reparación aplicando sellador de silicona antihongos. Si el daño no es reparable, solicitar el reemplazo del filtro.
11. Tras la reparación o sustitución, repetir el escaneo completo para confirmar la eliminación de la fuga.
12. Imprimir los resultados del fotómetro o, si no es posible, registrar las lecturas en el formato de campo junto con evidencias fotográficas.
13. Descargar los datos y transcribir los resultados en las tablas del informe.
14. Adjuntar al informe final copia del formato de campo y/o los registros fotográficos del procedimiento.

III. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Método 1: Contador de partículas	Método 2: Fotómetro
El tamaño de partícula a contar debe ser **≥ 0,3 µm**.	Cualquier lectura superior o igual al límite establecido durante el escaneo debe confirmarse manteniendo la sonda en la posición exacta donde se registre la lectura máxima.
Las reparaciones (incluidas las realizadas por el fabricante) no deben cubrir más del **0,5 % del área efectiva** del filtro, excluyendo el marco, y cada reparación individual no debe superar **3 cm** de longitud.	La **penetración admisible** es **≤ 10^{-4} (0,0001 µg/L o 0,01 %)**.
La **penetración máxima admisible** es **< 0,01 %**.	Las reparaciones solo se aceptan previa aprobación del cliente.
Toda reparación debe contar con **autorización del cliente**.	Los filtros deben considerarse **íntegros y libres de fugas**, permitiéndose un **máximo del 3 % del área reparada**, con reparaciones individuales **menores a 3,8 cm**.
Referencia: ISO 14644-3: 2021 (B.7.1.3 – B.7.3.4 – B.7.6); UNE 1822-4 (8.5.4)	La **velocidad de escaneo recomendada** es **aproximadamente 5 cm/s**.
	Referencia: ISO 14644-3: 2021 (B.7.1.2 – B.7.2.4 – B.7.3.3 – B.7.6); UNE 1822-4 (8.5.4); IEST RP-CC034-1; NSF 49: 2019.

IV. CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

N°	Equipo	Marca /Serie	Calibración		Observaciones
			Fecha Próxima Calibración	N° Informe	
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Verificó: N/A					

V. CÁLCULOS Y FÓRMULAS

Contador de Partículas	
Eficiencia real del filtro HEPA (%)	$\frac{\text{Promedio aguas abajo}}{\text{Promedio aguas arriba}} \times 100$
Penetración (%)	$100 - \text{Eficiencia real}$

VI.RESULTADOS

No Aplica.

RESULTADOS

¿Cumple criterios de aceptación?	Sí ☐ No ☐ N/A ■
Observaciones: El equipo no posee filtros HEPA , por lo tanto esta prueba no aplica.	

4 CALIFICACIÓN DE DESEMPEÑO (PQ)

PRUEBA No. 1: DIFERENCIAL DE PRESIÓN EN FILTROS TERMINALES (ÁREAS)

I.OBJETIVO

Registrar la caída de presión en los bancos de filtros terminales del sistema de aire y verificar que los valores obtenidos se encuentren dentro del rango de operación especificado por el fabricante.

Este procedimiento permite confirmar que los filtros mantienen su desempeño y no presentan obstrucción o deterioro que afecte el flujo de aire.

II.PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

El ensayo se realiza utilizando un medidor de presión diferencial calibrado, únicamente en las áreas donde los filtros terminales cuenten con puerto de medición habilitado.

1. Verifique que el sistema de aire se encuentre operativo y exista flujo constante en los difusores de suministro.
2. Identifique correctamente el punto de toma de presión del banco de filtros terminales.
3. Documente la información del filtro (marca, modelo, dimensiones, presión inicial y presión máxima recomendada por el fabricante si es visible).
4. Acople las mangueras a los puertos de alta y baja presión del medidor diferencial, configurando las unidades de medida requeridas (Pa o in.wg).
5. Inserte la manguera del medidor en el puerto de medición del filtro terminal y esperar a que la lectura se estabilice. Repetir la medición dos veces más con intervalos de un minuto entre cada lectura para obtener un promedio representativo.
6. Anote las lecturas obtenidas en el formato.
7. Transcriba los resultados al cuadro correspondiente dentro del informe final.
8. Adjunte al informe final la copia del formato de campo, así como evidencia fotográfica o registros del equipo durante la medición.

III. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Información suministrada por fabricante de los filtros			
Clasificación Merv	Porcentaje de Eficiencia	Presión (unidad de medida)	
		Inicial	Máx. o Recomendada
N/A	N/A	N/A	N/A

IV. CALIBRACION DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

N°	Equipo	Marca	Serie	Calibración		Observaciones
				Fecha Próx. calibración	N° Informe	
1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Verifico: **N/A**						

V. CÁLCULOS Y FÓRMULAS

Análisis estadístico con intervalo de confianza del 95%	$$LMD = Z\left(\frac{S}{\sqrt{n}}\right)$$
	***Z**: Constante según tabla (1.96 para 95%)* ***S**: Desviación estándar* ***n**: Número de muestras*
Límites del intervalo de confianza:	$$\text{Límite inferior} = \bar{X} - LMD$$ $$\text{Límite superior} = \bar{X} + LMD$$

Formato de unidades:

1. Si las lecturas se expresan en Pascales (Pa), registrar sin cifras decimales.
2. Si se expresan en pulgadas de columna de agua (in.wg), registrar con una sola cifra decimal.

VI.RESULTADOS

No Aplica.

VII.EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS

No Aplica.

RESULTADOS

¿Cumple criterios de aceptación?	Sí ☐ No ☐ N/A ■

Observaciones: El área no tiene filtros terminales, por lo tanto, esta prueba No aplica.

PRUEBA No. 2: INTEGRIDAD Y FUGAS EN FILTROS TERMINALES (ÁREAS)

I.OBJETIVO

Verificar la ausencia de fugas en los filtros absolutos instalados en las áreas, identificando posibles daños por rupturas, perforaciones, desgaste o golpes en la superficie filtrante y en las juntas de sellado.

Evaluar la integridad de los filtros absolutos de acuerdo con los parámetros y tolerancias especificadas por el fabricante.

II.PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

Método: ensayo con fotómetro

El ensayo consiste en la inyección controlada de un aerosol de prueba aguas arriba del filtro y el escaneo de su superficie aguas abajo, utilizando una sonda conectada al fotómetro para detectar posibles fugas en el medio filtrante, el marco o el sistema de sellado.

1. Asegurarse de que el sistema de aire esté operativo y que exista flujo continuo en los difusores, rejillas y filtros terminales del área.
2. La concentración de aerosol de ensayo, antes del filtro absoluto, debe mantenerse entre 1 mg/m^3 y 100 mg/m^3.
3. Llenar el generador con PAO (Polyalphaolefin), ajustando la presión de inyección entre 20 y 23 psi.
4. Introducir el aerosol aguas arriba del filtro absoluto, asegurando una dispersión uniforme.
5. Realizar el recorrido de medición aguas abajo con la sonda del fotómetro a una distancia aproximada de 3 cm de la superficie del filtro o su marco. La velocidad de desplazamiento debe ser de 5 cm/s, utilizando una sonda rectangular de 8 cm de ancho.
6. Inspeccionar toda la superficie filtrante, el perímetro, las juntas y el sellado entre el filtro y su estructura de soporte
7. Las lecturas deben tomarse en intervalos regulares entre filtros, manteniendo la estabilidad del aerosol y del flujo.
8. Si el fotómetro indica una fuga, mantener la sonda en el punto detectado para confirmar la lectura.

9. En caso de confirmar una fuga:
   - Notificar al cliente.
   - Si la fuga se encuentra dentro de los límites aceptables, proceder a sellar la zona afectada con silicona antihongos, previa autorización del cliente.
   - Si el daño es irreparable, solicitar el reemplazo del filtro.
10. Repita el escaneo del filtro reparado o reemplazado para garantizar la eliminación total de fugas.
11. Imprimir la tirilla del fotómetro o, en su defecto, registrar los valores en el formato Incluir evidencia fotográfica.
12. Exportar los datos del fotómetro y transcribirlos en las tablas correspondientes del informe.
13. Anexar al informe final una copia del formato de campo.

III. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Nº	Criterio	Valor / Condición	Referencia
1	Penetración máxima admisible	≤ 10^{-4} (0,0001 µg/L o 0,01%)	ISO 14644-3:2021 B.7.1.2 – B.7.2.4
2	Reparación de fugas	Solo con aprobación del cliente	ISO 14644-3:2021 B.7.6; UNE 1822-4 8.5.4
3	Condición del filtro	Filtros íntegros, sin fugas, con máximo 3 % del área reparada; cada reparación < 3,8 cm	IEST RP-CC034-1 / NSF 49:2019
4	Velocidad de escaneo	5 cm/s ± 1 cm/s	ISO 14644-3:2021 B.7.3.3

IV. CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

N°	Equipo	Marca /Serie	Calibración		Observaciones
			Fecha Próxima Calibración	N° Informe	
1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Verifico: N/A					

AEROSOL PAO						
No.	**Producto**	**Marca**	**N° Informe**	**Fecha de Elaboración**	**Fecha de apertura recipiente**	**Fecha de caducidad**
1	N/A	N/A	N/A	N/A		N/A
Verifico: N/A						

V. CÁLCULOS Y FÓRMULAS

Contador de Partículas	
Eficiencia real del filtro HEPA (%)	$\frac{\text{Promedio aguas abajo}}{\text{Promedio aguas arriba}} \times 100$
Penetración (%)	$100 - \text{Eficiencia real}$

VI.RESULTADOS

No Aplica.

RESULTADOS

¿Cumple criterios de aceptación?	Sí ☐ No ☐ N/A ■
Observaciones: El área no tiene filtros terminales, por lo tanto, esta prueba No aplica.	

PRUEBA No. 3: MEDICIÓN DE CAUDALES EN DIFUSORES, REJILLAS Y PUNTOS DE EXTRACCIÓN

I.OBJETIVO

Medir los caudales de aire en los difusores de suministro y en las rejillas de extracción del sistema HVAC, y comparar los resultados obtenidos con los valores registrados en las mediciones directas de los equipos de ventilación y extracción.

II.PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

1. Asegúrese que el sistema de aire esté encendido y con flujo normal a través de los difusores y rejillas.
2. Arme la campana del balómetro según el tamaño de la rejilla o difusor a medir.
3. Conecte el instrumento al multímetro o medidor de caudal
4. Programe la unidad de medida deseada.
5. Realice las mediciones en cada punto (difusor o rejilla), registrando mínimo tres lecturas consecutivas una vez estabilizada la lectura.
6. Anote los valores obtenidos en el formato o en el plano de caudales del área correspondiente.
7. Compare los resultados con las especificaciones de diseño. Si se observan desviaciones significativas, proceder al balanceo de caudal, previa autorización del cliente.
8. En caso de realizar ajustes, reporte las nuevas mediciones en el formato o plano.
9. Consolide las lecturas promedio en la tabla de resultados.
10. Repita el procedimiento en las rejillas de extracción o retorno, registrando las mediciones finales después del balanceo.
11. Adjuntar al informe final copia del formato de campo o plano de los caudales verificados.

III. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Prueba de carácter informativo.

Se comparan los valores medidos con los caudales de diseño y los medidos directamente en los equipos:

Equipo	Caudal de Diseño	Unidad de Medida	Valor de Caudal Medido en Equipos	Unidad de Medida
UMA	2783	cfm	NO MEDIDO	cfm
Extractor	770	cfm	NO MEDIDO	cfm

IV. CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

N°	Equipo	Marca	Serie	Calibración		Observaciones
				Fecha Próxima Calibración	N° Informe	
1	Multimetro y Balometro	Shortridge	M25434	05/2027	250993	N/A
Verificó: Karen Mora / Ing. Validaciones						

V. CÁLCULOS Y FÓRMULAS

%Caudal de Suministro	$\frac{\sum \text{Caudal medido}}{\text{Caudal de diseño}} \times 100$
%Aire de Retorno	$\frac{\sum \text{Caudal medido en retorno}}{\sum \text{Caudal de suministro}} \times 100$
%Caudal de Extracción	$\frac{\sum \text{Caudal medido}}{\text{Caudal de diseño}} \times 100$

VI.RESULTADOS

Ubicación	Caudal suministro (cfm)		Caudal Extración (cfm)	
	N°	Medido	N°	Medido
Laboratorio	S1	413	E1	682
		420		680
		425		680
	Promedio	**419**	Promedio	**681**
Laboratorio	S2	427	E2	56
		420		55
		425		50
	Promedio	**424**	Promedio	**54**
Laboratorio	S3	519		
		510		
		515		
	Promedio	**515**		
Laboratorio	S4	490		
		492		
		491		
	Promedio	**491**		
Esclusa	S5	187		
		190		
		189		
	Promedio	**189**		
Vestier	S6	174		
		176		
		176		
	Promedio	**175**		
Total Caudal suministro - UMA		**2213**	**Total Caudal**	**734**

CUADRO RESUMEN CAUDAL DE SUMINISTRO		
EQUIPO	**CAUDAL DISEÑO (ÁREA)**	**CAUDAL Σ EN REJILLAS**
	(cfm)	
UMA	2783	2213
% aire suministrado respecto al diseño		**80%**

CUADRO RESUMEN CAUDAL DE EXTRACCIÓN		
EQUIPO	**CAUDAL DISEÑO (ÁREA)**	**RETORNO Σ EN REJILLAS**
	(cfm)	
EXTRACTOR	770	734
% aire retornado respecto al diseño		**95%**

RESULTADOS

¿Cumple criterios de aceptación?	Sí ☐ No ☐ N/A ■
Observaciones: Esta prueba es de carácter Informativo.	

PRUEBA No. 4: RENOVACIONES DE AIRE POR HORA

I.OBJETIVO

Calcular el número de renovaciones de aire por hora en cada área, utilizando los valores promedio de caudal obtenidos en la Prueba N° 3 (difusores y rejillas).

II.PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

1. Reportar los valores de caudal promedio de suministro y extracción de la prueba anterior en el formato
2. Calcular el volumen del área o cuarto:
   - Si el caudal se expresa en CFM, el volumen debe calcularse en ft^3.
   - Si el caudal se expresa en m^3/h, el volumen debe calcularse en m^3.
3. Determinar los CAH según la condición del cuarto:
   - En cuartos de presión positiva, usar el caudal de suministro.
   - En cuartos de presión negativa, usar el caudal de extracción.
4. Calcular el número de cambios de aire por hora y registrar los resultados en la tabla de datos.
5. Adjuntar al informe final copia del formato de campo.

III. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

De acuerdo con el diseño del sistema o los valores definidos en los documentos internos del cliente (Especificaciones de diseño)

IV. CALIBRACION DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

N°	Equipo	Marca	Serie	Calibración		Observaciones
				Fecha Próxima Calibración	N° Informe	
1	Multimetro	Shortridge	M25434	05/2027	250993	N/A
Verificó: Karen Mora / Ing. Validaciones						

V. CÁLCULOS Y FÓRMULAS

Si el volumen está en ft³:	$CAH = \frac{(\text{Caudal de suministro promedio (CFM)} \times 60)}{\text{Volumen del cuarto (ft}^3\text{)}}$
Si el volumen está en m³:	$CAH = \frac{\text{Caudal de extracción (m}^3\text{/h)}}{\text{Volumen del cuarto (m}^3\text{)}}$

VI.RESULTADOS

Especificaciones: ≥20 CAH				***Cumple***	
Ubicación	***Volumen (ft³)***	***Caudal Prom. (cfm)***	***CAH calculado***	***Si***	***No***
Laboratorio	*2952,0*	*1849*	***38***	*X*	-
Esclusa	*233,0*	*189*	***49***	*X*	-
Vestier	*492,0*	*175*	***21***	*X*	-

RESULTADOS

¿Cumple criterios de aceptación?	Sí ■ No □ N/A □
Observaciones: Ninguna.	

PRUEBA No. 5: DETERMINACIÓN DEL VALOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL Y DIRECCIÓN DEL FLUJO DE AIRE ENTRE ÁREAS

I.OBJETIVO

Verificar los diferenciales de presión entre cuartos y áreas de proceso.

Determinar el sentido del flujo de aire conforme al diseño del sistema HVAC.

II.PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

La medición se realiza con un medidor de presión diferencial calibrado, verificando tanto el valor numérico del diferencial como el sentido del flujo entre áreas.

1. Confirmar que el sistema de aire esté en operación normal.
2. Asegurar que todas las puertas de los cuartos y esclusas permanezcan cerradas.
3. Conectar las mangueras a los puertos de presión del instrumento
4. Programar en modo presión diferencial, seleccione la unidad de mediada deseada.
5. Introducir la manguera por debajo de la puerta
6. registrar la lectura una vez estabilizada; repetir el procedimiento tres veces con intervalos de un minuto.
   - Si el valor de lectura es positivo (+), el flujo de aire se dirige del cuarto hacia el exterior. Confirmar visualmente usando un hilo rastreador, dejando evidencia fotográfica o videográfica.
   - Si el valor es negativo (−), el flujo de aire es hacia el interior del cuarto. Confirmar igualmente con el hilo rastreador y registrar evidencia.
7. Anote todos los valores y sentidos de flujo en el plano suministrado por el cliente.
8. Incorporar los resultados finales después de los ajustes y balanceos en la tabla correspondiente.
9. Adjuntar al informe final la documentación de soporte (planos o formatos firmados).

III. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Parámetro	Valor / Referencia
Presión diferencial	0,02 In.ca para áreas adyacentes de igual clasificación.
Sentido del flujo	De acuerdo con el plano

IV. CALIBRACÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

N°	Equipo	Marca	Serie	Calibración		Observaciones
				Fecha Próxima Calibración	N° Informe	
1	Multimetro	Shortridge	M25434	05/2027	250993	N/A
Verificó: Karen Mora / Ing. Validaciones						

V. CÁLCULOS Y FÓRMULAS

Análisis estadístico con intervalo de confianza del 95%	$LMD = Z\left(\frac{S}{\sqrt{n}}\right)$
	***Z**: Constante según tabla (1.96 para 95%)* ***S**: Desviación estándar* ***n**: Número de muestras*
Límites del intervalo de confianza:	$\text{Límite inferior} = \bar{X} - LMD$ $\text{Límite superior} = \bar{X} + LMD$

VI.RESULTADOS

					Resultado							
Sentido Flujo	**Cuarto**		**Cuarto**	**Criterio**	**Presion diferencial (in.ca)**			**prom. (in.ca)**	**N° muest.**	**Desv**	**LDC**	**Resultado**
Positivo	Laboratorio	a	Esclusa	**≥ 0,02**	0,117	0,119	0,113	0,116	3	0,003	0,003	**CUMPLE**
Positivo	Esclusa	a	Exterior	**≥ 0,02**	0,088	0,087	0,089	0,088	3	0,001	0,001	**CUMPLE**
Positivo	Vestier	a	Esclusa	**≥ 0,02**	0,065	0,064	0,063	0,064	3	0,001	0,001	**CUMPLE**

RESULTADOS

¿Cumple criterios de aceptación?	Sí ■ No □ N/A □
Observaciones: Ninguna.	

PRUEBA No. 6: CLASIFICACIÓN DE AIRE

CONTEO DE PARTÍCULAS NO VIABLES

I.OBJETIVO

Clasificar la calidad del aire suministrado a las diferentes áreas, verificando su cumplimiento con los límites establecidos en el Informe 45 de la OMS (Anexo 6) y la Resolución 1160 de 2016, según los estándares de limpieza correspondientes a cada grado o clase ISO.

II.PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

1. Asegurar que el sistema de aire acondicionado esté en funcionamiento y que exista flujo continuo en los difusores de suministro.
2. Programar el contador de partículas para medir en los canales de 0,5 µm y 5,0 µm, seleccionando las unidades de volumen adecuadas (ft^3 o m^3).
3. Tiempo de muestreo:
   - Aire Grado D / ISO 8: tiempo mínimo de conteo 1 minuto.
   - Aire Grado C / ISO 7: tiempo mínimo de conteo 3 minutos.
   - Aires Grado A y B / ISO 5: conteo continuo durante el tiempo calculado según el volumen de muestreo del contador.
4. Calcular el número de puntos de muestreo de acuerdo con el área del cuarto, esclusa o pasillo, siguiendo los criterios establecidos en la Tabla A.1 de la norma *ISO 14644-3:2021*.
5. Colocar el contador en los puntos determinados, a una altura mínima de 90 cm sobre el nivel del piso, e iniciar las mediciones.
6. Mantener las puertas cerradas y garantizar que el flujo de aire y las condiciones de presión permanezcan constantes durante toda la prueba.
7. Anotar las ubicaciones de muestreo y las lecturas obtenidas en el formato
8. Evidencia del conteo:
   - Si el contador de partículas cuenta con impresora interna, imprima la tirilla de los conteos Si el contador posee impresora integrada, imprimir la tirilla de datos al finalizar la medición.
   - Si no dispone de impresora, descargar la información mediante el software oficial del fabricante y asegurar la correcta correlación con la localidad de muestreo registrada.
9. Transcribir los valores obtenidos por área en el informe.
10. Adjunte al informe final copia del formato de campo

III. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Clasificación de Aire	Grado	Límite máximo (partículas/m³)	Referencia
ISO 8	D	0,5 µm ≤ 3.520.000 5,0 µm ≤ 29.000	OMS Informe 45 – Anexo 6, Tabla 1
ISO 7	C	0,5 µm ≤ 352.000 5,0 µm ≤ 2.900	OMS Informe 45 – Anexo 6, Tabla 1

IV. CALIBRACION DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

N°	Equipo	Marca /Serie	Calibración		Observaciones
			Fecha Próxima Calibración	N° Informe	
1	Contador de partículas	MET ONE	**12/11/2026**	2504997561	Sin Accesorios
Verificó: Karen Mora / Ing. Validaciones					

V. CÁLCULOS Y FÓRMULAS

- ***Determinación número de puntos de conteos de partículas***

Tabla A.1 de la norma ISO 14644-1:2015

Cálculo del volumen mínimo de muestra	$$V_s = \frac{20}{C_{n,m}}$$
	***Vs**: volumen mínimo de muestra único por punto (L)* ***Cn,m:** límite de clase (número máximo de partículas/m³) para el tamaño de partícula más grande considerado* ***20**: número mínimo de partículas contadas si la concentración está en el límite de clase*

ÁREA	Clasificación de Aire requerida		Área m^2	No. De Puntos (ISO 14644-1:2015 Tabla A.1)
	GRADO (OMS Informe 45)	ISO 14644-1:2015		
Laboratorio	**D**	**ISO 8**	34	**9**
Esclusa	**D**	**ISO 8**	3	**2**
Vestier	**D**	**ISO 8**	6	**3**

- ***Volumen de muestra y tiempo de muestreo por punto***

(ISO 14644-1:2015 - Numeral A.4.4)

Rata de Muestreo Contador de Partículas	2,83 L/min (0,1 cfm)

Tiempo Mínimo de Muestreo por Localidad	1 min

- **<u>Cálculo de Volumen mínimo de Muestra:</u>**

Volumen de muestreo para áreas Clase D – ISO 8

Volumen de muestreo (Vs):	20	÷	29000	x	1000	**Vs:**	**0,690**	**Litros**
No. Min de muestro x punto:	0,69	÷	2,83	L		**No. Min.:**	**0,24**	**minutos**

Volumen de muestreo para áreas Clase C – ISO 7

Volumen de muestreo (Vs):	20	÷	2900	x	1000	**Vs:**	**6,90**	**Litros**
No. Min de muestro x punto:	6,90	÷	2,83	L		**No. Min.:**	**3**	**minutos**

- **Análisis Estadístico intervalo de confianza 95%**

Análisis estadístico con intervalo de confianza del 95%	$LMD = Z\left(\frac{S}{\sqrt{n}}\right)$
	***Z**: Constante según tabla (1.96 para 95%)* ***S**: Desviación estándar* ***n**: Número de muestras*
Límites del intervalo de confianza:	$\text{Límite inferior} = \bar{X} - LMD$ $\text{Límite superior} = \bar{X} + LMD$

VI.RESULTADOS

Area	Laboratorio	Contador S/N	2504997561	Date	2026-09-22
Criterio Aceptación					
Grado	D	Clase	ISO 8	0,5 µm ≤ 3.520.000	5,0 µm ≤ 29.000

Time	Punto	Tiempo de muestreo	Localidad	0,5µm	5,0µm	0,5µm	5,0µm	Grado	Clase	Cumple
		min.		(ft3)		(m3)				
10:54:02	1	1	lab elec base	73250,0	190,0	2578400,0	6688,0	D	ISO 8	SI
10:55:02		1	lab elec base	74640,0	160,0	2627328,0	5632,0	D	ISO 8	SI
10:56:02		1	lab elec base	73360,0	180,0	2582272,0	6336,0	D	ISO 8	SI
10:57:02	2	1	lab elec base	70250,0	110,0	2472800,0	3872,0	D	ISO 8	SI
10:58:02		1	lab elec base	67920,0	80,0	2390784,0	2816,0	D	ISO 8	SI
10:59:02		1	lab elec base	68400,0	80,0	2407680,0	2816,0	D	ISO 8	SI
11:00:02	3	1	lab elec base	66310,0	110,0	2334112,0	3872,0	D	ISO 8	SI
11:01:02		1	lab elec base	68090,0	60,0	2396768,0	2112,0	D	ISO 8	SI
11:02:02		1	lab elec base	75450,0	100,0	2655840,0	3520,0	D	ISO 8	SI
11:03:02	4	1	lab elec base	76100,0	90,0	2678720,0	3168,0	D	ISO 8	SI
11:04:02		1	lab elec base	74360,0	50,0	2617472,0	1760,0	D	ISO 8	SI
11:05:02		1	lab elec base	75270,0	50,0	2649504,0	1760,0	D	ISO 8	SI
11:06:02	5	1	lab elec base	73450,0	70,0	2585440,0	2464,0	D	ISO 8	SI
11:07:02		1	lab elec base	72780,0	90,0	2561856,0	3168,0	D	ISO 8	SI
11:08:02		1	lab elec base	69600,0	70,0	2449920,0	2464,0	D	ISO 8	SI
11:09:02	6	1	lab elec base	71210,0	120,0	2506592,0	4224,0	D	ISO 8	SI
11:10:02		1	lab elec base	69640,0	120,0	2451328,0	4224,0	D	ISO 8	SI
11:11:02		1	lab elec base	69430,0	80,0	2443936,0	2816,0	D	ISO 8	SI
11:12:02	7	1	lab elec base	68180,0	140,0	2399936,0	4928,0	D	ISO 8	SI
11:13:02		1	lab elec base	68570,0	40,0	2413664,0	1408,0	D	ISO 8	SI
11:14:02		1	lab elec base	69780,0	60,0	2456256,0	2112,0	D	ISO 8	SI
11:15:02	8	1	lab elec base	71440,0	70,0	2514688,0	2464,0	D	ISO 8	SI
11:16:02		1	lab elec base	69910,0	90,0	2460832,0	3168,0	D	ISO 8	SI
11:17:02		1	lab elec base	69310,0	60,0	2439712,0	2112,0	D	ISO 8	SI
11:18:02	9	1	lab elec base	70930,0	120,0	2496736,0	4224,0	D	ISO 8	SI
11:19:02		1	lab elec base	68860,0	20,0	2423872,0	704,0	D	ISO 8	SI
11:20:02		1	lab elec base	69470,0	50,0	2445344,0	1760,0	D	ISO 8	SI

Análisis estadistico intervalo 95%						
Numero de muestras	27	Promedio	70961	91	2497844	3207
		Desviacion Estandar	2692,2	41,8	94765,9	1472,0
LMD 95% ±			1.016	16	35.746	555
Limite inferior del intervalo			69946	75	2462098	2652
Limite superior del intervalo			71977	107	2533590	3762

Area	Esclusa	Contador S/N	2504997561	Date	2026-09-22

Criterio Aceptación										
Grado	D	Clase	ISO 8	0,5 µm ≤	3.520.000	5,0 µm ≤	29.000			

Time	Punto	Tiempo de muestreo	Localidad	0,5µm	5,0µm	0,5µm	5,0µm	Grado	Clase	Cumple
		min.		(ft3)		(m3)				
11:45:25	1	1	esc per lab elec	85250,0	160,0	3000800,0	5632,0	D	ISO 8	SI
11:46:25		1	esc per lab elec	83410,0	140,0	2936032,0	4928,0	D	ISO 8	SI
11:47:25		1	esc per lab elec	81260,0	70,0	2860352,0	2464,0	D	ISO 8	SI
11:48:26	2	1	esc per lab elec	80241,0	90,0	2824483,2	3168,0	D	ISO 8	SI
11:49:26		1	esc per lab elec	78452,0	95,0	2761510,4	3344,0	D	ISO 8	SI
11:50:26		1	esc per lab elec	79412,0	90,0	2795302,4	3168,0	D	ISO 8	SI

Análisis estadistico intervalo 95%						
Numero de muestras	6	Promedio	81338	108	2863080	3784
		Desviacion Estandar	2563,0	34,6	90217,7	1218,1
LMD 95% ±			967	13	34.030	459
Limite inferior del intervalo			80371	94	2829050	3325
Limite superior del intervalo			82304	121	2897110	4243

Area	Vestier	Contador S/N	2504997561	Date	2026-09-22

Criterio Aceptación										
Grado	D	Clase	ISO 8	0,5 µm ≤	3.520.000	5,0 µm ≤	29.000			

Time	Punto	Tiempo de muestreo	Localidad	0,5µm	5,0µm	0,5µm	5,0µm	Grado	Clase	Cumple
		min.		(ft3)		(m3)				
11:53:17	1	1	vestier	69450,0	130,0	2444640,0	4576,0	D	ISO 8	SI
11:54:17		1	vestier	71240,0	150,0	2507648,0	5280,0	D	ISO 8	SI
11:55:17		1	vestier	70455,0	134,0	2480016,0	4716,8	D	ISO 8	SI
11:56:17	2	1	vestier	74512,0	131,0	2622822,4	4611,2	D	ISO 8	SI
11:57:17		1	vestier	73644,0	129,0	2592268,8	4540,8	D	ISO 8	SI
11:58:17		1	vestier	74326,0	127,0	2616275,2	4470,4	D	ISO 8	SI
11:59:17	3	1	vestier	74364,0	127,0	2617612,8	4470,4	D	ISO 8	SI
12:00:17		1	vestier	73145,0	129,0	2574704,0	4540,8	D	ISO 8	SI
12:01:17		1	vestier	72415,0	130,0	2549008,0	4576,0	D	ISO 8	SI

Análisis estadistico intervalo 95%						
Numero de muestras	9	Promedio	72617	132	2556111	4642
		Desviacion Estandar	1855,3	7,1	65308,0	250,4
LMD 95% ±			700	3	24.634	94
Limite inferior del intervalo			71917	129	2531476	4548
Limite superior del intervalo			73317	135	2580745	4737

RESULTADOS		
¿Cumple criterios de aceptación?	Sí ■	No □ N/A □
Observaciones: Ver tirilla contador de partículas anexo.		

CONTEOS DE PARTÍCULAS VIABLES MÉTODO DE MUESTREO VOLUMÉTRICO

I.OBJETIVO

Evaluar la calidad microbiológica del aire suministrado a las áreas, conforme a los límites establecidos en el Informe 45 de la OMS para partículas viables (monitoreo microbiológico ambiental).

II.PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

No Aplica.

III. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

No Aplica.

IV. CALIBRACION DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

N°	Equipo	Marca /Serie	Calibración		Observaciones
			Fecha Próxima Calibración	N° Informe	
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Verificó: N/A					

V. CÁLCULOS Y FÓRMULAS

No Aplica.

VI.RESULTADOS

No Aplica.

VII.EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS

No aplica.

RESULTADOS

¿Cumple criterios de aceptación?	Sí ☐ No ☐ N/A ■
Observaciones: No Aplica , no se realizo conteos de partículas viables	

PRUEBA No.7: TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE AMBIENTES

I.OBJETIVO

Determinar el tiempo (en minutos) que tarda cada área en recuperar su clasificación de aire después de una contaminación intencionada mediante la introducción de un aerosol, con las unidades manejadoras de aire (UMA) en funcionamiento.

Este ensayo permite evaluar la eficiencia del sistema de ventilación en el restablecimiento de las condiciones de limpieza especificadas por el diseño.

II.PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

1. Confirmar que el sistema de aire esté encendido y que exista flujo.
2. Programar el contador de partículas para los canales de 0,5 µm y 5,0 µm, con unidades de medición en ft^3.
3. Colocar el equipo en el centro del área, a una altura mínima de 90 cm sobre el nivel del piso.
4. Iniciar el equipo en modo de medición continua y muestrear mínimo dos (2) minutos en condiciones.
5. Iniciar la generación un aerosol en el área de ensayo durante un período continuo de un (1) minuto.
6. Continuar midiendo durante y después de la dispersión del aerosol, hasta que se alcance nuevamente la clasificación de aire requerida para el área.
   - Mantener las puertas cerradas y asegurar que el flujo de aire y el caudal suministrado permanezcan constantes durante toda la prueba.
7. Resultados:
   - Si el contador dispone de impresora integrada, generar la tirilla de datos al finalizar la medición.
   - Si no cuenta con impresora, descargar la información mediante el software oficial del fabricante y vincularla al registro de campo.
8. Registrar las áreas muestreadas en el formato y el tiempo total transcurrido desde la finalización de la generación del contaminante hasta que se restablece la clasificación del aire definida.
9. Transcribir los valores obtenidos por área en el informe.
10. Adjunte al informe final copia del formato de campo

III. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Tiempo orientativo de recuperación: menor de 20 minutos.

Referencia:

- *Informe 45 de la OMS*, Punto 4, Numeral 4.7.5
- *ISO 14644-3:2021*, Numeral B.4.3.4 (d)

IV. CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

N°	Equipo	Marca /Serie	Calibración		Observaciones
			Fecha Próxima Calibración	N° Informe	
1	Contador de partículas	MET ONE	**12/11/2026**	2504997561	Sin Accesorios
Verificó: Karen Mora / Ing. Validaciones					

V. CÁLCULOS Y FÓRMULAS

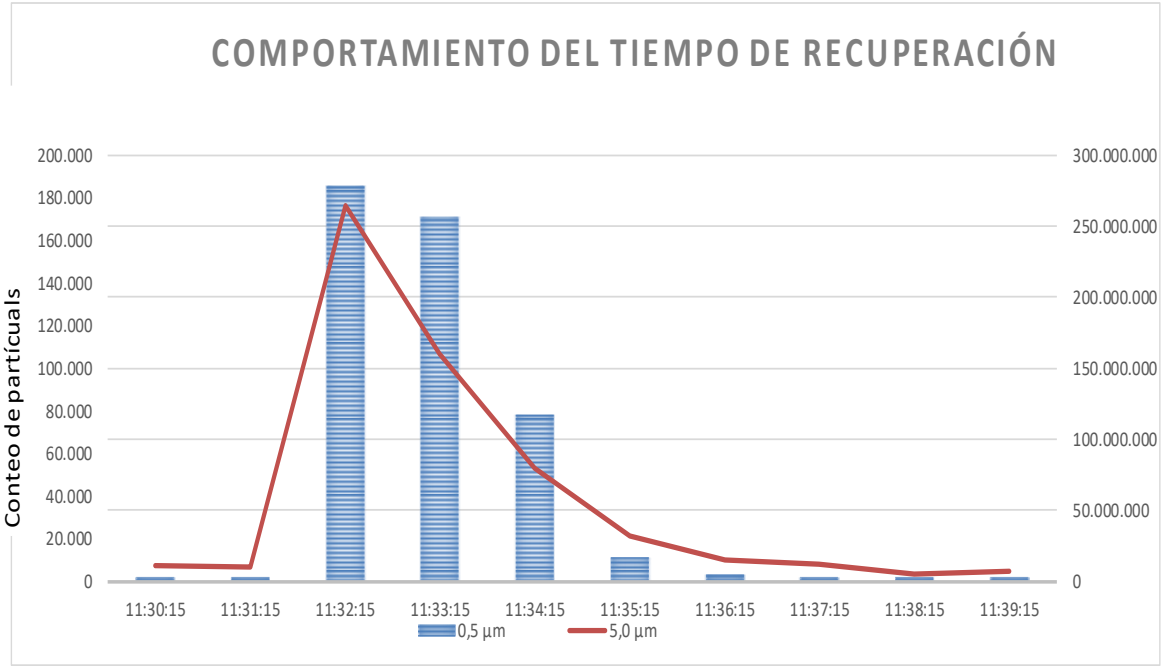
Definición del tiempo de recuperación 100:1 ($t_{0.01}$):	$$t_{0.01} = t_n - t_{100n}$$
	t_n: tiempo final, cuando la concentración de partículas alcanza el nivel de clasificación especificado. *t_{100n}: tiempo inicial, correspondiente a la concentración máxima detectada.*
El tiempo de recuperación 100:1 representa el periodo necesario para reducir la concentración inicial en un factor de 0,01 veces.	

VI.RESULTADOS

Área: Laboratorio

Contador particulas 2504997561			Tamaño de Partículas (ft³)		Tamaño de Partículas (m³)		Clasificación Obtenida		Limite para particulas del tamaño		Clasificación Requerida		Resultado
Fecha	Hora	Localidad Contador	0,5 µm	5,0 µm	0,5 µm	5,0 µm	Grado	Clase	≤ 0,5 µm	≤ 5,0 µm	Grado	Clase	
2026-09-22	11:30:15	iem recu lab elec base	71500	200	2.516.800	7.040	D	ISO 8	3.520.000	29.000	D	ISO 8	CUMPLE
2026-09-22	11:31:15	iem recu lab elec base	72120	190	2.538.624	6.688	D	ISO 8	3.520.000	29.000			CUMPLE
2026-09-22	11:32:15	iem recu lab elec base	7902900	5020	278.182.080	176.704	Sin	ISO 9	3.520.000	29.000			NO CUMPLE
2026-09-22	11:33:15	iem recu lab elec base	7303540	3030	257.084.608	106.656	Sin	ISO 9	3.520.000	29.000			NO CUMPLE
2026-09-22	11:34:15	iem recu lab elec base	3325370	1510	117.053.024	53.152	Sin	ISO 9	3.520.000	29.000			NO CUMPLE
2026-09-22	11:35:15	iem recu lab elec base	475430	600	16.735.136	21.120	Sin	ISO 9	3.520.000	29.000			NO CUMPLE
2026-09-22	11:36:15	iem recu lab elec base	134000	290	4.716.800	10.208	Sin	ISO 9	3.520.000	29.000			NO CUMPLE
2026-09-22	11:37:15	iem recu lab elec base	93840	230	3.303.168	8.096	D	ISO 8	3.520.000	29.000			CUMPLE
2026-09-22	11:38:15	iem recu lab elec base	88860	100	3.127.872	3.520	D	ISO 8	3.520.000	29.000			CUMPLE
2026-09-22	11:39:15	iem recu lab elec base	89640	130	3.155.328	4.576	D	ISO 8	3.520.000	29.000			CUMPLE

Tiempo de Recuperación (TR)	Tiempo Final (tn)	11:37:15	Tiempo Inicial (t100n)	11:32:15	TR	0:05:00
El sistema de aire HVAC tarda alrededor de:	0:05:00	minutos	en recuperar las condiciones de calidad de aire de diseño.			



RESULTADOS

¿Cumple criterios de aceptación?	Sí ■ No □ N/A □
Observaciones: Ninguna.	

5 SUMARIO DE PRUEBAS

CALIFICACIÓN DE OPERACIONAL (OQ)					
N°. DE PRUEBA	PRUEBA	PARÁMETRO	CUMPLE		
			SI	NO	NA
1	Verificación de Operación de equipos	Informativo	X	-	-
2	Medición de caudal en equipos.	Diseño +-20%	X	-	-
3	Verificación de caída de Presión diferencial en bancos de filtros.	No Aplica	-	-	X
4	Verificación y fugas de integridad en filtros HEPA en equipos.	No Aplica	-	-	X
Observaciones: Los instrumentos empleados cuentan con certificados de calibración vigentes. Los equipos inspeccionados se presentaron limpios, sin residuos ni elementos ajenos a su funcionamiento					
CALIFICACIÓN DE DESEMPEÑO (PQ)					
1	Medición del diferencial de presión en filtros terminales en áreas.	No Aplica	-	-	X
2	Verificación y fugas de integridad en filtros terminales HEPA en áreas.	No Aplica	-	-	X
3	Medición de caudales en difusores, rejillas y puntos de extracción	Informativo	-	-	X
4	Cálculo de renovaciones de aire por hora	> 20 CAH	X	-	-
5	Determinación del valor y dirección del flujo de aire entre áreas	0,02 in.ca	X	-	-
6	Clasificación de Aire: Conteo de partículas no viables	Clase D	X	-	-
	Clasificación de Aire: Conteo de partículas viables	No Aplica	-	-	X
7	Medición del tiempo de recuperación de ambientes.	< 20 Minutos	X	-	-
Se comprobó que la calificación de operación (OQ) del sistema se encuentra satisfactoriamente aprobada. Los instrumentos de medición utilizados poseen calibraciones vigentes y trazables. Se cumplió estrictamente los protocolos de bioseguridad, utilizando uniforme limpio, cofia, tapabocas, zapatones y guantes de látex, conforme a la dotación y procedimientos establecidos por el cliente. El proceso de validación tuvo una duración total de 1 días, durante los cuales se ejecutaron todas las pruebas incluidas dentro del alcance del protocolo.					

6 RECOMENDACIONES DE MEJORA

- Mantener los programas de calibración y mantenimiento preventivo de los equipos HVAC y de los instrumentos de medición utilizados durante la validación.
- Implementar un seguimiento periódico de los parámetros críticos (caudal, temperatura, humedad y presión diferencial) para garantizar la estabilidad de las condiciones ambientales.
- Verificar de forma anual la integridad de los filtros HEPA y realizar su recambio según los límites de presión diferencial establecidos por el fabricante.
- Capacitar de manera continua al personal operativo y técnico en buenas prácticas de limpieza, manipulación y control ambiental dentro de las áreas clasificadas.
- Mantener actualizado el historial de validaciones y calificaciones HVAC, incluyendo reportes de desviaciones y acciones correctivas implementadas.

7 CONCLUSIONES FINALES

Los equipos que conforman el Sistema HVAC de (CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE TECNOLOGÍAS AEROESPACIALES – CITAE), fueron evaluados y validados conforme a los parámetros definidos por el fabricante, cumpliendo con los requisitos mínimos exigidos para la calificación de áreas limpias según las normas y guías aplicables:

- *ISO 14644-1:2015, ISO 14644-3:2021*
- *Guía de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)*
- *Informe 45 de la OMS – Manual de Buenas Prácticas*

8 APROBACIÓN FINAL

El sistema de aire HVAC correspondiente del (CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE TECNOLOGÍAS AEROESPACIALES – CITAE),CUMPLE con las pruebas establecidas por el fabricante y con los requisitos definidos en las normas de calificación de áreas limpias, demostrando un funcionamiento conforme y validado.

9 ANEXOS

9.1 Planos de caudales medidos en rejillas y difusores.

9.2 Planos de cambios de aire por hora (CAH).

9.3 Planos del sentido del diferencial de presión entre áreas.

9.4 Planos de los puntos de conteo de partículas viables y no viables.

10 CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS EN LAS PRUEBAS.

10.1 Multímetro air data

10.2 Contadores de partículas

10.3 Pinza volti-amperimetrica

11 DATA PRIMARIA Y TRABAJOS DE CAMPO

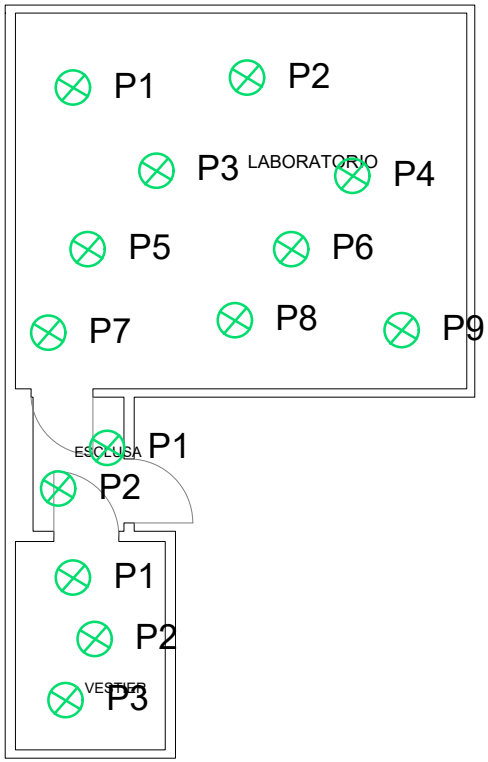
11.1 Tirilla impresa Contador de partículas.

11.2 Formatos y planos diligenciados en campo

Fin del informe

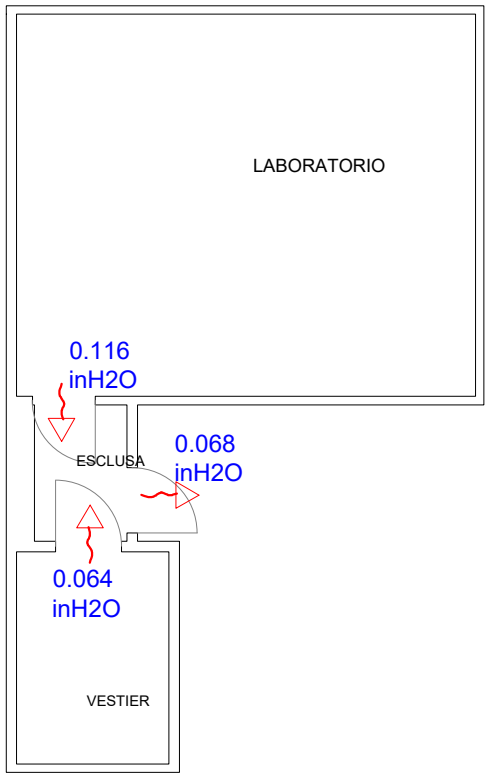
Elaboró	Revisó	Aprobó
John E. Gómez / Técnico. Validaciones *Nombre / Cargo*	*Cristian García / Ing. Validaciones* *Nombre / Cargo*	*Karen Mora / Ing. Validaciones* *Nombre / Cargo*
Fecha:15/11/2025	*Fecha: 15/11/2025*	*Fecha: 15/11/2025*

PROPIETARIO:	SERVICIO:	CONTENIDO:	PLANO NÚMERO:
BASE ÁEREA MILITAR MARCO FIDEL SUÁREZ	VALIDACIÓN SISTEMA HVAC (CENTRO DE INVESTIGACIóN DETECNOLOGíAS AEROESPACIALES – CITAE)	CONTEO DE PARTÍCULAS NO VIABLES EN ÁREAS	Anexo 9.4



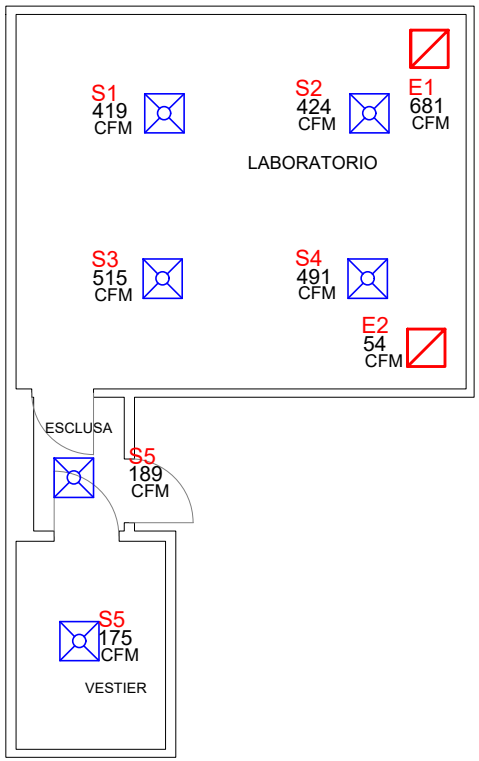
	CONVENCIONES :	ORDEN DE SERVICIO:	No. INFORME TECNICO:	FECHA:	EJECUTO C&Q:	REVISO Y APROBÓ: C & Q
Consultoría & Calificación	PUNTO CONTEO PARTÍCULAS X0 CUBÍCULO	OS-159-26	IFT-VAL-063-26	22/09/26	Bryan Nupan Tecnico Validaciones	Ing. Karen Mora REVISO Y APROBÓ: TECNOFAR TQ

PROPIETARIO:	SERVICIO:	CONTENIDO:	PLANO NÚMERO:
BASE ÁEREA MILITAR MARCO FIDEL SUÁREZ	**VALIDACIÓN SISTEMA HVAC** (CENTRO DE INVESTIGACIÓN DETECNOLOGÍAS AEROESPACIALES – CITAE)	**SENTIDO DE PRESIONES ENTRE AREAS**	Anexo 9.3



Consultoría & Cualificación	CONVENCIONES : SENTIDO DE PRESIÓN DIFERENCIAL 0.0 in.ca Pulgadas de agua	ORDEN DE SERVICIO: **OS-159-26**	No. INFORME TECNICO: **IFT-VAL-063-26**	FECHA: **22/09/26**	EJECUTO C&Q: **Bryan Nupan Tecnico Validaciones**	REVISO Y APROBÓ: C & Q **Ing. Karen Mora** REVISO Y APROBÓ: TECNOFAR TQ

PROPIETARIO:	SERVICIO:	CONTENIDO:	PLANO NÚMERO:
BASE ÁEREA MILITAR MARCO FIDEL SUÁREZ	**VALIDACIÓN SISTEMA HVAC** CENTRO DE INVESTIGACIÓN DETECNOLOGÍAS AERODESPACIALES – CITAE	**CAUDALES EN DIFUSORES Y REJILLAS**	Anexo 9.1



CONVENCIONES :	ORDEN DE SERVICIO:	No. INFORME TECNICO:	FECHA:	EJECUTO C&Q:	REVISO Y APROBÓ: C & Q
DIFUSOR DE SUMINSTRO — REJILLA DE RETORNO 000 VALOR EN CFM (PIE CÚBICO MINUTO)	**OS-159-26**	**IFT-VAL-063-26**	**22/09/26**	**Bryan Nupan Tecnico Validaciones**	**Ing. Karen Mora** REVISO Y APROBÓ: TECNOFAR TQ

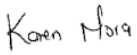
Report

User:	C&Q SAS
Model:	HHPC 6+
Serial #:	2504997561
FW Ver.:	2,08
HW Ver.:	0,04
Bootloader:	1,93

Date	Time	Sample t	Vol.	Units	0.5um	5.0um	Scale	Location
2026-09-22	11:30:15	00:01:00	0,1	CF	71500	200	/ft3	tiem recu lab elec base
2026-09-22	11:31:15	00:01:00	0,1	CF	72120	190	/ft3	tiem recu lab elec base
2026-09-22	11:32:15	00:01:00	0,1	CF	7902900	5020	/ft3	tiem recu lab elec base
2026-09-22	11:33:15	00:01:00	0,1	CF	7303540	3030	/ft3	tiem recu lab elec base
2026-09-22	11:34:15	00:01:00	0,1	CF	3325370	1510	/ft3	tiem recu lab elec base
2026-09-22	11:35:15	00:01:00	0,1	CF	475430	600	/ft3	tiem recu lab elec base
2026-09-22	11:36:15	00:01:00	0,1	CF	134000	290	/ft3	tiem recu lab elec base
2026-09-22	11:37:15	00:01:00	0,1	CF	93840	230	/ft3	tiem recu lab elec base
2026-09-22	11:38:15	00:01:00	0,1	CF	88860	100	/ft3	tiem recu lab elec base
2026-09-22	11:39:15	00:01:00	0,1	CF	89640	130	/ft3	tiem recu lab elec base

Name: CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE TECNOLOGÍAS AEROESPACIALES

verified by:



Report

User:	C&Q SAS
Model:	HHPC 6+
Serial #:	2504997561
FW Ver.:	2,08
HW Ver.:	0,04
Bootloader:	1,93

Date	Time	Sample t	Vol.	Units	0.5um	5.0um	Scale	Location
2026-09-22	10:54:02	00:01:00	0,1	CF	73250	190	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	10:55:02	00:01:00	0,1	CF	74640	160	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	10:56:02	00:01:00	0,1	CF	73360	180	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	10:57:02	00:01:00	0,1	CF	70250	110	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	10:58:02	00:01:00	0,1	CF	67920	80	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	10:59:02	00:01:00	0,1	CF	68400	80	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	11:00:02	00:01:00	0,1	CF	66310	110	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	11:01:02	00:01:00	0,1	CF	68090	60	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	11:02:02	00:01:00	0,1	CF	75450	100	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	11:03:02	00:01:00	0,1	CF	76100	90	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	11:04:02	00:01:00	0,1	CF	74360	50	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	11:05:02	00:01:00	0,1	CF	75270	50	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	11:06:02	00:01:00	0,1	CF	73450	70	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	11:07:02	00:01:00	0,1	CF	72780	90	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	11:08:02	00:01:00	0,1	CF	69600	70	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	11:09:02	00:01:00	0,1	CF	71210	120	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	11:10:02	00:01:00	0,1	CF	69640	120	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	11:11:02	00:01:00	0,1	CF	69430	80	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	11:12:02	00:01:00	0,1	CF	68180	140	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	11:13:02	00:01:00	0,1	CF	68570	40	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	11:14:02	00:01:00	0,1	CF	69780	60	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	11:15:02	00:01:00	0,1	CF	71440	70	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	11:16:02	00:01:00	0,1	CF	69910	90	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	11:17:02	00:01:00	0,1	CF	69310	60	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	11:18:02	00:01:00	0,1	CF	70930	120	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	11:19:02	00:01:00	0,1	CF	68860	20	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	11:20:02	00:01:00	0,1	CF	69470	50	/ft3	lab elec bas
2026-09-22	11:45:25	00:01:00	0,1	CF	85250	160	/ft3	esc per lab
2026-09-22	11:46:25	00:01:00	0,1	CF	83410	140	/ft3	esc per lab
2026-09-22	11:47:25	00:01:00	0,1	CF	81260	70	/ft3	esc per lab
2026-09-22	11:48:26	00:01:00	0,1	CF	80241	90	/ft3	esc per lab
2026-09-22	11:49:26	00:01:00	0,1	CF	78452	95	/ft3	esc per lab
2026-09-22	11:50:26	00:01:00	0,1	CF	79412	90	/ft3	esc per lab
2026-09-22	11:53:17	00:01:00	0,1	CF	69450	130	/ft3	vestier
2026-09-22	11:54:17	00:01:00	0,1	CF	71240	150	/ft3	vestier
2026-09-22	11:55:17	00:01:00	0,1	CF	70455	134	/ft3	vestier
2026-09-22	11:56:17	00:01:00	0,1	CF	74512	131	/ft3	vestier
2026-09-22	11:57:17	00:01:00	0,1	CF	73644	129	/ft3	vestier
2026-09-22	11:58:17	00:01:00	0,1	CF	74326	127	/ft3	vestier
2026-09-22	11:59:17	00:01:00	0,1	CF	74364	127	/ft3	vestier
2026-09-22	12:00:17	00:01:00	0,1	CF	73145	129	/ft3	vestier
2026-09-22	12:01:17	00:01:00	0,1	CF	72415	130	/ft3	vestier

Name: CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE TECNOLOGÍAS AEROESPACIALES

verified by: Karen Mora

Creado:	mar 22 sept 09:44 2026	**Contacto:**	Cristian
Ubicación:	BASE AERIA	**Empresa:**	C & Q
Título:	Máquina	**Correo electrónico:**	cristian.garcia@cyqsas.com
N.º de elementos:	23		

(1)



Creado: mar 22 sept 14:44 2026

(2)



Creado: mar 22 sept 14:44 2026

Creado:	mar 22 sept 09:44 2026	**Contacto:**	Cristian
Ubicación:	BASE AERIA	**Empresa:**	C & Q
Título:	Máquina	**Correo electrónico:**	cristian.garcia@cyqsas.com
N.º de elementos:	23		

(3)



Creado: mar 22 sept 14:44 2026

(4)



Creado: mar 22 sept 14:45 2026

Creado:	mar 22 sept 09:44 2026	**Contacto:**	Cristian
Ubicación:	BASE AERIA	**Empresa:**	C & Q
Título:	Máquina	**Correo electrónico:**	cristian.garcia@cyqsas.com
N.º de elementos:	23		

(5)



Creado: mar 22 sept 14:45 2026

(6)



Creado: mar 22 sept 14:45 2026

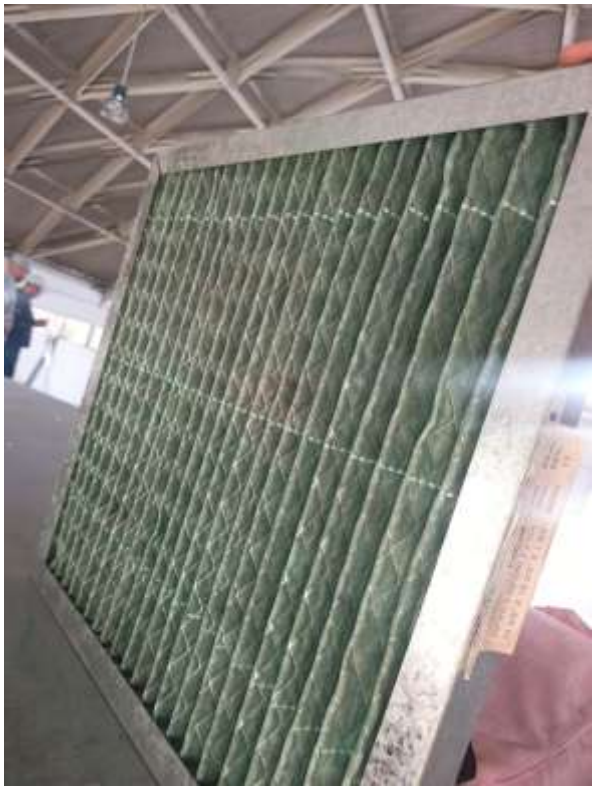
Creado:	mar 22 sept 09:44 2026	**Contacto:**	Cristian
Ubicación:	BASE AERIA	**Empresa:**	C & Q
Título:	Máquina	**Correo electrónico:**	cristian.garcia@cyqsas.com
N.º de elementos:	23		

(7)



Creado: mar 22 sept 14:46 2026

(8)



Creado: mar 22 sept 14:46 2026

Creado:	mar 22 sept 09:44 2026	**Contacto:**	Cristian
Ubicación:	BASE AERIA	**Empresa:**	C & Q
Título:	Máquina	**Correo electrónico:**	cristian.garcia@cyqsas.com
N.º de elementos:	23		

(9)



Creado: mar 22 sept 14:46 2026

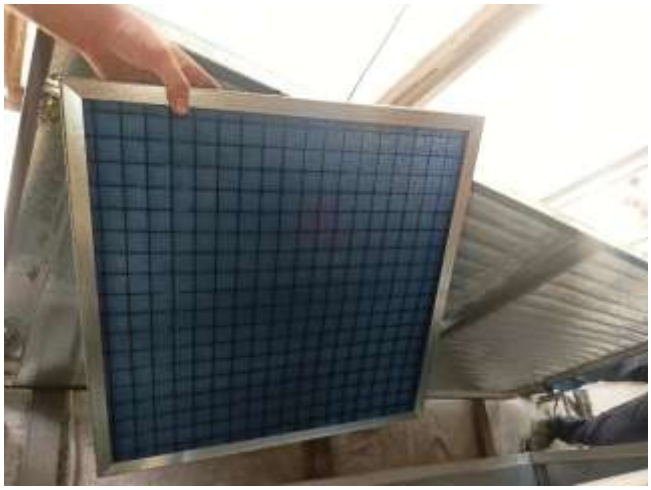
Creado:	mar 22 sept 09:44 2026	**Contacto:**	Cristian
Ubicación:	BASE AERIA	**Empresa:**	C & Q
Título:	Máquina	**Correo electrónico:**	cristian.garcia@cyqsas.com
N.º de elementos:	23		

(10)



Creado: mar 22 sept 14:46 2026

(11)



Creado: mar 22 sept 14:46 2026

Creado:	mar 22 sept 09:44 2026	**Contacto:**	Cristian
Ubicación:	BASE AERIA	**Empresa:**	C & Q
Título:	Máquina	**Correo electrónico:**	cristian.garcia@cyqsas.com
N.º de elementos:	23		

(12)



Creado: mar 22 sept 14:47 2026

(13)



Creado: mar 22 sept 14:47 2026

Creado:	mar 22 sept 09:44 2026	**Contacto:**	Cristian
Ubicación:	BASE AERIA	**Empresa:**	C & Q
Título:	Máquina	**Correo electrónico:**	cristian.garcia@cyqsas.com
N.º de elementos:	23		

(14)



Creado: mar 22 sept 14:51 2026

Creado:	mar 22 sept 09:44 2026	**Contacto:**	Cristian
Ubicación:	BASE AERIA	**Empresa:**	C & Q
Título:	Máquina	**Correo electrónico:**	cristian.garcia@cyqsas.com
N.º de elementos:	23		

(15)



Creado: mar 22 sept 14:51 2026

(16)



Título: 17x14
Creado: mar 22 sept 14:51 2026

Creado:	mar 22 sept 09:44 2026	**Contacto:**	Cristian
Ubicación:	BASE AERIA	**Empresa:**	C & Q
Título:	Máquina	**Correo electrónico:**	cristian.garcia@cyqsas.com
N.º de elementos:	23		

(17)



Creado: mar 22 sept 14:52 2026

Creado:	mar 22 sept 09:44 2026	**Contacto:**	Cristian
Ubicación:	BASE AERIA	**Empresa:**	C & Q
Título:	Máquina	**Correo electrónico:**	cristian.garcia@cyqsas.com
N.º de elementos:	23		

(18)



Creado: mar 22 sept 14:52 2026

(19)



Creado: mar 22 sept 14:54 2026

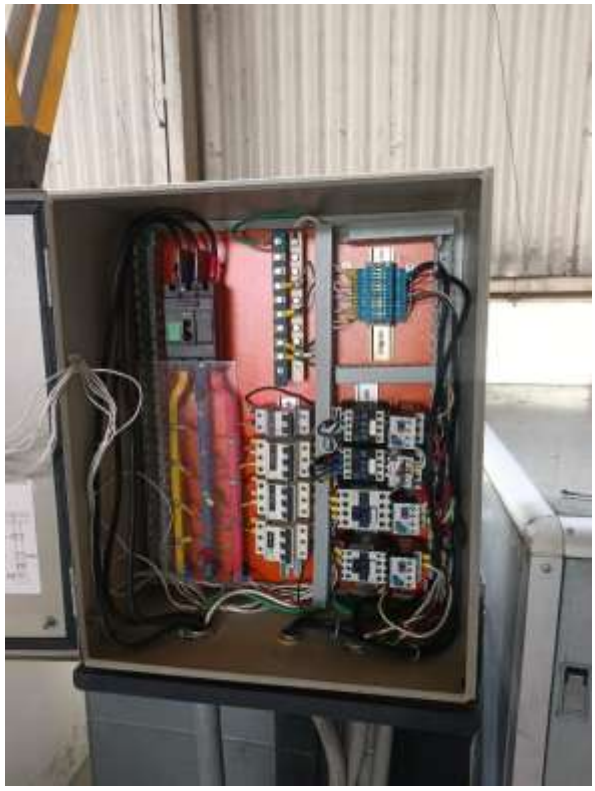
Creado:	mar 22 sept 09:44 2026	**Contacto:**	Cristian
Ubicación:	BASE AERIA	**Empresa:**	C & Q
Título:	Máquina	**Correo electrónico:**	cristian.garcia@cyqsas.com
N.º de elementos:	23		

(20)



Creado: mar 22 sept 14:54 2026

(21)



Creado: mar 22 sept 14:55 2026

Creado:	mar 22 sept 09:44 2026	**Contacto:**	Cristian
Ubicación:	BASE AERIA	**Empresa:**	C & Q
Título:	Máquina	**Correo electrónico:**	cristian.garcia@cyqsas.com
N.º de elementos:	23		

(22)



Creado: mar 22 sept 15:54 2026

Creado:	mar 22 sept 09:44 2026	**Contacto:**	Cristian
Ubicación:	BASE AERIA	**Empresa:**	C & Q
Título:	Máquina	**Correo electrónico:**	cristian.garcia@cyqsas.com
N.º de elementos:	23		

(23)



Creado: mar 22 sept 15:54 2026

Laboratorio de Variables Eléctricas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° **1086 ME**

SOLICITANTE	:	Consultants & Qualification S.A.S.
DIRECCIÓN	:	Avenida 10 # 10 N - 73 apartamento 107 edificio Hayedo de Juanambu Cali

INSTRUMENTO

DESCRIPCIÓN	:	Pinza Voltiamperimétrica
FABRICANTE	:	UNI-T
MODELO	:	UT200A +
NÚMERO DE SERIE	:	C252372829
CÓDIGO	:	012
UBICACIÓN	:	Principal
FECHA DE RECEPCIÓN	:	2025-11-20
FECHA DE CALIBRACIÓN	:	2025-11-21
SITIO DE CALIBRACIÓN	:	Laboratorio de Variables Eléctricas - Metrologic Colombia S.A.S. (Sede Cali - Carrera 32A # 10A-70)

Este certificado (informe/reporte) expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se hayan obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite. Los resultados contenidos en el presente certificado (informe/reporte) se relacionan solamente al ítem sometido bajo calibración así mismo se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se hace responsable de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados. Los certificados de calibración sin firmar no tienen validez.

Autorizado por Javier Orlando Martínez V.
Director de laboratorio
Firmado digitalmente
Fecha: 2025-11-24

Calibrado por: RUBEN BASANTE

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Para las funciones Tensión DC, Tensión AC, Corriente DC, Corriente AC, Resistencia y frecuencia a traves de los bornes del instrumento, la calibración se realiza por comparación directa entre el instrumento bajo calibración y el patrón. Se tomó como referencia la guía internacional " EURAMET cg-15 Guidelines on the Calibration of Digital Multimeters" de EURAMET European Association of National Metrology Institutes. Versión 3.0. 02-2015.

Para las funciones de Corriente DC y Corriente AC a través de las mordazas del instrumento, la calibración se realiza por comparación directa entre el instrumento bajo calibración y el patrón, consiste en la aplicación de la corriente de medición a través de una bobina con un numero de vueltas determinado, puesta en el centro de las mordazas y perpendicular al plano descrito por estas. Se tomó como referencia la guía internacional "SIT/Tec-014/06 Línea Guida per la Taratura di Pinze Amperometiche" del SIT Servizio di Taratura in Italia. Revisión 0. 2006-04-03.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k correspondiente a una probabilidad de cobertura de 95% y no menor a este valor. Así mismo se relaciona a la CMC establecida en el alcance de acreditación 10-LAC-050, en función del valor nominal y no del valor medido o la lectura de los instrumentos.
La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Laboratorio de Variables Eléctricas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° **1086 ME**

TRAZABILIDAD

Calibrador Multiproposito como equipo patrón, con certificado de calibración No. AC-29737, emitido por Transmille Calibration, Inc

Frecuencímetro Digital como equipo patrón, con certificado de calibración No. AC-28897, emitido por Transmille Calibration, Inc

El certificado de calibración documenta las mediciones realizadas, las cuales son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI), a través de laboratorios acreditados.La vinculación se logra trazando los patrones de referencia a patrones nacionales o internacionales, cada paso de la cadena se encuentra documentada y su incertidumbre ha sido calculada.

CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones ambientales durante la calibración fueron:

Temperatura máx.:	24,0	°C	±0,4	°C	Temperatura mín.:	22,4	°C	±0,4	°C
Humedad Relativa máx.:	39,6	% hr	±1,5	% hr	Humedad relativa mín.:	36,3	% hr	±1,5	% hr

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Los resultados de calibración indican los datos de medición y la incertidumbre de medición asociada.

- Para las funciones de Tensión DC, Tensión AC, Corriente DC, Corriente AC, Resistencia y Frecuencia a través de los bornes del equipo, la lectura promedio del instrumento corresponde al promedio de tres (3) lecturas.

Para las funciones de Corriente DC y Corriente AC a través de las mordazas la lectura promedio del instrumento corresponde al promedio de seis (6) lecturas.

- El error de medida que aparece en las tablas se ha calculado así:

Error de medida = Lectura promedio instrumento - Valor patrón aplicado

Las siguientes son los intervalos calibrados para las distintas funciones de medición del instrumento.

Función	Intervalos de Medición	Intervalos Calibrados
Tensión CC	3 V; 30 V; 300 V; 600 V	3 V; 30 V; 300 V; 600 V
Tensión AC	3 V; 30 V; 300 V; 600 V(45 Hz - 400 Hz)	3 V; 30 V; 300 V; 600 V(50 Hz - 400 Hz)
Corriente AC	3 A; 30 A; 400 A (50 Hz - 60Hz)	3 A; 30 A; 400 A (60 Hz)
Resistencia	300 Ω; 3 kΩ; 30 kΩ; 300 kΩ; 3 MΩ	300 Ω; 3 kΩ; 30 kΩ; 300 kΩ; 3 MΩ
Frecuencia	30 Hz; 300 Hz; 3 kHz; 10 kHz	30 Hz; 300 Hz; 3 kHz; 10 kHz

DATOS DE MEDICIÓN

Tensión Continua							
Intervalo	Valor del patrón	Lectura promedio del instrumento	Error	(+/-) Incertidumbre de medición	Factor Cobertura *k*	(+/-) EMP	Declaración de conformidad
3 V	0,0000 V	0,000 V	0,00000 V	0,00057 V	1,98	No Aplica	No aplica
	0,3000 V	0,301 V	0,00100 V	0,00057 V	1,98	No Aplica	No aplica
	2,7000 V	2,711 V	0,01100 V	0,00058 V	1,98	No Aplica	No aplica
	-2,7000 V	-2,711 V	-0,01100 V	0,00058 V	1,98	No Aplica	No aplica
30 V	3,000 V	3,01 V	0,0100 V	0,0057 V	1,98	No Aplica	No aplica
	27,000 V	27,12 V	0,120 V	0,011 V	2,45	No Aplica	No aplica
	-27,000 V	-27,13 V	-0,1300 V	0,0058 V	1,98	No Aplica	No aplica

Laboratorio de Variables Eléctricas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° **1086 ME**

Tensión Continua							
Intervalo	**Valor aplicado del patrón**	**Lectura promedio del instrumento**	**Error**	**(+/-) Incertidumbre de medición**	**Factor Cobertura *k***	**(+/-) EMP**	**Declaración de conformidad**
300 V	30,00 V	30,1 V	0,100 V	0,057 V	1,98	No Aplica	No aplica
	-30,00 V	-30,0 V	0,000 V	0,057 V	1,98	No Aplica	No aplica
	90,00 V	90,3 V	0,300 V	0,057 V	1,98	No Aplica	No aplica
	150,00 V	150,5 V	0,50 V	0,11 V	2,45	No Aplica	No aplica
	-150,00 V	-150,5 V	-0,500 V	0,057 V	1,98	No Aplica	No aplica
	210,00 V	210,7 V	0,700 V	0,058 V	1,98	No Aplica	No aplica
	270,00 V	270,9 V	0,900 V	0,058 V	1,98	No Aplica	No aplica
	-270,00 V	-271,0 V	-1,000 V	0,058 V	1,98	No Aplica	No aplica
600 V	310,0 V	310 V	0,00 V	0,57 V	1,98	No Aplica	No aplica
	540,0 V	541 V	1,00 V	0,57 V	1,98	No Aplica	No aplica
	-540,0 V	-541 V	-1,00 V	0,57 V	1,98	No Aplica	No aplica

Frecuencia - Tensión a 1 V							
Intervalo	**Valor aplicado del patrón**	**Lectura promedio del instrumento**	**Error**	**(+/-) Incertidumbre de medición**	**Factor Cobertura *k***	**(+/-) EMP**	**Declaración de conformidad**
30 Hz	11,000 Hz	10,03 Hz	-0,9700 Hz	0,0057 Hz	1,98	No Aplica	No aplica
	20,000 Hz	20,06 Hz	0,0600 Hz	0,0057 Hz	1,98	No Aplica	No aplica
	27,000 Hz	27,09 Hz	0,0900 Hz	0,0057 Hz	1,98	No Aplica	No aplica
300 Hz	40,00 Hz	40,1 Hz	0,100 Hz	0,057 Hz	1,98	No Aplica	No aplica
	270,00 Hz	270,8 Hz	0,800 Hz	0,057 Hz	1,98	No Aplica	No aplica
3 kHz	0,3000 kHz	0,301 kHz	0,00100 kHz	0,00058 kHz	1,98	No Aplica	No aplica
	2,7000 kHz	2,709 kHz	0,00900 kHz	0,00059 kHz	1,98	No Aplica	No aplica
10 kHz	4,000 kHz	4,01 kHz	0,0100 kHz	0,0057 kHz	1,98	No Aplica	No aplica
	9,000 kHz	9,03 kHz	0,0300 kHz	0,0058 kHz	1,98	No Aplica	No aplica

Resistencia							
Intervalo	**Valor aplicado del patrón**	**Lectura promedio del instrumento**	**Error**	**(+/-) Incertidumbre de medición**	**Factor Cobertura *k***	**(+/-) EMP**	**Declaración de conformidad**
300 Ω	0,00 Ω	0,0 Ω	0,000 Ω	0,081 Ω	1,97	No Aplica	No aplica
	30,00 Ω	29,7 Ω	-0,300 Ω	0,084 Ω	1,97	No Aplica	No aplica
	270,00 Ω	268,7 Ω	-1,30 Ω	0,14 Ω	2,03	No Aplica	No aplica
3 kΩ	0,3000 kΩ	0,298 kΩ	-0,00200 kΩ	0,00058 kΩ	1,98	No Aplica	No aplica
	2,7000 kΩ	2,687 kΩ	-0,01300 kΩ	0,00082 kΩ	1,97	No Aplica	No aplica
30 kΩ	3,000 kΩ	2,98 kΩ	-0,0200 kΩ	0,0057 kΩ	1,98	No Aplica	No aplica
	27,000 kΩ	26,91 kΩ	-0,0900 kΩ	0,0067 kΩ	1,97	No Aplica	No aplica
300 kΩ	30,00 kΩ	29,9 kΩ	-0,100 kΩ	0,057 kΩ	1,98	No Aplica	No aplica
	270,00 kΩ	269,2 kΩ	-0,800 kΩ	0,067 kΩ	1,97	No Aplica	No aplica
3 MΩ	0,3000 MΩ	0,299 MΩ	-0,0010 MΩ	0,0011 MΩ	2,45	No Aplica	No aplica
	2,7001 MΩ	2,692 MΩ	-0,00810 MΩ	0,00072 MΩ	1,97	No Aplica	No aplica

Laboratorio de Variables Eléctricas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° **1086 ME**

Tensión Alterna								
Intervalo	**Valor aplicado del patrón**		**Lectura promedio del instrumento**	**Error**	**(+/-) Incertidumbre de medición**	**Factor Cobertura *k***	**(+/-) EMP**	**Declaración de conformidad**
3 V	0,3000 V	50 Hz	0,300 V	0,0000 V	0,0011 V	2,36	No Aplica	No aplica
	2,7001 V	50 Hz	2,704 V	0,0039 V	0,0019 V	1,97	No Aplica	No aplica
	2,7001 V	200 Hz	2,712 V	0,0119 V	0,0019 V	1,97	No Aplica	No aplica
	2,7002 V	400 Hz	2,711 V	0,0108 V	0,0019 V	1,97	No Aplica	No aplica
30 V	26,999 V	50 Hz	27,07 V	0,071 V	0,021 V	1,97	No Aplica	No aplica
	26,999 V	200 Hz	27,14 V	0,141 V	0,021 V	1,97	No Aplica	No aplica
	27,001 V	400 Hz	27,15 V	0,149 V	0,021 V	1,97	No Aplica	No aplica
300 V	30,00 V	50 Hz	30,0 V	0,000 V	0,061 V	1,98	No Aplica	No aplica
	30,00 V	400 Hz	30,1 V	0,100 V	0,061 V	1,98	No Aplica	No aplica
	150,00 V	50 Hz	150,2 V	0,200 V	0,072 V	1,97	No Aplica	No aplica
	150,01 V	400 Hz	150,6 V	0,590 V	0,072 V	1,97	No Aplica	No aplica
	270,00 V	50 Hz	270,4 V	0,40 V	0,17 V	1,97	No Aplica	No aplica
	270,00 V	200 Hz	271,1 V	1,10 V	0,17 V	1,97	No Aplica	No aplica
	270,01 V	400 Hz	271,2 V	1,19 V	0,17 V	1,97	No Aplica	No aplica
600 V	540,0 V	50 Hz	540 V	0,00 V	0,61 V	1,98	No Aplica	No aplica
	540,0 V	200 Hz	541 V	1,00 V	0,61 V	1,98	No Aplica	No aplica
	540,0 V	400 Hz	541 V	1,00 V	0,61 V	1,98	No Aplica	No aplica

Corriente Alterna a 60 Hz - Mordazas							
Intervalo	**Valor aplicado del patrón**	**Lectura promedio del instrumento**	**Error**	**Incertidumbre de medición**	**Factor Cobertura *k***	**(+/-) EMP**	**Declaración de conformidad**
A	**A**	**A**	**A**	**± A**		**± A**	
3	0,3000	0,290	-0,01	0,48	1,98	No Aplica	No aplica
	2,7000	2,655	-0,05	0,49	1,98	No Aplica	No aplica

Corriente Alterna a 60 Hz - Mordazas							
Intervalo	**Valor aplicado del patrón**	**Lectura promedio del instrumento**	**Error**	**Incertidumbre de medición**	**Factor Cobertura *k***	**(+/-) EMP**	**Declaración de conformidad**
A	**A**	**A**	**A**	**± A**		**± A**	
30	3,000	2,92	-0,08	0,50	1,98	No Aplica	No aplica
	15,000	14,82	-0,18	0,57	1,98	No Aplica	No aplica
	27,000	26,74	-0,26	0,64	1,98	No Aplica	No aplica

Corriente Alterna a 60 Hz - Mordazas							
Intervalo	**Valor aplicado del patrón**	**Lectura promedio del instrumento**	**Error**	**Incertidumbre de medición**	**Factor Cobertura *k***	**(+/-) EMP**	**Declaración de conformidad**
A	**A**	**A**	**A**	**± A**		**± A**	
400	40,00	38,9	-1,10	0,74	1,98	No Aplica	No aplica
	360,00	355,2	-4,8	3,1	1,98	No Aplica	No aplica

OBSERVACIONES

El contacto para la prestación del servicio fue: Alberto Ademir Carrion.

La estampilla de calibración fue adherida al instrumento.

El instrumento calibrado debió permanecer en las instalaciones del laboratorio un mínimo de 24 horas antes de la calibración, y en caso de necesitarlo, estuvo conectado al suministro de energía eléctrica durante media hora previa a la realización del proceso de calibración con el propósito de lograr la estabilidad térmica del equipo.

Los valores observados en las tablas se obtienen como un promedio de los datos obtenidos durante la calibración, estos valores se redondean según los dígitos acordes a la resolución del dispositivo indicador.

El efecto de la histéresis se encuentra incluido como componente en la incertidumbre de medición.

FECHA DE EXPEDICIÓN 2025-11-21

FIN DEL CERTIFICADO