



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**
Facultad de Ingeniería

LABORATORIO
GIGA



**INFORME TÉCNICO DE CARACTERIZACIÓN DE FILTROS DE MATERIAL PARTICULADO
EN LA SUBREGIÓN VALLES DE SAN NICOLÁS DEL CONVENIO
INTERADMINISTRATIVO CORNARE–UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA NÚMERO 374-2022
QUE TIENE COMO OBJETO DESARROLLAR LA CAMPAÑA DE MONITOREO DE
CALIDAD DEL AIRE DE MANERA SIMULTÁNEA EN CUATRO (4) PUNTOS, UBICADOS
EN LA SUBREGIÓN VALLES DE SAN NICOLÁS Y EN LA ZONA CALERA DE LA
SUBREGIÓN BOSQUES, REALIZANDO EL MUESTREO Y EVALUACIÓN DE LOS
CONTAMINANTES PM_{10} Y $PM_{2,5}$, Y CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE FILTROS DE
MATERIAL PARTICULADO.**

ELABORADO POR

LABORATORIO DEL GRUPO DE INGENIERÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL - LABGIGA

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

MEDELLÍN

2023-06-15

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN.....7

2 OBJETIVOS.....8

2.1 OBJETIVO GENERAL8

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS8

3 INFORMACIÓN GENERAL DEL CLIENTE9

4 NORMATIVA COLOMBIANA VIGENTE.....10

4.1 RESOLUCIÓN 2254 DEL 201710

5 METODOLOGIA11

5.1 PUNTOS DE MONITOREO11

5.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO.....11

5.2 MÉTODO14

5.3 PARÁMETROS EVALUADOS EN LA CARACTERIZACIÓN14

5.4 EQUIPOS UTILIZADOS PARA LA TOMA DE MUESTRA16

6 RESULTADOS17

6.1 ESPECIES QUÍMICAS DETERMINADAS EN LOS PUNTOS DE MONITOREO17

6.1.1 CARACTERIZACIÓN QUÍMICA PM 10 GUARNE.....17

6.1.2 CARACTERIZACIÓN QUÍMICA PM 10 MARINILLA18

7 OPINIONES E INTERPRETACIONES/DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD.....19

7.1 CORREGIMIENTO GUARNE20

7.1.1 ESPECIES METÁLICAS, GUARNE20

7.1.2 IONES, GUARNE21

7.1.3 CONCENTRACIÓN MEDIA DE LOS ANALITOS, GUARNE21

7.2 MUNICIPIO DE MARINILLA22

7.2.1 ESPECIES METÁLICAS, MARINILLA22

7.2.2 COMPUESTOS IÓNICOS, MARINILLA.....23

7.2.3 CONCENTRACIÓN MEDIA DE LOS ANALITOS, MARINILLA24

8 INDICE DE CALIDAD DE AIRE – ICA.....25

9 CONCLUSIONES26

10 RESPONSABILIDAD27

11 NOTAS DE CAMBIO28

12 BIBLIOGRAFÍA.....29

ANEXO 1. RESOLUCIONES DE ACREDITACIÓN31

Código: F-EA-02

Versión: 01

Fecha de Emisión: 2023-02-20

Página 3 de 33

Informe: 22-074-5

ANEXO 2. RESULTADOS DE LABORATORIO.....	32
ANEXO 3. RESULTADOS DE LABORATORIO.....	33

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire	10
Tabla 2 . Ubicación puntos de monitoreo	11
Tabla 3. Parámetros a evaluar en los puntos de Guarne y Marinilla.....	15
Tabla 4. Equipos utilizados para el monitoreo.....	16
Tabla 5. Concentraciones de iones y metales ($\mu\text{g}/\text{filtro}$), Guarne.....	17
Tabla 6. Concentraciones de iones y metales ($\mu\text{g}/\text{filtro}$), Marinilla.....	18

LISTA DE IMÁGENES O FOTOS

Imagen 1. Ubicación punto de monitoreo Alcaldía de Guarne. Fuente: Google Earth ...	12
Imagen 2. Punto de monitoreo Alcaldía de Guarne.....	12
Imagen 3. Ubicación punto de monitoreo Hospital de Marinilla. Fuente: Google Earth	13
Imagen 4. Punto de monitoreo Marinilla.....	14

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfica 1. Metales encontrados en el PM ₁₀ , Guarne.....	20
Gráfica 2. Iones encontrados en el PM ₁₀ , Guarne	21
Gráfica 3. Concentración media de los analitos, Guarne	22
Gráfica 4. Metales encontrados en el PM ₁₀ , Marinilla	23
Gráfica 5. Iones encontrados en el PM ₁₀ , Marinilla.....	24
Gráfica 6. Concentración media de los analitos, Marinilla.....	25

1 INTRODUCCIÓN

La Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare, CORNARE, mediante el Convenio Interadministrativo N° 374 de 2022, interesada en conocer la calidad del aire en cuatro puntos ubicados en la subregión Valles de San Nicolás y en la Subregión Bosques, realizando el muestreo y evaluación de contaminantes PM_{10} y $PM_{2,5}$, en conjunto con la verificación metrológica de los medidores de partículas y variables meteorológicas de La Corporación, contrató al Laboratorio del Grupo de Ingeniería y Gestión Ambiental – LabGIGA de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia, el cual se encuentra acreditado bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM – bajo Resolución No. 0651 del 02 de julio de 2021, para realizar dicho trabajo.

La toma de muestra de material particulado en los puntos de monitoreo se llevó a cabo entre el 20 de diciembre de 2022 y el 31 de marzo de 2023 con una frecuencia de tres (03) días.

El equipo de trabajo está compuesto por:

Coordinador de Laboratorio

David Aguiar Gil

Directora Técnica

Olga Cecilia Berrío Álvarez

Directora de Gestión

Claudia Lucía Zuluaga Echeverry

Coordinadora de Logística

Kelly Yohana Ramírez Gómez

Profesional Analista

Ever Emilio Núñez Bustamante

Isamar Álvarez Cerquera

Auxiliar de Ingeniería

Adolfo Trejos Correa

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad del aire por medio del monitoreo y análisis de contaminantes criterio, en cuatro (4) puntos de monitoreo, en la subregión Valles de San Nicolás y la subregión Bosques.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la presencia de iones y compuestos metálicos en el material particulado PM_{10} recolectado en 5 muestras procedentes dos puntos de monitoreo en la subregión Valles de San Nicolás, SVCA Valles.
- Analizar la composición química encontrada en el material particulado y su relación con las condiciones propias de la subregión y de la zona de monitoreo

3 INFORMACIÓN GENERAL DEL CLIENTE

Nombre ó Razón Social	CORNARE; Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare
NIT	890.985.138-3
Persona de contacto de la empresa	Juan Fernando Zapata
Cargo	Supervisor convenio 374-2022
Teléfono	6045461616 Ext 271
Correo electrónico	jzapata@cornare.gov.co
Dirección de la empresa	Carrera 59 Número 44-48, Kilometro 54
Municipio/Departamento	El Santuario, Antioquia
Código CIU	8413
Actividad principal de la empresa	Regulación de las actividades de organismos que prestan servicios de salud, educativos, culturales y otros servicios sociales, excepto servicios de seguridad social

4 NORMATIVA COLOMBIANA VIGENTE

4.1 RESOLUCIÓN 2254 DEL 2017

La Resolución 2254 del 01 de noviembre de 2017 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS – por la cual adopta la norma de calidad de aire ambiente y se dictan otras disposiciones, establece la norma de calidad del aire o nivel de inmisión a condiciones de referencia (25 ° C y 760 mm Hg) y adopta disposiciones para la gestión del recurso aire en el territorio nacional, con el objetivo de garantizar un ambiente sano y minimizar el riesgo sobre la salud humana que pueda ser causado por la exposición a los contaminantes en la atmósfera.

En la Tabla 1. Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire se presentan los niveles máximos permisibles para contaminantes criterio que rigen a partir del 01 de enero de 2018.

Tabla 1. Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire

Contaminante	Unidad	Límite máximo permisible Resolución 2254 del 2017	Tiempo de exposición
PM ₁₀	µg/m ³	50	Anual
		100	24 horas
PM _{2,5}	µg/m ³	25	Anual
		50	24 horas
SO ₂	µg/m ³	50	24 horas
		100	1 hora
NO ₂	µg/m ³	60	Anual
		200	1 hora
O ₃	µg/m ³	100	8 horas
CO	µg/m ³	5000	8 horas
		35000	1 hora

Fuente: Resolución 2254 del 01 de noviembre de 2017

Es importante aclarar que la Resolución 2254 del 01 de noviembre de 2017, establece en el Parágrafo 1 del Artículo 2 que, a partir del 1 de julio de 2018, los niveles máximos permisibles de PM₁₀ y PM_{2,5} para un tiempo de exposición 24 horas serán de 75 µg/m³ y 37 µg/m³ respectivamente.

5 METODOLOGIA

5.1 PUNTOS DE MONITOREO

Para la evaluación de la calidad del aire en las zonas de interés, se ubicaron dos (2) puntos de monitoreo, uno en el municipio de Guarne y otro ubicado en el municipio de Marinilla, ambos de la subregión Valles de San Nicolás. Estos puntos se ubicaron teniendo en cuenta los criterios de diseño para un sistema de vigilancia de calidad del aire establecidos en el capítulo 5.7.5 del Manual de Diseño de Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire del MAVDT. A continuación, se realiza una descripción de cada punto de monitoreo seleccionado (Tabla 2).

Tabla 2 . Ubicación puntos de monitoreo

Código sitio de monitoreo	Fecha o periodo de monitoreo	Descripción sitio de monitoreo	Coordenadas Geográficas*		Altitud (msnm)
			Latitud	Longitud	
22-074 - 3	2022-12-20 a 2023-03-31	Alcaldía de Guarne	06° 16'48.5" N	75° 26'31.3" W	2120
22-074 - 4	2022-12-20 a 2023-03-31	Hospital San Juan de Dios, Marinilla	06° 10'27,21" N	75° 20'21,93" W	2105

*Las coordenadas están dadas en grados, minutos y segundos

5.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Alcaldía de Guarne: La estación se encuentra ubicada en el casco urbano del municipio de Guarne, localizado en la dirección Carrera 50 No. 50 – 02, correspondiente al edificio de la Alcaldía municipal. La estación no tiene presencia de vegetación, ni obstáculos

considerables en sus alrededores, lo cual garantiza la representatividad en la toma de las muestras de acuerdo con los lineamientos establecidos por el Protocolo de Calidad del Aire del Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial en octubre de 2010.



Imagen 1. Ubicación punto de monitoreo Alcaldía de Guarne. Fuente: Google Earth

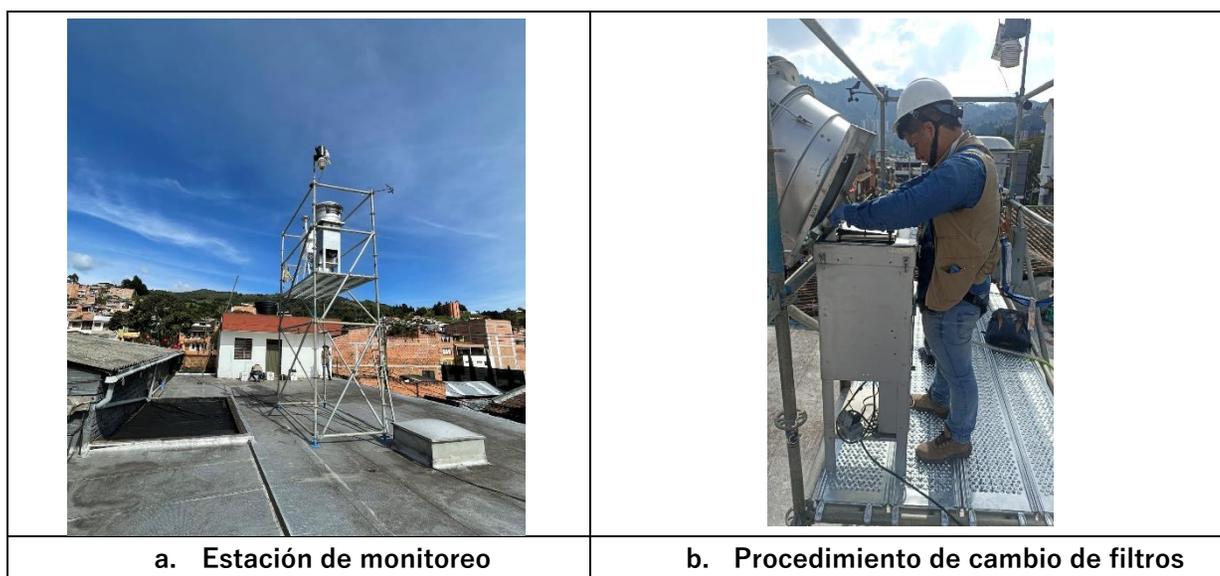


Imagen 2. Punto de monitoreo Alcaldía de Guarne.

Hospital San Juan de Dios de Marinilla: La estación se encuentra ubicada en el casco urbano del municipio de Marinilla, localizado en la dirección Carrera 36 No. 28 – 85, correspondiente al Hospital San Juan de Dios. La estación no tiene presencia de vegetación, ni obstáculos considerables en sus alrededores, lo cual garantiza la representatividad en la toma de las muestras de acuerdo con los lineamientos establecidos por el protocolo de calidad del aire del Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial en octubre de 2010.



Imagen 3. Ubicación punto de monitoreo Hospital de Marinilla. Fuente: Google Earth

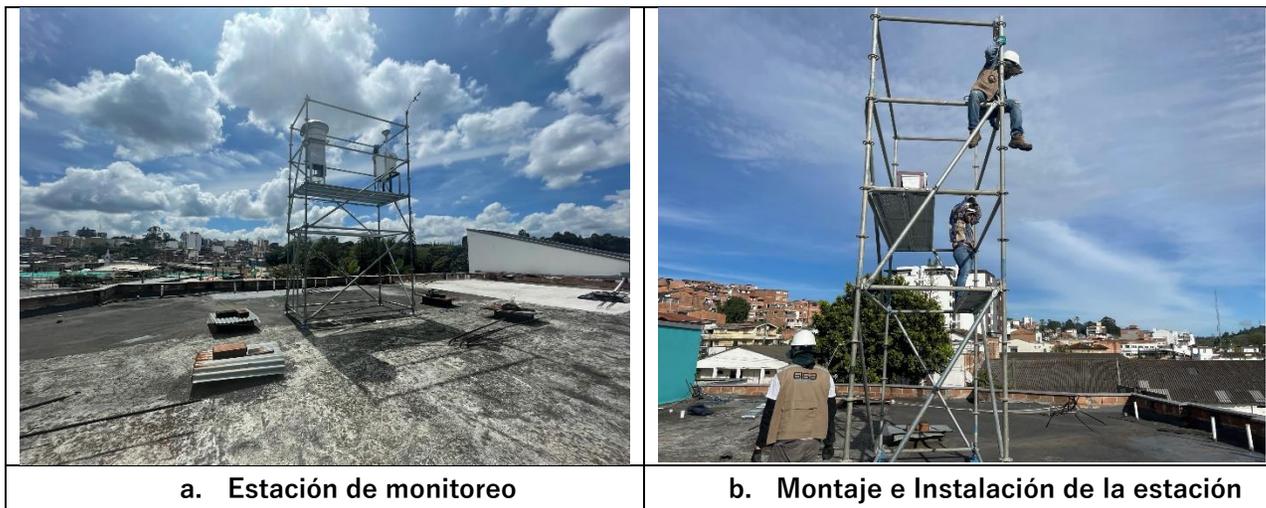


Imagen 4. Punto de monitoreo Marinilla.

5.2 MÉTODO

El muestreo de contaminantes en ambiente se desarrolló de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Protocolo para el Muestreo y Seguimiento de la Calidad del Aire del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT y a los métodos establecidos por la Environmental Protection Agency – EPA de los Estados Unidos. Los métodos analíticos usados para la cuantificación de especies químicas en el material particulado son normalizados o propios de los laboratorios subcontratados, y se mencionan en la tabla 3

5.3 PARÁMETROS EVALUADOS EN LA CARACTERIZACIÓN

La toma de muestras fue realizada por el LABGIGA acreditado bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM – bajo la Resolución N° 0651 de 02 de julio de 21. En la Tabla 3. Parámetros a evaluar en los puntos de Guarne y Marinilla. se especifican los parámetros evaluados y el método de análisis correspondiente.

Tabla 3. Parámetros a evaluar en los puntos de Guarne y Marinilla.

Parámetro	Método
Aluminio Total ¹	US-EAA-Llama (U.S. EPA 1999 Method IO-3.1, Method IO-3.2. EPA/625/R-96010a)
Cadmio Total* ¹	
Cromo Total* ¹	
Níquel Total* ¹	
Zinc Total* ¹	
Manganeso Total* ¹	
Plomo Total* ¹	
Cobre Total* ¹	
Hierro Total* ¹	
Sodio Total ¹	
Litio Total ¹	
Potasio Total ¹	
Calcio Total ¹	
Magnesio Total ¹	
Fluoruros ¹	Cromatografía Iónica (Código I-AL-060, Versión 01 Método Propio)
Cloruros ¹	
Nitratos ¹	
Nitritos ¹	
Fosfatos ¹	
Sulfatos ¹	
Amonio ²	Cromatografía Iónica (ASTM D6919-17)

**Parámetro acreditado*

¹ LABORATORIO DE ESTUDIOS AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, acreditado por el IDEAM según Resolución N° 1335 de 8 de noviembre de 2021. Ubicado en la Calle 67 #53-108, bloque 20-244, Universidad de Antioquia (Ciudad Universitaria)

² Acuazul Ltda

5.4 EQUIPOS UTILIZADOS PARA LA TOMA DE MUESTRA

Para la determinación de las concentraciones por contaminante y las condiciones meteorológicas se utilizaron los siguientes equipos debidamente calibrados:

Tabla 4. Equipos utilizados para el monitoreo.

Nombre equipo	N° Serie	Contaminante	Método de referencia	Ubicación
Muestreador de alto volumen (Hi-vol) - Tish	1789	PM ₁₀	US-EPA CFR Título 40, Parte 50, Capítulo I. Subcapítulo C, Apéndice J. Alto Volumen. Método de referencia manual: RFPS-0202-141	Guarne
Muestreador de alto volumen (Hi-vol)-Tish	1788	PM ₁₀	US-EPA CFR Título 40, Parte 50, Capítulo I. Subcapítulo C, Apéndice J. Alto Volumen. Método de referencia manual: RFPS-0202-141	Marinilla

6 RESULTADOS

De la Tabla 5 a la Tabla 6 se presentan las concentraciones promedio diarias de partículas menores a 2,5 micras – PM_{2,5} y partículas menores a 10 micras – PM₁₀, registradas durante los monitoreos realizados desde el 20 de diciembre de 2022 en los puntos de monitoreo de Guarne y Marinilla, la fecha de corte para este informe en las dos estaciones fue el 11 de febrero de 2023, además, se presentan las concentraciones promedio para el período monitoreado y los valores máximos y mínimos para cada contaminante evaluado.

Se aclara que las fechas de ingreso de las muestras a los laboratorios subcontratados y las fechas de análisis se especifican en los informes de laboratorio anexos en el informe final.

6.1 ESPECIES QUÍMICAS DETERMINADAS EN LOS PUNTOS DE MONITOREO

6.1.1 CARACTERIZACIÓN QUÍMICA PM 10 GUARNE

En la estación ubicada en el municipio de Guarne, se seleccionaron cinco (5) filtros de PM10 para ser caracterizados, estos corresponden a las muestras recolectadas el 25 y 31 de diciembre de 2022, el 26 de febrero, 07 y 13 de marzo de 2023. Los resultados encontrados se expresan a continuación en la Tabla 5.

Tabla 5. Concentraciones de iones y metales (µg/filtro), Guarne.

Parámetro Expresado en µg/filtro	1427	1430	1539	1554	1528
	2022-12-25	2022-12-31	2023-02-26	2023-03-7	2023-03-13
Fluoruros	<LDM	<LDM	<LDM	12,906	<LDM
Cloruros	40,914	56,808	33,318	54,594	34,974
Nitratos	298,422	435,582	337,338	712,368	274,104
Nitritos	<LDM	26,334	<LDM	<LDM	14,652
Fosfatos	710,262	778,86	2729,862	2483,712	907,2
Sulfatos	4897,602	3931,272	6588,72	3464,568	1419,498
Aluminio Total	233,753	314,46	<LDM	245,52	<LDM

Parámetro Expresado en µg/filtro	1427	1430	1539	1554	1528
	2022-12-25	2022-12-31	2023-02-26	2023-03-7	2023-03-13
Cadmio Total	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM
Cromo Total	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM
Níquel Total	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM
Zinc Total	33,615	46,845	21,87	43,74	19,935
Manganeso Total	<LDM	<LDM	<LDM	14,49	<LDM
Plomo Total	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM
Cobre Total	77,378	39,038	<LDM	25,875	<LDM
Hierro Total	292,77	355,23	297,315	426,105	<LDM
Sodio Total	847,643	733,365	1580,153	1487,205	538,088
Litio Total	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM
Potasio Total	585,608	721,035	352,62	768,488	537,165
Calcio Total	568,17	628,965	585,45	164,273	117,27
Magnesio Total	266,895	244,08	226,328	212,963	79,065
Amonio ¹³	645,84	261	1094,76	365,4	105,3

<LDM: Menor al límite de cuantificación del laboratorio subcontratado para el analito

6.1.2 CARACTERIZACIÓN QUÍMICA PM 10 MARINILLA

En la estación ubicada en el municipio de Marinilla, se seleccionaron cinco (5) filtros de PM₁₀ para ser caracterizados, estos corresponden a las muestras recolectadas el 25 y 31 de diciembre de 2022, el 09 de enero, el 26 de febrero y el 01 de marzo de 2023. Los resultados encontrados se expresan a continuación en la Tabla 6.

Tabla 6. Concentraciones de iones y metales (µg/filtro), Marinilla.

Parámetro Expresado en µg/filtro	1419	1461	1446	1522	1542
	2022-12-25	2022-12-31	2023-01-09	2023-02-26	2023-03-01
Fluoruros	<LDM	5,616	<LDM	<LDM	<LDM
Cloruros	39,528	222,12	82,242	80,586	90,54
Nitratos	436,806	819,126	337,086	533,844	894,528

Parámetro Expresado en µg/filtro	1419	1461	1446	1522	1542
	2022-12-25	2022-12-31	2023-01-09	2023-02-26	2023-03-01
Nitritos	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM
Fosfatos	754,524	606,276	803,196	583,596	2527,974
Sulfatos	4485,816	4520,592	2567,772	7906,464	3015,072
Aluminio Total	304,38	960,21	<LDM	418,725	361,553
Cadmio Total	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM
Cromo Total	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM
Níquel Total	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM
Zinc Total	28,35	37,26	24,008	26,595	34,425
Manganeso Total	<LDM	13,815	<LDM	<LDM	<LDM
Plomo Total	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM
Cobre Total	41,693	89,978	31,343	<LDM	<LDM
Hierro Total	366,143	609,413	286,65	511,29	616,208
Sodio Total	941,873	891,563	572,198	1097,078	1368,675
Litio Total	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM
Potasio Total	268,515	941,783	226,665	430,808	251,528
Calcio Total	851,355	1306,845	556,83	1257,953	1363,478
Magnesio Total	210,893	342,045	119,16	282,105	230,018
Amonio ¹³	545,22	<LDM	244,44	243,44	196,56

<LDM: Menor al límite de cuantificación del laboratorio subcontratado para el analito

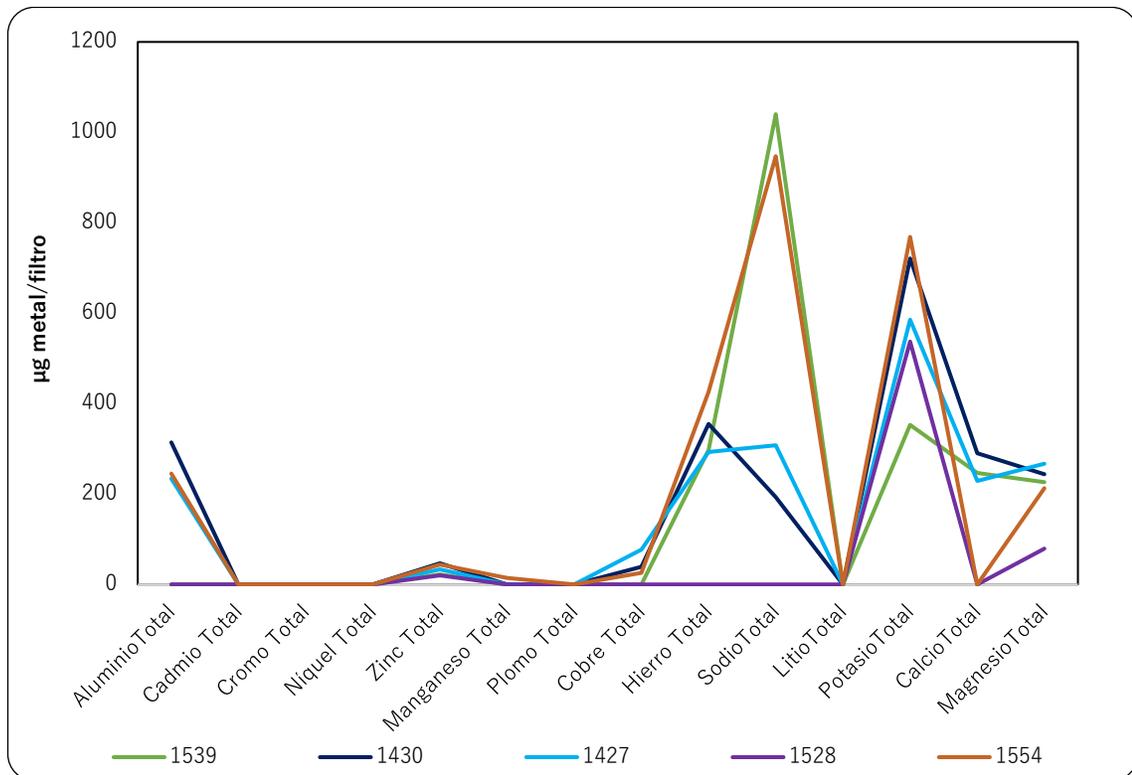
7 OPINIONES E INTERPRETACIONES/DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

El análisis del comportamiento y, relaciones de los resultados obtenidos en la caracterización química los cinco (5) filtros de material particulado PM₁₀ seleccionados en cada estación de monitoreo se llevó a cabo de acuerdo con la información disponible en la literatura científica. Las gráficas 1 a 6 representan este análisis

7.1 CORREGIMIENTO GUARNE

7.1.1 ESPECIES METÁLICAS, GUARNE

El análisis de metales en las muestras de PM₁₀ recolectadas en el municipio de Guarne permitió evidenciar una baja presencia de Cadmio, Cromo, Níquel, Plomo y Litio, para los cuales, los resultados fueron menores al límite de detección del método analítico, adicionalmente se tiene que el Manganeso y el Zinc presentaron valores menores a 50 µg/filtro (ver tabla 3), (Anexo 2). Por el contrario, el *Sodio Total* fue el analito con mayor presencia en las 5 muestras. El *Potasio Total* fue el segundo analito con mayor presencia en los filtros de muestra, adicionalmente, este registró un pico en el filtro 1539, correspondiente a la muestra 26 de febrero de 2023, esta fecha fue seleccionada debido a un aumento atípico de forma generalizada en las concentraciones registradas por estaciones de monitoreo de calidad del aire

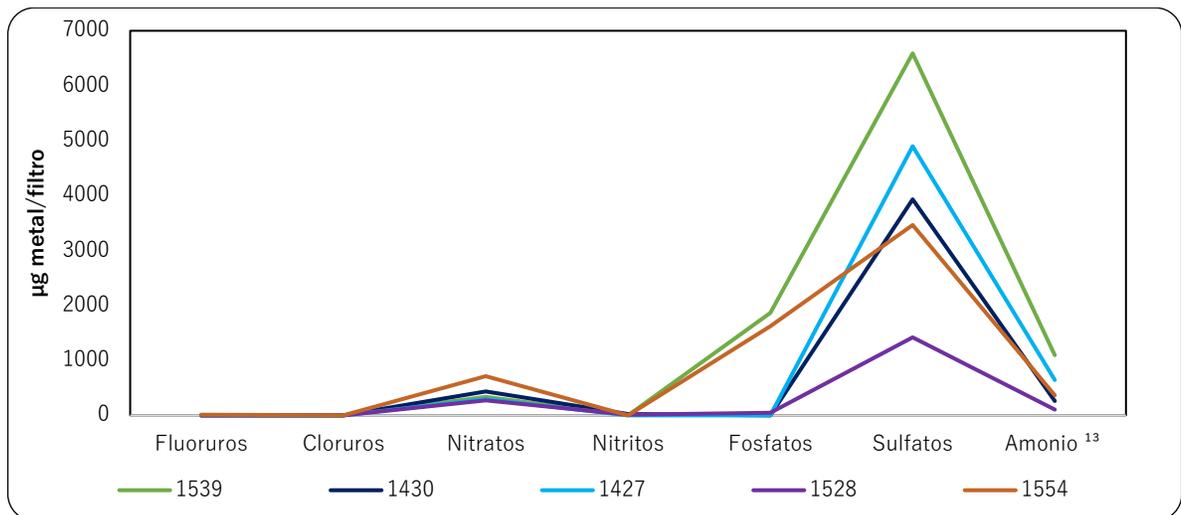


Gráfica 1. Metales encontrados en el PM₁₀, Guarne.

7.1.2 IONES, GUARNE

El análisis de iones en las muestras de PM₁₀ recolectadas en el municipio de Guarne evidenció una baja presencia de Fluoruros, los cuales fueron identificados solo en 1 de las 5 muestras, con una media de 12,906 µg/filtro. Por el contrario, los Sulfatos fueron el analito con mayor presencia en el total de las muestras con una media de 4060,332 µg/filtro, el cual fue considerablemente el valor más alto con relación a las demás sustancias. Los fosfatos fueron el segundo ion con mayor presencia en los filtros de muestra (ver tabla 3), (Anexo 2).

Adicionalmente, los fosfatos se reportaron en las muestras recolectadas el 26 de febrero, el 7 y 13 de marzo de 2023, fechas relacionadas con un aumento atípico de forma generalizada en las concentraciones registradas por diferentes estaciones de monitoreo de calidad del aire, sin embargo, en la primera fecha mencionada se registró una mayor presencia del ion en la muestra.

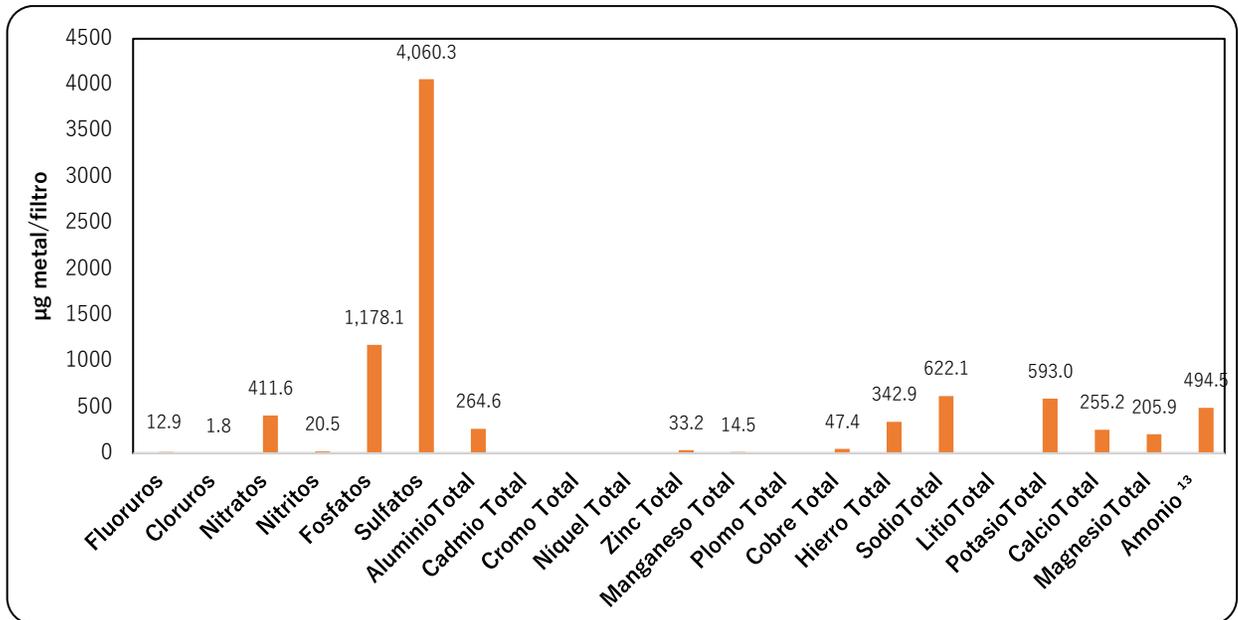


Gráfica 2. Iones encontrados en el PM₁₀, Guarne

7.1.3 CONCENTRACIÓN MEDIA DE LOS ANALITOS, GUARNE

Con respecto a la concentración media de cada sustancia en las muestras analizadas para el punto ubicado en el municipio de Guarne, la gráfica 3 permite identificar que no

se encontró presencia de Cadmio Total, Cromo Total, Níquel Total, Plomo Total y Litio Total; los Fluoruros, Cloruros, Nitritos, Manganeso Total, Zinc Total, y Cobre Total se encontraron en las más bajas proporciones con menos de 50,000 µg/filtro. Por el contrario, se encontró que los Sulfatos y los Fosfatos con medias de 4060,332 µg/filtro y 1178,708 µg/filtro respectivamente, fueron las sustancias con mayor presencia en los filtros analizados.



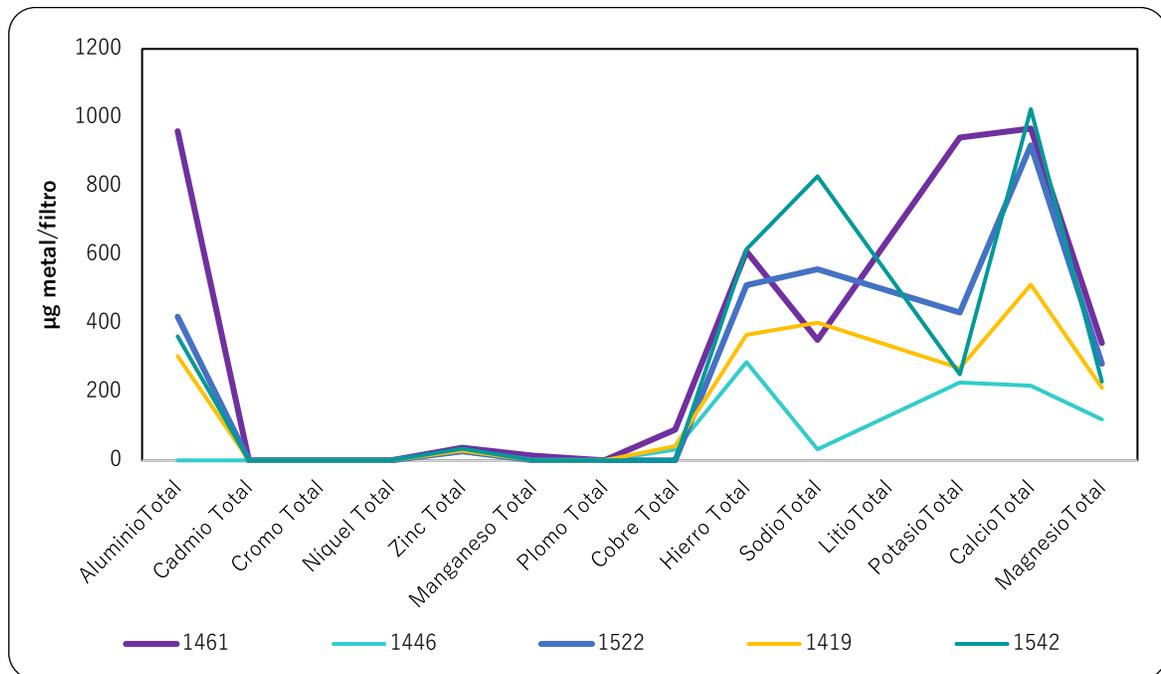
Gráfica 3. Concentración media de los analitos, Guarne

La presencia de sulfatos en el material particulado atmosférico, puede ser relacionado con la presencia de calderas de carbón (Ding et al., 2021) y otros equipos de combustión(Mateus-Fontecha et al., 2022) Adicionalmente, se encontró una presencia representativa de fosfatos, elemento relacionado a las actividades industriales (Alastuey, A et, 2006), lo cual coincide con las condiciones ambientales del lugar debido a la presencia de empresas dedicadas a distintas actividades industriales

7.2 MUNICIPIO DE MARINILLA

7.2.1 ESPECIES METÁLICAS, MARINILLA

El análisis de metales en las muestras de PM₁₀ recolectadas en el municipio de Marinilla permitió evidenciar una baja presencia de Cadmio, Cromo, Níquel, Plomo y Litio, donde los resultados fueron menores al límite de detección del método analítico, así mismo, el Zinc, Manganeso y Cobre presentaron valores menores a 50,000 µg/filtro. Por el contrario, el *Calcio Total* fue el analito con mayor presencia en las 5 muestras con una concentración media de 728,3 µg/filtro, seguido del *Aluminio Total* con una media de 511,2 µg/filtro (ver tabla 3), (Anexo 2).

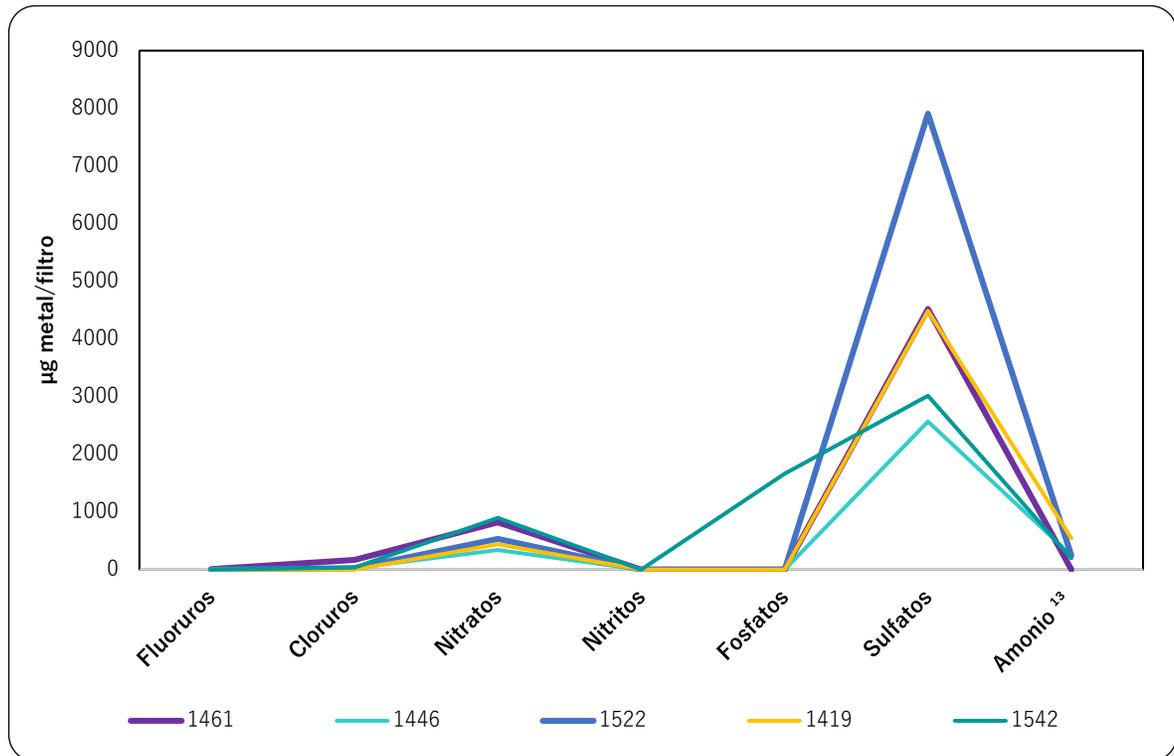


Gráfica 4. Metales encontrados en el PM₁₀, Marinilla

7.2.2 COMPUESTOS IÓNICOS, MARINILLA

El análisis de iones en las muestras de PM₁₀ recolectadas en el municipio de Marinilla evidenció una baja presencia en los Nitritos con una media menor al límite, así mismo, los Fluoruros reportaron un valor medio de 5,6 µg/filtro (ver tabla 3), (Anexo 2). Por el contrario, los Sulfatos fueron el analito con mayor presencia en el total de las muestras con una predominancia considerable, pues estos registraron una media de 4499,1 µg/filtro. En segundo lugar, están los Fosfatos, los cuales presentan una media de 1665,8 con una sola muestra de 5 el día 01 de marzo de 2023. En tercer lugar, están los

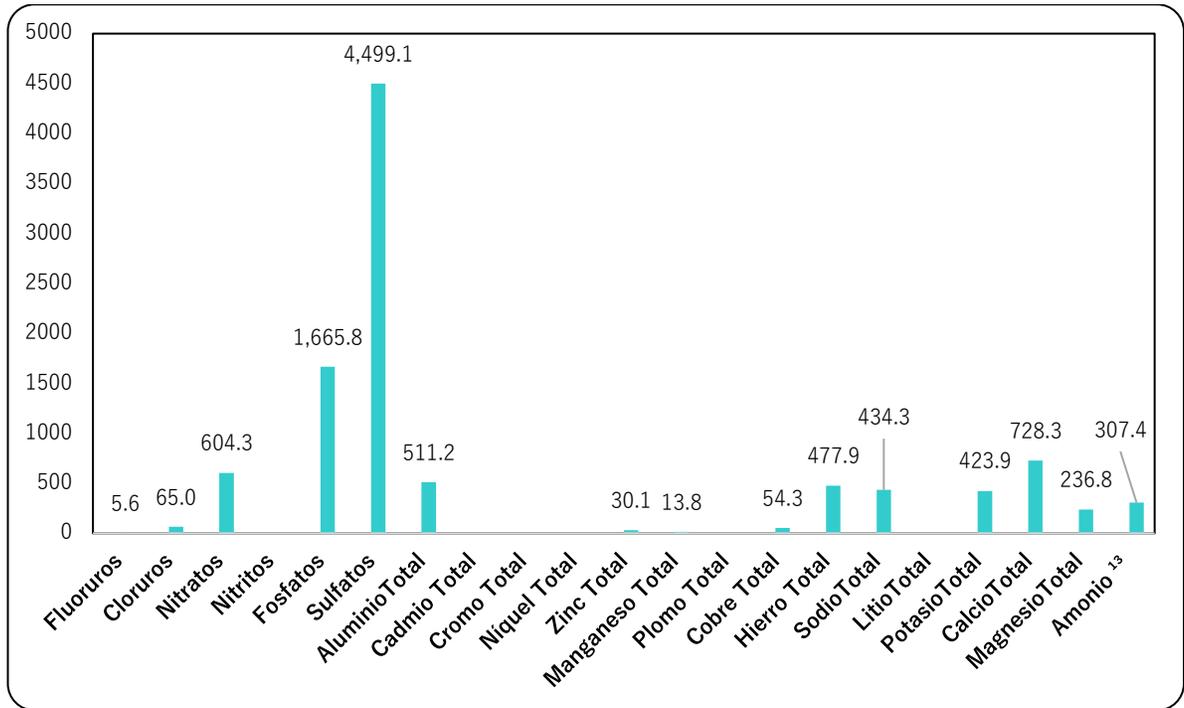
Nitratos con una media de 604,3, siendo el único ion con valores mayores al límite en todas las 5 muestras.



Gráfica 5. Iones encontrados en el PM₁₀, Marinilla.

7.2.3 CONCENTRACIÓN MEDIA DE LOS ANALITOS, MARINILLA

La presencia de sulfatos en el material particulado atmosférico, puede ser relacionado con la presencia de calderas de carbón (Ding et al., 2021) y otros equipos de combustión (Mateus-Fontecha et al., 2022). Adicionalmente, se encontró una presencia representativa de fosfatos, elemento relacionado a las actividades industriales (Alastuey, A et, 2006), lo cual coincide con las condiciones ambientales del lugar debido a la presencia de empresas dedicadas a distintas actividades industriales.



Gráfica 6. Concentración media de los analitos, Marinilla

Con respecto a la concentración media de cada sustancia en las muestras analizadas para el punto ubicado en el municipio de Guarne, la gráfica 6 permite identificar que no se encontró presencia de Nitritos, Cadmio Total, Cromo Total, Níquel Total, Plomo Total y Litio Total, así mismo, los Fluoruros, Cloruros, Manganeso Total, Zinc Total, y Cobre Total se encontraron en bajas proporciones con menos de 70,000 µg/filtro. Por el Contrario, los Sulfatos con una media de 4499,1 µg/filtro y los Fosfatos con 1665,8 µg/filtro fueron las sustancias con mayor presencia en los filtros analizados.

Regla de decisión: Aceptación binaria simple sin zona de seguridad (w=0). Pasa – No Pasa. Riesgo asociado del 50%. ILAC-G8:09/2019. Numeral 4.2.1

8 INDICE DE CALIDAD DE AIRE – ICA

No aplica, puesto que el presente es un informe técnico de caracterización química de material particulado, al no contener información específica de calidad del aire no es requerido el cálculo del índice.

9 CONCLUSIONES

Después de realizar el análisis de los analitos presente en este informe se concluye que:

- Los Sulfatos y los Fosfatos fueron los analitos más significativos en la composición química del material particulado PM_{10} recolectado en la subregión de Valles de San Nicolás, el primero elemento se relaciona con la presencia e influencia de calderas de carbón o en general con actividades que impliquen combustión (Ding et al., 2021; Mateus-Fontecha et al., 2022). Los fosfatos como segunda sustancia están asociados en general con actividades industriales según estudio realizado por (Alastuey, A et, 2006), estas dos descripciones coinciden con las condiciones ambientales de los puntos de monitoreo de la subregión, ya que son zonas industriales en crecimiento constante
- Cadmio total, Cromo Total, Níquel Total, Plomo Total y Litio Total fueron los analitos que no se encontraron en la composición química del material particulado menor a 10 micras, en los dos puntos de monitoreo en la subregión Valles de San Nicolas.

10 RESPONSABILIDAD

Aprueba

OLGA CELILIA BERRÍO ÁLVAREZ

Director técnico LABGIGA

Química

Tarjeta profesional PQ-2439

Autoriza

DAVID AGUIAR GIL

Coordinador LABGIGA

Ingeniero Sanitario

Tarjeta profesional 05237-164753 ANT

Este documento se ha enviado con protecciones de modificación y sólo podrá ser alterado o modificado por el LABGIGA,

El LABGIGA no se hace responsable por la información que sea suministrada por el cliente para la elaboración de este informe. Los resultados de este informe son válidos únicamente para las muestras tomadas por el LABGIGA, son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de estos resultados.

Este informe no debe reproducirse sin la aprobación del laboratorio, excepto en su totalidad.

Laboratorio acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM- para producir información cuantitativa, física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, según Resolución No. 0651 del 02 de julio de 2021 en las matrices agua, calidad del aire y ruido.

11 NOTAS DE CAMBIO

N°	BREVE DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO	FECHA aaaa-mm-dd
01	No aplica para la primera versión	2023-06-02

12 BIBLIOGRAFÍA

- Alastuey, A., Querol, X., Plana, F., Viana, M., Ruiz, C. R., Campa, A. S., Rosa, J., Mantilla, E., & Santos, S. G. dos. (2006). Identification and chemical characterization of industrial particulate matter sources in southwest Spain. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 56:7, 993–1006. <https://doi.org/10.1080/10473289.2006.10464502>.
- ENVIRONMENTAL PROTECCIÓN AGENCY. Guideline for reporting of daily air quality – Air Quality Index. Office of Air Quality Planning and Standards. 2006.
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Protocolo para la vigilancia y seguimiento del módulo aire del sistema de información ambiental. Bogotá, 2005.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Protocolo para el muestreo y seguimiento de la calidad del aire. Manual de operación de sistemas de vigilancia de la calidad del aire. Bogotá, 2010.
- COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Decreto 948 (5 de junio de 1995). Por el cual se reglamentan parcialmente, la Ley 23 de 1973; los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto-Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 2254 (01 de noviembre de 2017). Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones.
- Ding, X., Li, Q., Wu, D., Wang, X., Li, M., Wang, T., Wang, L., & Chen, J. (2021). Direct Observation of Sulfate Explosive Growth in Wet Plumes Emitted From

Typical Coal-Fired Stationary Sources. Geophysical Research Letters, 48(6).
<https://doi.org/10.1029/2020GL092071>

- Mateus-Fontecha, Lady, Vargas-Burbano, A., Jimenez, R., Rojas, N. Y., Rueda-Saa, G., Van Pinxteren, D., Van Pinxteren, M., Fomba, K. W., & Herrmann, H. (2022). Understanding aerosol composition in a tropical inter-Andean valley impacted by agro-industrial and urban emissions. Atmospheric Chemistry and Physics, 22(13), 8473–8495. <https://doi.org/10.5194/ACP-22-8473-2022>

Los Anexos 1,2 y 3 hacen parte del informe técnico.

Fin del Informe Técnico

ANEXOS

ANEXO 1. RESOLUCIONES DE ACREDITACIÓN

ANEXO 2. RESULTADOS DE LABORATORIO

ANEXO 3. RESULTADOS DE LABORATORIO