



INFORME INTERNO



Muestreo isocinético de Material Particulado (MP)



Caldera Nº4 Tulsa S.A.



19 de julio de 2023
Inf01E1.M-23-065



INFORME INTERNO

01E1.M-23-065

Proyecto : **Muestreo isocinético de Material Particulado (MP)**

Fuente : **Caldera N°4**

Empresa : **Tulsa S.A.**

Combustible : **Biomasa (Corteza, chip seco y chip verde)**

Jefe de proyecto : **Fernando Castillo Seguel**

Fecha medición : **19 de junio de 2023**

Fecha entrega informe : **19 de julio de 2023**



Índice

	<u>Página</u>
INFORME INTERNO	2
1. ANTECEDENTES	4
1.1 Datos de la Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental.....	4
1.2 Datos de la Fuente	5
1.3 Esquema de la Fuente.....	6
1.4 Condiciones de operación de la fuente.....	6
1.5 Ubicación de los Puertos de Muestreo.....	7
1.5.1 Esquema básico del ducto	7
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MUESTREO Y MEDICIÓN	8
2.1 Muestreo y Análisis de Material Particulado (MP)	8
3. RESUMEN DE RESULTADOS.....	9
3.1 Resultados de Muestreo y Análisis de Material Particulado	9
4. COMENTARIOS	10
5 ANEXOS	11



1. **ANTECEDENTES**

La empresa Tulsa S.A., solicitó a Proterm S.A. realizar medición, muestreo y análisis de emisiones de Material Particulado (MP) en chimenea de la Caldera. Esta medición fue de carácter interno, por lo que no se dio aviso de su realización a la SMA ni a la Autoridad Sanitaria

1.1 **Datos de la Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental**

Tabla N°1: Información de Laboratorio de Medición

ETFA - Código ETFA ¹	PROTERM S.A. / 014-01 Avenida Inglesa 55 - Concepción
Fecha de medición/ muestreo	19 de junio de 2023
Hora de muestreo MP	Corrida N°1 MP: 12:00 – 12:49 hrs. Corrida N°2 MP: 13:05 – 13:56 hrs. Corrida N°3 MP: 14:15 – 15:07 hrs.
Inspector Ambiental	Néstor Correa Toledo
Código Inspector Ambiental	14.029.024-6 / 014-01
Operador caja medidora	Diego Rivera Mella
Operador sonda	David Chávez Durán
Análisis Laboratorio	Scarlett Riffo Sanchez
Preparó	Katherine Arias Seguel
Reviso	Freddy Spauldo Bravo
Aprobó	Fernando Castillo Seguel
N° corridas MP	3
Método(s) utilizados(s) ²	CH-1, 2, 3, 4 y 5
Métodos Subcontratados	No aplica
Tipo de fuente	Puntual

¹ Ver certificados en Anexo N°2

² Los resultados que se entregan en el presente informe corresponden solamente a los ítems aquí señalados



1.2 Datos de la Fuente

En la siguiente tabla se presentan los datos de identificación de Tulsa S.A. y de la fuente medida:

Tabla N°2: Identificación de la Fuente

Propietario/razón Social de fuente	Tulsa S.A.
RUT	96.664.360-9
Representante legal	Roberto Fuente-Alba Prat
Dirección	Valle Colcura s/n
Comuna	Lota
Teléfono/Fax	41-2400600
Dirección fuente fija	Valle Colcura s/n, Lota
Coordenadas	73° 8'31.30"O , 37° 6'17.42"S
Tipo de equipo muestreado	Caldera Mixta Biocham
N° Registro S.S.	CON-118
N° de fábrica	2096
Año de fabricación	2004
Modelo	BGV25000
Fabricante	BIOCHAMM
Sistema de control de emisiones	Multiciclón Filtro de Manga
Capacidad de Carga Máxima (Producción de Nominal de Vapor)	25 t/h
Tipo de combustible	Biomasa (Corteza, chip seco y chip verde)
Sistema de evacuación de gases	Tiro inducido



1.3 Esquema de la Fuente

En la siguiente figura se presenta un esquema de la fuente Caldera N°4, indicando la ubicación del sitio de muestreo.

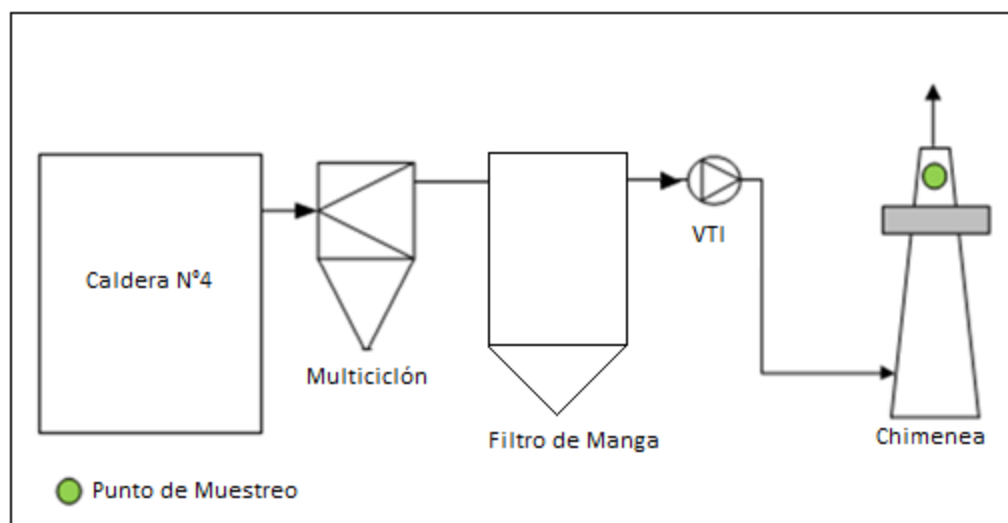


Figura N°1: Esquema de la fuente Caldera N°4

1.4 Condiciones de operación de la fuente

La Caldera N°4 mantuvo una operación estable y continua durante el periodo de muestreo y medición. El valor de **Plena Carga Muestreo y Medición** fue de 26,32 t/h de vapor, correspondiente a un 105,3 % de su Capacidad de Carga Máxima de 25 t/h. A continuación, se presentan los principales datos operacionales registrados durante el periodo de muestreo y medición:

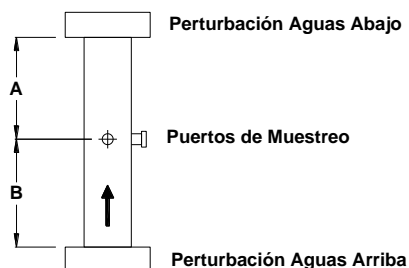
Parámetros	Unidad	Corrida MP N°1	Corrida MP N°2	Corrida MP N°3
		12:00 - 12:49	13:05 - 13:56	14:15 - 15:07
Carga por Corrida Producción de vapor	t/h	26,32	26,32	26,32
Capacidad de Carga Máxima: Producción de Nominal de Vapor	t/h	25,0	25,0	25,0
Porcentaje de Carga	%	105,3	105,3	105,3

El combustible utilizado correspondió a Biomasa Forestal compuesta por una mezcla de corteza, chip seco y chip verde.



1.5 Ubicación de los Puertos de Muestreo

1.5.1 Esquema básico del ducto



Diámetro interno	:	1,445 metros
Distancia "A" MP/Gases	:	3,0 / 4,0 metros
Distancia "B" MP/Gases	:	12,5 / 11,5metros
Posición del ducto	:	Vertical
Singularidad aguas abajo:		Expansión por término de la chimenea
Singularidad aguas arriba:		Codo por cambio de dirección
Sección ducto	:	Circular
Matriz Puntos	:	2 x 6
Largo de coplas	:	0,175 metros

Tabla N°3: Ubicación de los puntos de muestreo

Nº puntos	Distancia pared interna centro de boquilla (cm)	Distancia entre boquilla y marca sonda con largo copla (cm)
1	6	24
2	21	39
3	43	60
4	102	119
5	123	141
6	138	156



2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MUESTREO Y MEDICIÓN

A continuación, se describen las metodologías utilizadas para determinar las emisiones atmosféricas en la Caldera N°4 de Tulsa S.A.

2.1 **Muestreo y Análisis de Material Particulado (MP)** ³

Para el muestreo y análisis de MP se empleó el método CH-5, el cual consiste en extraer una muestra isocinéticamente de la fuente a través de una sonda y filtro calefaccionado a $120^{\circ}\text{C} \pm 14^{\circ}\text{C}$. Posteriormente, el material particulado recolectado es secado y analizado gravimétricamente para determinar la concentración final.

Para la selección del volumen de muestreo se consideró el criterio estipulado en el método CH-5, el que indica que *“el volumen de muestra tomado (corregido a condiciones estándares) exceda el volumen total mínimo requerido de muestra de gas ($1,0 \text{ m}^3$ estándar), para fuentes fijas donde se estime que emitan concentraciones de material particulado inferior o igual a $20 \text{ (mg/m}^3\text{N)}$ y $0,6 \text{ m}^3$ estándar para fuentes fijas que emitan concentraciones superiores a $20 \text{ (mg/m}^3\text{N)}$. Para estos efectos se deberá considerar la concentración de Material Particulado indicado en el último informe de muestreo isocinético oficial con una antigüedad no mayor de dos años”*.

Tabla N°5: Identificación equipo MP

Marca	Graseby-Nutech
Modelo	2010.00
N° Serie	80944
N° Registro ISP	ISP-MS-15-01
Fecha calibración	14 de febrero de 2023

³ Las mediciones se realizaron considerando tres corridas de muestreo. Los resultados deben ser coherentes entre sí, para lo cual se considera una dispersión relativa menor a un 12,1% (porcentaje de desviación estándar sobre la media aritmética) en el caso de un valor promedio superior a $56 \text{ mg/m}^3\text{N}$. Si el promedio aritmético de las concentraciones es igual o inferior $56 \text{ mg/m}^3\text{N}$, se considera como criterio de aceptabilidad una desviación estándar de $7 \text{ mg/m}^3\text{N}$. En este caso, según los resultados reportados en tabla N°7 se considera una desviación estándar de $5,67 \text{ mg/m}^3\text{N}$.



3. **RESUMEN DE RESULTADOS**

3.1 **Resultados de Muestreo y Análisis de Material Particulado**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el muestreo y análisis de Material Particulado⁴ realizados el 19 de junio de 2023.

Tabla N°7: Resumen de resultados Material Particulado

Material Particulado					
Parámetro	Unidad⁵	Corrida N°1	Corrida N°2	Corrida N°3	Promedio
Hora	hrs	12:00 - 12:49	13:05 - 13:56	14:15 - 14:07	
Material particulado (MP)	mg/m ³ N	20,4	9,12	14,8	14,8
MP Corregido 6% O ₂ ⁶	mg/m ³ N	25,5	10,8	20,1	18,8
Emisión Horaria	kg/h	0,95	0,42	0,72	0,70
Emisión Diaria	kg/d	22,7	10,1	17,2	16,7
Caudal de Gases	m ³ N/h	46.313	46.208	48.490	47.004
Exceso de Aire	%	74,7	66,3	91,5	77,5
Concentración de CO ₂	%	11,9	12,5	11,3	11,9
Concentración de O ₂	%	8,93	8,33	9,93	9,07
Isocinetismo	%	101	102	97	100
Humedad de gases	%	16,8	16,2	13,8	15,6
Velocidad de gases	m/s	14,1	14,0	14,1	14,0
Temperatura de gases	°C	173	174	170	172
Tiempo Muestreo	min	42	42	42	42
Volumen de muestreo	m ³ N	0,64	0,64	0,63	0,64
MP promedio	=	14,8	mg/m³N		
Desviación estándar	=	5,67	mg/m³N		
Dispersión relativa %	=	38,3	%		

- El flujo de gases medido en la chimenea de la Caldera N°4 arrojó un valor promedio de 47.004 m³N/h-seco, con una temperatura promedio de 172°C y una humedad promedio de 15,6% en volumen.
- El muestreo y análisis de Material Particulado indicó una concentración promedio de 14,8 mg/m³N. Al realizar la corrección por oxígeno al 6% el resultado corresponde a 18,8 mg/m³N@6%O₂. Se calcula una emisión diaria de 16,7 kg/d de Material Particulado.

⁴ Ver planillas de resultados en Anexo N°1 y planillas de Terreno en Anexo N°4

⁵ N: Condición Normalizada de 25°C y 101 kPa.

⁶ Se realiza corrección de oxígeno al 6% para combustibles sólidos según tabla N°22 del PDDA de Concepción Metropolitano D.S. N°6/2018)



4. **COMENTARIOS**

- La operación de la Caldera N°4 se mantuvo estable y continua durante el periodo de muestreo y medición, por lo que los resultados obtenidos son representativos para este periodo.
- En conclusión, con el muestreo y análisis realizados el 19 de junio de 2023 se da cumplimiento a la solicitud de Tulsa S.A., de medir en forma interna las emisiones de Material Particulado (MP) provenientes de la Caldera N°4.

Mauricio Mera Araya
Ingeniero Civil Mecánico
Gerente de Mediciones
Proterm S.A.

Fernando Castillo S.
Ingeniero (E) Mecánico
Jefe de Proyectos
Proterm S.A.



5 **ANEXOS**

Listado de Anexos:

Anexo N°1: Resultados de Muestreo y Análisis de Material Particulado

Anexo N°2: Autorizaciones y Certificaciones Proterm S.A.

**Anexo N°1: Resultados de Muestreo y Análisis de Material Particulado**

PROTERM S.A.								V.3.0
RESULTADOS MUESTREO ISOCINÉTICO MATERIAL PARTICULADO								
Empresa			:	Tulsa S.A.				
Fuente			:	Caldera Biomasa				
Lugar de medición			:	Salida de chimenea				
Ensayo N°			:	2023-M-7931				
Fecha			:	19 de junio de 2023				
Metodología			:	CH-5				
Condición Normalizada			:	Temperatura	25 °C			
				Presión	760 mm Hg			
Item	Parámetro	Fecha	19-jun	19-jun	19-jun	Promedio	Desviación	
		Hora	12:00 - 12:49	13:05 - 13:56	14:15 - 15:07		estándar	
		Corrida N°	1	2	3			
		Filtro N°	20.069	20.069	20.071			
1.0 Datos de la fuente								
1.1	Diámetro chimenea	m	1,445	1,445	1,445			
1.2	Tipo combustible		Biomasa					
2.0 Datos del equipo								
2.1	Coefficiente @H	mm Hg	46,107	46,107	46,107			
2.2	Coefficiente Y		1,004	1,004	1,004			
2.3	Coefficiente pitot		0,84	0,84	0,84			
2.4	Diámetro boquilla	mm	6,36	6,36	6,34			
3.0 Datos de terreno								
3.1 Ambiente								
3.1.1	Temperatura	°C	16,3	16,3	16,2	16,3		
3.1.2	Humedad	%	58,0	60,0	60,0	59,3		
3.1.3	Presión	mm Hg	764	764	763	763		
3.2 Fuente								
3.2.1	Temperatura	°C	173	174	170	172		
3.2.2	Presión	mm c.a.	-3,00	-3,00	-3,00	-3,00		
3.2.3	CO2	%	11,9	12,5	11,3	11,9		
3.2.4	O2	%	8,93	8,33	9,93	9,07		
3.3 Equipo								
3.3.1	Temperatura DGM	°C	15,1	17,3	17,5			
3.3.2	Presión DGM	mm c.a.	24,3	24,0	24,8			
3.3.3	Volumen DGM	m3	0,608	0,613	0,612			
3.3.4	Tiempo muestreo	min.	42	42	42			
3.3.5	Delta p pitot	mm c.a.	11,1	10,9	11,3			



4.0	Datos de Laboratorio						
4.1	Volumen condensado	ml	86,0	82,0	66,0		
4.2	Agua en sílica	g	9,00	9,00	9,00		
4.3	Peso material en filtro	mg	2,60	0,30	1,60		
4.4	Peso material en acetona	mg	10,4	5,50	7,80		
5.0	Resultados intermedios						
5.1	Peso material total	mg	13,0	5,80	9,40		
5.2	Humedad gases						
5.2.1	Volumen agua	ml	95,0	91,0	75,0		
5.2.2	Volumen vapor	m3N	0,13	0,12	0,10		
5.2.3	Humedad real	%	16,8	16,2	13,8	15,6	1,60
5.3	Volumen DGM	m3N	0,64	0,64	0,63		
5.4	Peso molecular						
5.4.1	Seco	g/g-mol	30,3	30,3	30,2		
5.4.2	Húmedo	g/g-mol	28,2	28,3	28,5		
5.5	Velocidad gases	m/s	14,1	14,0	14,1	14,0	
5.6	Exceso de aire	%	74,7	66,3	91,5	78	
5.7	Isocinetismo	%	101	102	97,1		
6.0	Resultados finales						
6.1	Flujo gases						
6.1.1	Real húmedo	m3/h	83.062	82.445	83.316	82.941	448
6.1.2	Normalizado húmedo	m3N/h	55.697	55.170	56.264	55.710	547
6.1.3	Normalizado seco	m3N/h	46.313	46.208	48.490	47.004	1.289
6.2	Concentración partículas						
6.2.1	Normalizado seco	mg/m3N	20,4	9,12	14,8	14,8	5,67
6.2.4	corregido 6 % O2	mg/m3N	25,5	10,8	20,1	18,8	7,42
6.3	Emisión material particulado						
6.3.1	Emisión horaria	kg/h	0,95	0,42	0,72	0,70	0,26
6.3.2	Emisión diaria	kg/d	22,7	10,1	17,2	16,7	6,33

**Anexo N°2: Autorizaciones y Certificaciones Proterm S.A.**

RENUEVA AUTORIZACIÓN DE PROTERM S.A.
COMO ENTIDAD TÉCNICA DE FISCALIZACIÓN
AMBIENTAL, RESPECTO DE LA SUCURSAL QUE
INDICA.

RESOLUCIÓN EXENTA N°

39

Santiago, 10 ENE 2020

VISTO:

Lo dispuesto en el Decreto con Fuerza de Ley N° 1/19.653, de 2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley N° 18.575, Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado; en la Ley N° 19.880, que establece las Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen los Actos de los Órganos de la Administración del Estado; en la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, fijada en el artículo segundo de la Ley N° 20.417, que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente; en el Decreto Supremo N° 38, de 15 de octubre de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental de la Superintendencia del Medio Ambiente; en la Resolución Exenta N°424, de 12 de mayo de 2017, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que fija la Organización Interna de la Superintendencia del Medio Ambiente; en las Resoluciones Exentas N°559, de 14 de mayo de 2018, N°438, de 28 de marzo y N°1619, de 21 de noviembre, ambas de 2019, que modifican la resolución exenta N°424, de 2017; en la Resolución Exenta N°126, de 25 de enero de 2019, que dicta instrucción de carácter general que establece los requisitos para la autorización de las entidades técnicas de fiscalización ambiental e inspectores ambientales; en la Resolución Exenta N°127, de 25 de enero de 2019, que dicta instrucción de carácter general que establece directrices generales para la operatividad de las entidades técnicas de fiscalización ambiental e inspectores ambientales y en la Resolución N°7, de 2019 y sus modificaciones, de la Contraloría General de la República.

CONSIDERANDO:

1º. Que, con fecha 11 de enero de 2018, a través de la resolución exenta N°51-notificada el día 12 del mismo mes y año, mediante correo electrónico-, la Superintendencia del Medio Ambiente traspasó al régimen normal y homologó alcances a **Proterm S.A.**, RUT N° 78.155.540-1, autorizándola para actuar como entidad técnica de fiscalización ambiental (en adelante e indistintamente, ETFA) respecto de su sucursal Proterm S.A., código ETFA 014-01, en los alcances indicados en el informe final de evaluación que forma parte de ese acto administrativo.

2º. Que, el artículo 10 del reglamento ETFA dispone que la renovación de la autorización que se otorgue a una entidad técnica de fiscalización ambiental se regirá, en lo que corresponda, por lo señalado en los artículos 5° a 9° del mismo cuerpo normativo. Igualmente el citado artículo indica que, la renovación de la autorización que se otorgue



a la entidad técnica de fiscalización ambiental tendrá una duración de cuatro años, contados desde su notificación.

3º. Que, mediante la resolución exenta N°126, de 2019, publicada en el Diario Oficial, el 31 de enero de 2019, se dictó la instrucción de carácter general que establece los requisitos para la autorización de las entidades técnicas de fiscalización ambiental e inspectores ambientales, donde se establecen los requisitos que deben cumplir las ETFA para renovar su autorización.

4º. Que, con fecha 22 de julio de 2019, la ETFA Proterm S.A. solicitó la renovación de su autorización.

5º. Que, por memorando N°46456, de 26 de julio de 2019, la División de Fiscalización solicitó a la Fiscalía un informe de evaluación de cumplimiento legal de los antecedentes presentados por la ETFA, el cual fue emitido con fecha 18 de diciembre de 2019, mediante memorando N°368, indicándose que esta última había cumplido con lo dispuesto en el artículo 3º del reglamento ETFA y con lo previsto en los puntos 5.6.ii de la resolución exenta N°126, de 2019.

6º. Que, conforme a lo dispuesto en el artículo 10 del reglamento ETFA, con fecha 8 de enero de 2020, el Departamento de Análisis Ambiental, a través del memorando N°2377, adjuntó el "Informe de Solicitud de Renovación de Autorización ETFA", de esa misma fecha, en el que recomendó la renovación de la autorización de la ETFA.

7º. Que, el fundamento para renovar la autorización de la ETFA se encuentra en el "Informe de Solicitud de Renovación de Autorización ETFA", el cual será notificado en conjunto con la presente resolución y posteriormente publicado en el Registro Nacional de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental, junto con ésta, por lo que dicto la siguiente

RESOLUCIÓN:

1. RENUÉVASE la autorización conferida a **Proterm S.A.**, para actuar como entidad técnica de fiscalización ambiental, respecto de la sucursal que se indica a continuación, por un lapso de 4 años, a partir del 13 de enero de 2020:

FECHA DE SOLICITUD	22 julio de 2019	RUT	78.155.540-1
NOMBRE SUCURSAL	Proterm S.A.		
DIRECCIÓN SUCURSAL	Avda. Sanhueza N°1825-B, comuna de Concepción, región del Biobío		

2. PREVIÉNESE que la presente renovación se otorga para todos los alcances autorizados mediante la resolución exenta N°51, de 2018, según indica el "Informe de Solicitud de Renovación de Autorización ETFA", que forma parte integrante de esta.

3. PUBLÍQUESE Y ACTUALÍCESE en el Registro Nacional de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental, la presente resolución, los alcances



específicos renovados y los demás antecedentes que correspondan, conforme lo dispuesto en el artículo 14 del reglamento ETFA.

4. NOTIFÍQUESE a la interesada esta resolución junto con el respectivo informe final de evaluación, los cuales forman parte integrante de la misma, conforme dispone el artículo 30 de la ley N° 19.880.

ANÓTESE, COMUNÍQUESE, CÚMPLASE Y ARCHÍVESE.


RUBÉN VERDUGO CASTILLO
SUPERINTENDENTE DEL MEDIO AMBIENTE (S)


EIS/RRM/MVG/MVS

ADJ.: "Informe de Solicitud de Renovación de Autorización ETFA"

Notificación por correo electrónico:

- cward@proterm.cl

Distribución:

- Gabinete
- Fiscalía
- División de Fiscalización
- División de Sanción y Cumplimiento
- Oficinas Regionales
- Departamento de Análisis Ambiental
- Oficina de Partes y Archivo

Exp. 677/20



Accredited Laboratory

A2LA has accredited

PROTERM S.A.

Concepcion, CHILE

for technical competence in the field of

Environmental Testing

This laboratory is accredited in accordance with the recognized International Standard ISO/IEC 17025:2017 *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. This laboratory also meets A2LA R219 – *Specific Requirements – TNI Field Sampling and Measurement Organization Accreditation Program*. This accreditation demonstrates technical competence for a defined scope and the operation of a laboratory quality management system (refer to joint ISO-ILAC-IAF Communiqué dated April 2017).



Presented this 30th day of January 2023.

Mr. Trace McInturff, Vice President, Accreditation Services
For the Accreditation Council
Certificate Number 5088.01
Valid to December 31, 2024

For the tests to which this accreditation applies, please refer to the laboratory's Environmental Scope of Accreditation.