



**DISEÑO Y DESARROLLO DE UN TABLERO EN POWER BI PARA LA CONSULTA  
DE INFORMACIÓN DE CALIDAD DEL AIRE PARA EL VALLE DE ABURRÁ:  
Mediante datos de la red de monitoreo del Área Metropolitana del Valle de Aburrá**

Mariena Rodriguez Oquendo

Trabajo para optar al título de Ingeniera Ambiental

Semestre de Industria

Asesor

James Londoño Valencia, MSc en Ingeniería UdeA

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental  
Ingeniería Ambiental  
Medellín  
2024

<b>Cita</b>	(Rodríguez Oquendo, 2024)
<b>Referencia</b>	(Rodríguez Oquendo, M., 2024). <i>DISEÑO Y DESARROLLO DE UN TABLERO EN POWER BI PARA LA CONSULTA DE INFORMACIÓN DE CALIDAD DEL AIRE PARA EL VALLE DE ABURRÁ: Mediante datos de la red de monitoreo del Área Metropolitana del Valle de Aburrá</i> . [Semestre de Industria]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mis padres, por su apoyo incondicional y las valiosas enseñanzas que siempre me han brindado. A mi padre, mi referente, cuya sabiduría y ejemplo me inspiran cada día. A mi madre, mi brújula, quien con su amor y guía me ha señalado siempre el camino correcto.

A mis hermanos, por sus palabras de ánimo y su disposición constante para ayudarme cuando más lo necesitaba.

A mi pareja, mi fortaleza y mi compañero incondicional en cada paso de este camino, por estar siempre a mi lado. A SPS por ser mi compañía en las noches de desvelo y darme fuerza para seguir adelante.

Gracias a todos ustedes por creer en mí y por ser pilares fundamentales en este logro.

## **Agradecimientos**

Agradezco a la Universidad de Antioquia, mi alma mater, y a los profesores y compañeros que han sido parte de esta trayectoria. Gracias por brindarme la oportunidad de formarme como persona y como profesional.

Gracias especialmente a mi tutor James Londoño, por su guía y dedicación a lo largo del desarrollo de mi práctica.

Agradezco inmensamente al Área Metropolitana del Valle de Aburrá por brindarme esta oportunidad, llena de aprendizajes y rodeada de personas admirables, de quienes obtuve valiosas enseñanzas. En especial, gracias a mi tutora Diana Hoyos, por su constante apoyo y confianza, y por permitirme ser parte de esta experiencia tan grandiosa.

## Tabla de Contenido

Resumen .....	9
Abstract .....	10
1. Introducción .....	11
2. Objetivos .....	13
2.1 Objetivo general .....	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
3. Marco teórico .....	13
4. Metodología .....	21
4.1 Primera Fase: Establecimiento de Parámetros y Ajuste de Formato .....	22
4.2 Segunda Fase: Diseño y Creación del Tablero.....	23
4.3 Tercera Fase: Evaluación, Ajuste y Publicación del Tablero.....	23
5. Análisis de Resultados .....	24
5.1 Primera Fase: Recopilación de Información y Análisis de Requerimientos .....	24
5.2 Segunda Fase: Diseño y Creación del Tablero.....	25
5.3 Tercera Fase: Visualización, Evaluación y Ajuste del Tablero .....	31
6. Conclusiones y recomendaciones .....	33
7. Referencias.....	34
8. Anexos .....	36

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> .....	18
<b>Tabla 2</b> .....	19
<b>Tabla 3</b> .....	20
<b>Tabla 4</b> .....	25
<b>Tabla 5</b> .....	39
<b>Tabla 6</b> .....	43

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b> .....	15
<b>Figura 2</b> .....	16
<b>Figura 3</b> .....	16
<b>Figura 4</b> .....	17
<b>Figura 5</b> .....	17
<b>Figura 6</b> .....	22
<b>Figura 7</b> .....	26
<b>Figura 8</b> .....	27
<b>Figura 9</b> .....	28
<b>Figura 10</b> .....	28
<b>Figura 11</b> .....	29
<b>Figura 12</b> .....	29
<b>Figura 13</b> .....	30
<b>Figura 14</b> .....	31
<b>Figura 15</b> .....	32
<b>Figura 16</b> .....	36
<b>Figura 17</b> .....	37
<b>Figura 18</b> .....	37
<b>Figura 19</b> .....	38
<b>Figura 20</b> .....	38
<b>Figura 21</b> .....	39
<b>Figura 22</b> .....	39
<b>Figura 23</b> .....	40
<b>Figura 24</b> .....	41

**Figura 25** .....41

**Figura 26** .....42

**Figura 27** .....42

**Figura 28** .....43

**Figura 29** .....43

**Figura 30** .....44

**Figura 31** .....45

## **Siglas, acrónimos y abreviaturas**

<b>AMVA</b>	Área Metropolitana del Valle de Aburrá
<b>ICA</b>	Índice de Calidad del Aire
<b>IDEAM</b>	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>PM</b>	Material Particulado
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	Material Particulado menor a 2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>PM<sub>10</sub></b>	Material Particulado menor a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>PBI</b>	Power BI
<b>SIATA</b>	Sistema de Alertas Tempranas del Valle de Aburrá
<b>UdeA</b>	Universidad de Antioquia



## Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo presentar los datos de calidad del aire que se miden y monitorean desde la red de monitoreo del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, a partir del programa del Sistema de Alertas Tempranas del Valle de Aburrá (SIATA), para lograr visualizarlos en un tablero interactivo de Power BI, de manera que se pueda presentar información de datos históricos de contaminantes atmosféricos como el material particulado, y presentarla a la ciudadanía. El proyecto busca optimizar el acceso a información sobre los niveles de  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$  y facilitar su comprensión por parte de los usuarios, incluyendo ciudadanos y tomadores de decisiones.

Se desarrolló en tres fases principales: establecimiento de parámetros y ajuste de formato, diseño y creación del tablero, y la evaluación y ajuste final. Esto incluyó la estructuración de datos, creación de visualizaciones interactivas, filtros dinámicos, y validación del funcionamiento del tablero antes de su publicación. Por lo que se diseñó un tablero que permitió identificar patrones y tendencias en la calidad del aire, contribuyendo a una mayor conciencia ambiental. En conclusión, este tablero interactivo permite la visualización y acceso a datos ambientales, contribuyendo al desarrollo de estrategias informadas para la mitigación de los efectos de la contaminación atmosférica.

*Palabras clave:* contaminantes atmosféricos, material particulado,  $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$ , Power BI, tablero, Valle de Aburrá.

## **Abstract**

The objective of this work is to present the air quality data measured and monitored by the monitoring network of the Aburrá Valley Metropolitan Area, as part of the Early Warning System program of the Aburrá Valley (SIATA). The goal is to visualize this data through an interactive Power BI dashboard to display historical information on atmospheric pollutants, such as particulate matter, and make it accessible to the public. The project aims to optimize access to information on PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> levels and enhance user understanding, including citizens and decision-makers.

The project was carried out in three main phases: setting parameters and adjusting data formats, designing and creating the dashboard, and conducting final evaluation and adjustments. This process involved data structuring, creating interactive visualizations, dynamic filters, and validating the dashboard's functionality before its publication. As a result, a dashboard was designed to identify patterns and trends in air quality, contributing to increased environmental awareness. In conclusion, this interactive dashboard enables the visualization and access to environmental data, supporting the development of informed strategies to mitigate the effects of air pollution.

*Keywords:* atmospheric pollutants, particulate matter, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, Power BI, dashboard, Aburrá Valley.

## 1. Introducción

La calidad del aire y la contaminación acústica son problemáticas ambientales que afectan significativamente la salud y el bienestar de las personas, especialmente en áreas urbanas altamente pobladas como el Valle de Aburrá. El material particulado generado principalmente por actividades humanas como el tráfico vehicular industrial, se ha identificado como un factor que contribuye a problemas respiratorios, cardiovasculares y al deterioro de la calidad de vida (OMS, 2022). En este contexto, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) cuenta con una red de monitoreo que mide estos contaminantes, la cual es gestionada por el proyecto de Sistema de Alerta Temprana del Valle de Aburrá (SIATA). Sin embargo, el acceso a estos datos públicos puede ser de difícil consulta y entendimiento para la ciudadanía, por tanto, el desarrollo de un tablero con los datos históricos sobre el comportamiento de la calidad del aire facilitará la visualización de la información.

La propuesta de práctica busca abordar este problema creando un tablero para la visualización de los datos de calidad de aire, con el fin de hacerlo accesible y comprensible para los usuarios. La solución planteada consiste en presentar datos sobre  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$  en un tablero interactivo en Power BI (PBI), que permitirá a los usuarios visualizar la información de manera eficiente, facilitando la toma de decisiones informadas y promoviendo una mayor conciencia ambiental a la población. Los objetivos de este proyecto incluyen: la creación de un tablero interactivo para la presentación de datos de calidad de aire, logrando así que se visualicen de manera clara, mediante el uso de la herramienta PBI. La implementación del proyecto se realizará en tres fases principales:

1. Establecimiento de parámetros y ajuste de formato.
2. Diseño y creación del tablero interactivo de PBI, que permitirá a los ciudadanos del Valle de Aburrá acceder a información ambiental precisa y actualizada.
3. Visualización, evaluación y ajuste del tablero para asegurar su funcionamiento.

Los resultados obtenidos reflejan que la creación de un tablero interactivo, cumplen con los objetivos de facilitar la consulta y el análisis de los datos históricos de calidad del aire en el Valle de Aburrá. Este tablero integra concentraciones de  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$  en gráficos de líneas, barras y

mapas georreferenciados, proporcionando herramientas dinámicas como filtros por estaciones, municipios y períodos de tiempo. Además, permitió identificar patrones temporales y tendencias en la contaminación atmosférica, de acuerdo con la normativa y promoviendo la transparencia en la gestión ambiental.

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá es una entidad administrativa de derecho público que agrupa al Distrito de Medellín y 9 municipios que integran el Valle de Aburrá, Medellín es el eje principal, en torno a la cual se encuentran conurbados los municipios Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Itagüí, Sabaneta, Envigado, La Estrella y Caldas. Estos municipios están conectados por dinámicas e interacciones territoriales, ambientales, económicas, sociales, demográficas, culturales y tecnológicas. Para garantizar su desarrollo sostenible, humano, el ordenamiento territorial y la eficiente prestación de servicios públicos, es necesario un organismo que los coordine, siendo el AMVA el encargado de esto. Actuando como autoridad de transporte público metropolitano y ambiental urbana, ente articulador, planificador y coordinador territorial (AMVA, s.f.a), también está a cargo de la gestión catastral y de planificación metropolitana, así como de participar en el desarrollo de proyectos de infraestructura pública. En el marco de sus funciones se encuentra la Subdirección Ambiental, dependencia encargada de los componentes asociados al ejercicio como autoridad ambiental.

Entre sus funciones, supervisa y controla las emisiones de gases al ambiente generadas por actividades comerciales y de servicios en su jurisdicción urbana (AMVA, s.f.b). Conformando así, las áreas de Gestión Ambiental, Gestión de Riesgo y Cambio Climático, Vigilancia Ambiental, Control Ambiental y Jurídica Ambiental, siendo Gestión Ambiental, donde se desarrolla la gestión de calidad del aire y ruido ambiental; asimismo se realiza la medición de contaminación atmosférica mediante una red de monitoreo implementada desde 2005, como una estrategia regional basada en conocimiento científico, avance tecnológico e innovación, con el objetivo de identificar y predecir fenómenos naturales y humanos, que puedan alterar el ambiente o representar un riesgo para la población. Esto se logra desde el SIATA, realizando el monitoreo continuo y en tiempo real de las variables hidrológicas, meteorológicas, de calidad del aire y ruido, su modelación e investigación para comprender las variables adaptadas al territorio, para que a partir de esto haya

comunicación y educación a la población, así como la difusión de información a organismos de gestión de riesgos y a la ciudadanía (AMVA, s.f.c).

## **2. Objetivos**

### ***2.1 Objetivo general***

Presentar en un tablero de Power BI datos históricos de calidad del aire de material particulado menor a 2.5 micras y 10 micras, permitiendo una comprensión clara y accesible de la información ambiental obtenida por el SIATA para los ciudadanos del Valle de Aburrá.

### ***2.2 Objetivos específicos***

- Desarrollar un diseño de tablero en Power BI que estructure de manera clara los datos de calidad del aire, enfocado en facilitar la consulta de información histórica para los usuarios, permitiendo identificar patrones y tendencias en la calidad del aire.
- Crear visualizaciones interactivas e integrar filtros en Power BI que representen de forma comprensible las concentraciones de contaminantes  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$ , que permita visualizar de manera eficiente y comprensible la información obtenida, facilitando el acceso a información a los ciudadanos del Valle de Aburrá.

## **3. Marco teórico**

En la actualidad existen muchas problemáticas ambientales asociadas a contaminantes, entre estos se encuentran los contaminantes químicos, como gases y material particulado, y contaminantes físicos como el ruido o radiación. Los contaminantes químicos se definen como contaminantes que están conformados por materia inerte y que además pueden estar en el aire como moléculas individuales (gases) o en grupos de moléculas (aerosoles) (Gov. Argentina, 2016).

Encontrando dentro de este grupo el Material Particulado (PM), el cual según Aryal et al., (2021) se define como una mezcla de partículas sólidas y gotas líquidas que pueden llegar a formarse en el aire, cuando hay combustión de materia orgánica, combustibles fósiles o residuos.

El Material Particulado puede presentar diferentes tamaños, entre ellos y que son de interés para el AMVA están: el PM<sub>2.5</sub> (PM con diámetro aerodinámico  $\leq 2.5 \mu\text{m}$ ) y PM<sub>10</sub> (PM con diámetro aerodinámico  $\leq 10 \mu\text{m}$ ), que según la OMS (2022) su exposición ocasiona efectos negativos a la salud, ya que pueden penetrar profundamente en los pulmones y entrar en el torrente sanguíneo, causando impactos cardiovasculares, cerebrovasculares y respiratorios, de igual manera la exposición a largo plazo podría estar relacionado con problemas perinatales y cáncer de pulmón, de acuerdo con estudios realizados por la Agencia Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC) de la OMS.

Asimismo, se considera que es importante que la ciudadanía tenga acceso a la información ambiental como la calidad del aire, ya que al representar un riesgo para su salud es esencial que puedan a partir de esta información tomar medidas de autocuidado, para proteger su salud. Es así, como informar a los ciudadanos les permitirá tomar medidas preventivas, tales como no realizar actividades al aire libre o teletrabajar durante episodios de contaminación atmosférica, así como concientizarse sobre el impacto de sus acciones, además de fortalecer la participación ciudadana.

Dando cumplimiento además a lo establecido en el acuerdo de Escazú, el cual tiene como propósito el garantizar el acceso a la información ambiental, la participación pública en la toma de decisiones ambientales y el acceso a la justicia en cuestiones ambientales en América Latina y el Caribe. Y de igual manera busca promover la creación y fortalecimiento de capacidades y cooperación, contribuyendo a la protección del derecho de todas las personas, tanto de las generaciones actuales como futuras, a vivir en un entorno saludable y promover el desarrollo sostenible (UNESCO & NU. CEPAL, 2024).

Por lo anterior, resulta importante realizar el monitoreo de variables ambientales como el material particulado, para ello el AMVA tiene una red de monitoreo, esta hace referencia a un conjunto de estaciones donde se ubican equipos de medición automáticos y manuales para contaminantes químicos y físicos, para el Valle de Aburrá se tienen 42 estaciones ubicadas en el Distrito de Medellín y los 9 municipios, y las cuales se muestran en la **Figura 1**, donde además se clasifica la red de monitoreo de acuerdo a la acreditación ante el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM.

## Figura 1

### Descripción de la Red de Monitoreo del Valle de Aburrá



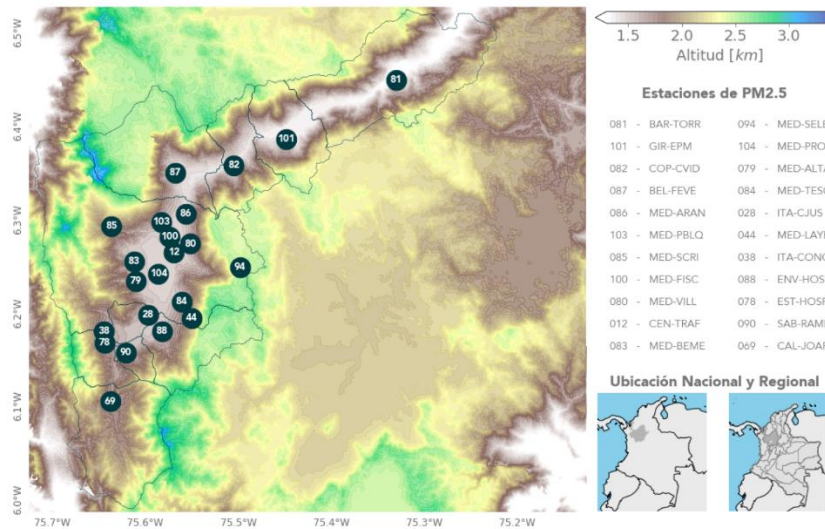
**Nota.** La figura muestra la descripción de los equipos de mediciones, de acuerdo con la acreditación ante el IDEAM que actualmente tiene el AMVA en la red de monitoreo. Tomado de *Monitoreo, Análisis y Modelación de la Calidad del Aire*, por SIATA, 2024.

De estas estaciones 32 son equipos automáticos, 23 miden PM<sub>2.5</sub> y 9 miden PM<sub>10</sub>, y 11 de las estaciones son manuales con una resolución temporal diaria, se tienen 2 para PM<sub>2.5</sub> y 9 para PM<sub>10</sub>. Las estaciones de monitoreo de PM<sub>2.5</sub> se tienen a lo largo de todo el Valle de Aburrá (**Figura 2** y **Figura 3**), mientras para PM<sub>10</sub> se encuentran distribuidas en 8 de los municipios, como se muestran en la **Figura 4** y **Figura 5**. Cabe mencionar, que también se realiza el seguimiento de contaminantes gaseosos, teniendo 22 analizadores, 9 para Ozono (O<sub>3</sub>), 7 de Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub>), 4 de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) y 2 de Monóxido de Carbono (CO), para ruido se tienen 8 estaciones ubicadas en 5 de los municipios, incluyendo además en la red de monitoreo el seguimiento de variables meteorológicas (U. EAFIT et al., 2023).

Por tanto, en el tablero se representarán los datos medidos de calidad de aire (PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>), que cumplen con todos los protocolos de validación considerados en la certificación del IDEAM, siendo objeto de la visualización en Power BI.

**Figura 2**

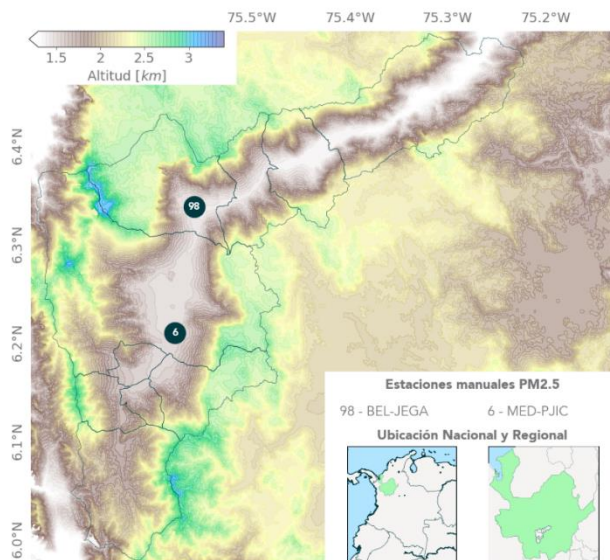
*Estaciones automáticas de monitoreo de PM<sub>2.5</sub>*



*Nota.* La figura muestra las estaciones automáticas de monitoreo de PM<sub>2.5</sub> distribuidas en el Valle de Aburrá. *Informe Anual de Calidad del Aire*, por U. EAFIT et al., 2023.

**Figura 3**

*Estaciones manuales de monitoreo de PM<sub>2.5</sub>*

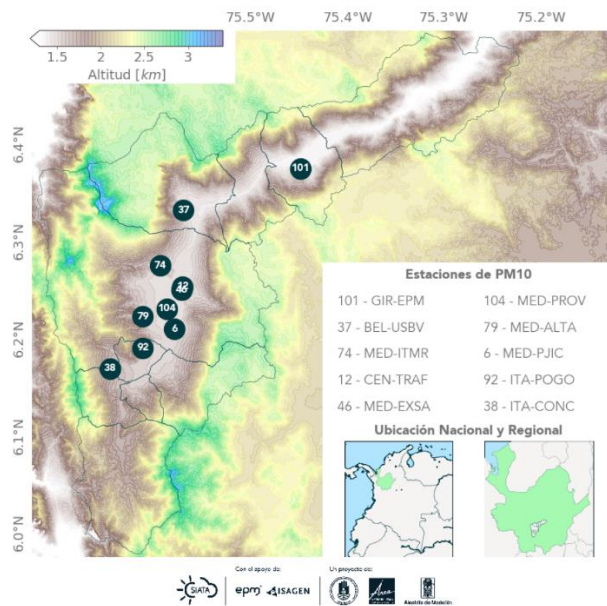


*Nota.* La figura muestra las estaciones manuales de monitoreo de PM<sub>2.5</sub> distribuidas en el Valle de Aburrá. *Informe Anual de Calidad del Aire*, por U. EAFIT et al., 2023.



**Figura 4**

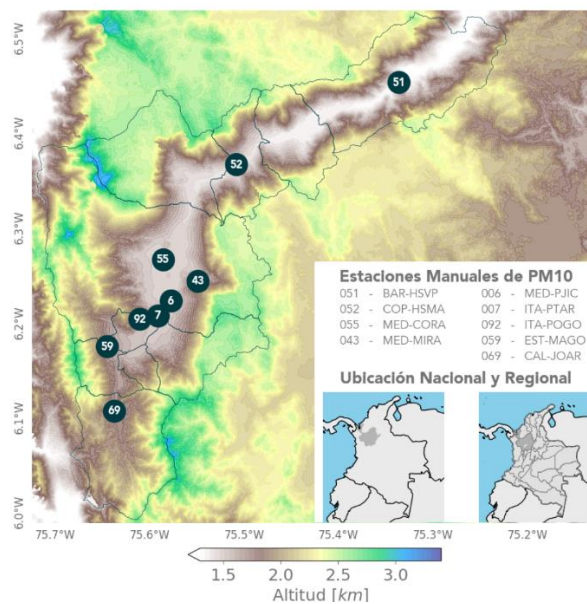
*Estaciones automáticas de monitoreo de PM<sub>10</sub>*



**Nota.** La figura muestra las estaciones de monitoreo automático de PM<sub>10</sub> distribuidas en el Valle de Aburrá. *Informe Anual de Calidad del Aire*, por U. EAFIT et al., 2023.

**Figura 5**

*Estaciones manuales de monitoreo de PM<sub>10</sub>*



**Nota.** La figura muestra las estaciones de monitoreo manuales de PM<sub>10</sub> distribuidas en el Valle de Aburrá. *Informe Anual de Calidad del Aire*, por U. EAFIT et al., 2023.

La herramienta necesaria para llevar a cabo los objetivos fue Power BI, esta es un conjunto de herramientas de software, aplicaciones y conectores que trabajan en conjunto para transformar diferentes fuentes de datos no relacionadas en información clara, interactiva y visualmente atractiva. Estos datos pueden provenir de una simple hoja de cálculo de Excel o de una combinación de almacenes de datos locales y en la nube. Power BI facilita la conexión con diversas fuentes de datos, la visualización de información relevante y su compartición con usuarios seleccionados o con una audiencia más amplia (Microsoft, 2024).

Por otro lado en Colombia se tiene establecida la *Resolución 2254 de 2017*, la cual establece la norma de calidad del aire, además de considerar otros parámetros como el nivel de inmisión y la gestión del recurso aire, de manera que se pueda garantizar para todos los colombianos un ambiente sano y se minimice el riesgo a la salud por la exposición a los contaminantes, en este sentido esta normativa considera unos Niveles máximos permisibles de los contaminantes criterio y entre los cuales se encuentran los objetivos de este trabajo, el PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>, pero también se tienen al Ozono, Dióxido de Azufre, Monóxido de Carbono y Dióxido de Nitrógeno, importantes por los posibles efectos negativos que puede causar en la salud humana si hay una exposición por encima de los niveles permitidos y por largos periodos de tiempo.

Por ello en la **Tabla 1** se presentan los Niveles máximos permisibles de los contaminantes criterio establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

**Tabla 1**

*Niveles Máximos Permisibles de los Contaminantes Criterio*

Contaminante	Nivel Máximo Permissible ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo de Exposición
PM <sub>10</sub>	50	Anual
	75	24 horas
PM <sub>2.5</sub>	25	Anual
	37	24 horas
SO <sub>2</sub>	50	24 horas
	100	1 hora
NO <sub>2</sub>	60	Anual
	200	1 hora

<b>O<sub>3</sub></b>	100	8 horas
<b>CO</b>	5000	8 horas
	35000	1 hora

*Nota.* La tabla muestra los niveles máximos permisibles que se han considerado para los contaminantes criterio. Tomada de la *Resolución 2254 de 2017*.

Del mismo modo, en la Resolución, Capítulo II, en el artículo 9 se consideran los Niveles de Prevención, Alerta o Emergencia, donde estos niveles son declarados por las autoridades ambientales competentes, que para el caso del Valle de Aburrá recae en el AMVA, esta declaratoria tiene como finalidad el lograr tomar medidas para el control de la contaminación y reducir las exposiciones de la población.

En ese sentido en el Capítulo IV se define el Índice de Calidad del Aire (ICA) como el valor que reporta el estado en el que se encuentra la calidad del aire y se le asocia un código de colores para su clasificación, asociándolos con los efectos que se generan en la salud por su exposición a altas concentraciones, tal como se muestra en la **Tabla 2**.

**Tabla 2**

*Descripción General del ICA*

<b>Rango</b>	<b>Color</b>	<b>Estado de la Calidad del Aire</b>	<b>Efectos</b>
0 – 50	Verde	Buena	La contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud.
51 – 100	Amarillo	Aceptable	Posibles síntomas respiratorios en grupos poblacionales sensible
101 – 150	Naranja	Dañina a la salud de grupos sensibles	<p>los grupos poblacionales sensibles pueden presentar efectos sobre la salud.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>Ozono Troposférico:</b> las personas con enfermedades pulmonares, niños, adultos mayores y las que constantemente realizan actividades físicas al aire libre, deben reducir su exposición a los contaminantes del aire.</li> <li><b>Material particulado:</b> las personas con enfermedades cardiaca o pulmonar, los adultos mayores y los niños se consideran sensibles y por lo tanto el mayor riesgo.</li> </ol>

151 - 200	Rojo	Dañina para la salud	Todos los individuos pueden comenzar a experimentar efectos sobre la salud. En los grupos sensibles pueden experimentar efectos más graves para la salud.
201 – 300	Púrpura	Muy Dañina para la salud	Estado de alerta que significa que todos pueden experimentar efectos más graves para la salud.
301 - 500	Marrón	Peligroso	Advertencia sanitaria. Toda la población puede presentar efectos adversos graves en la salud humana y están propensos a verse afectados por graves efectos sobre la salud.

*Nota.* La tabla muestra la Descripción General del ICA y los efectos en la salud, los cuales se han establecido en la Resolución 2254 de 2017.

Igualmente se muestran los Puntos de corte del ICA de acuerdo con los contaminantes criterio junto a los periodos de tiempo de exposición, estos se observan en la **Tabla 3**, además del código de colores y categoría para los contaminantes de PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub> considerando el tiempo de exposición.

**Tabla 3**

*Puntos de Corte del ICA – Tiempo de Exposición*

Índice de Calidad del Aire			Puntos de Corte del ICA	
Rango	Color	Categoría	PM10 (µg/m <sup>3</sup> ) 24 horas	PM2.5 (µg/m <sup>3</sup> ) 24 horas
0 – 50	Verde	Buena	0 – 54	0 – 12
51 – 100	Amarillo	Moderada	55 – 154	13 – 37
101 – 150	Naranja	Dañina a grupos sensibles	155 – 254	38 – 55
151 – 200	Rojo	Dañina a la salud	255 – 354	56 – 150
201 – 300	Púrpura	Muy Dañina a la salud	355 – 424	151 – 250
301 - 500	Marrón	Peligrosa	425 - 604	251 - 500

*Nota.* La tabla incluye los Puntos de Corte del ICA y el Tiempo de Exposición del PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>. Tomado de la Resolución 2254 de 2017.

El AMVA tiene entre sus mecanismos de participación ciudadana la consulta ciudadana, donde debe procurar que la ciudadanía del Valle de Aburrá conozca, opine y proponga respecto a los planes, programas, estrategias y proyectos normativos que desarrollará la Entidad, es así como cumpliendo con este derecho dispone de varias herramientas entre las que se encuentran el portal

web, datos abiertos, líneas de atención, entre otros (AMVA, s.f.d). Entre esas herramientas se encuentran los tableros realizados en Power BI, estos han demostrado ser una herramienta dinámica e interactiva, que permiten visualizar datos de manera más clara y concisa. Según Oteiza (2021) se tiene que mediante Power BI se logra tener una visualización más accesible y que además se puede compartir de manera fácil, logrando mostrar gráficas y tablas que pueden consultarse de forma rápida y precisa. Asimismo, el software permite realizar el tratamiento de datos mediante la opción PowerQuery que permite que los datos sean tratados de forma rápida y eficaz, logrando además actualizar la información de manera constante.

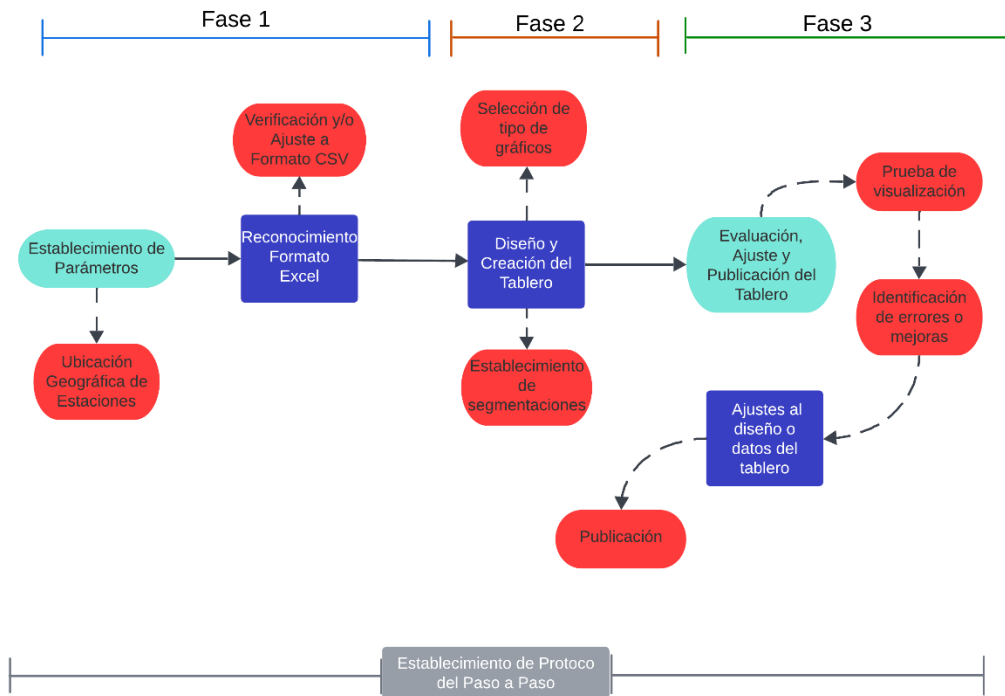
Por último, es importante que la ciudadanía tenga acceso a la visualización de datos de contaminantes porque son muy útiles para mostrar el nivel de salud de una zona, debido a que los contaminantes tienen una alta probabilidad de desarrollar enfermedades, como dificultad para respirar o incluso alergias leves a severas, por ello el acceso a la tecnología puede resolver problemas como la interpretación de los datos, así como la información ambiental, por lo que recopilar y mostrar los datos en sitios web, permitirá la disponibilidad de datos para el análisis y el seguimiento a largo plazo, de igual manera la visualización de datos ambientales en herramientas como Power BI permite presentar los datos rápidamente, además es el primer paso para apoyar la alfabetización estadística (Paramartha et al., 2021).

#### **4. Metodología**

En el presente trabajo se realizará una investigación cuantitativa, donde se busca diseñar, crear y presentar la información en un tablero de Power BI, por lo tanto se presenta una metodología estructurada en 3 fases, donde se inicia con el establecimiento de los parámetros que se van a tener en cuenta para presentar en el tablero, su diseño y estructuración del tablero donde se tenga presente la organización del tablero, así como el ajuste y verificación de errores del mismo y por último su ajuste para su posterior publicación, por lo tanto se seguirá una metodología tal como se muestra en la **Figura 6**.

**Figura 6**

*Flujo de la Metodología*



*Nota.* La figura muestra la metodología propuesta que se seguirá para desarrollar el proyecto. Realizado con la herramienta Lucidspark.

#### **4.1 Primera Fase: Establecimiento de Parámetros y Ajuste de Formato**

Esta fase incluirá el establecimiento de parámetros que se tendrán en cuenta para graficar los datos obtenidos, mediante la red de monitoreo que opera el SIATA y pone a disposición del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Por lo que en primer lugar se debe establecer los objetivos específicos con los cuales debe cumplir el tablero para presentar la información necesaria, confiable y comprensible para la ciudadanía, por tanto, se van a definir los parámetros de visualización, tales como los gráficos, filtros y cálculos relevantes que se mostrarán para los datos de la calidad del aire, así como la inclusión de intervalos de tiempo, zonas geográficas y las variables ambientales. Se identificará la información necesaria de calidad del aire, como las concentraciones de las mediciones históricas sobre los niveles de  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$ .

Por otro lado, se debe tener en cuenta que las estaciones de monitoreo están distribuidas geográficamente para capturar datos ambientales en distintos puntos del Valle de Aburrá, por lo cual será necesario recopilar la ubicación de cada una de ellas, con el objetivo de que sean relacionadas con los datos que se obtendrán. De igual manera se ajustarán los datos al formato determinado para la lectura de datos en Power BI, como Excel o CSV, ya que estos permiten representar los datos en una estructura simple donde se organice los valores o texto, como fecha, ubicación o valores de  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$ , en filas y columnas.

#### ***4.2 Segunda Fase: Diseño y Creación del Tablero***

Esta segunda fase involucrará el diseño y creación del tablero para calidad del aire en Power BI, permitiendo así la visualización de los datos medidos, de manera que sean claros y comprensibles; este tablero incluiría componentes gráficos, como mapas de ubicaciones de las estaciones de la red de monitoreo, tablas de indicadores, graficas de comparación de los datos medidos, ya sean por estación, municipio, variables ambientales, indicadores asociados a la calidad del aire como la representación de los niveles de contaminación atmosférica a lo largo del Valle de Aburrá. De igual manera el tablero tendrá una interfaz amigable que permita a los usuarios personalizar la visualización de la información de acuerdo con sus necesidades con los filtros o segmentaciones, así como rangos de tiempos e información que pueda ser beneficiosa para tomar medidas a futuro al considerar los niveles de contaminación.

Teniendo presente el diseño se pasa a crear los gráficos previamente considerados de acuerdo a los parámetros establecidos en la primera fase, esto permitirá visualizar las concentraciones de  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$  históricos desde el año 2017 a 2023 en gráficos de líneas, barras y mapas de calor, asimismo entre estos parámetros se incluye el Índice de Calidad de Aire (ICA) de manera que se pueda relacionar las concentraciones con la normativa colombiana, así como con los niveles de contaminación y la posible afectación a la salud humana.

#### ***4.3 Tercera Fase: Evaluación, Ajuste y Publicación del Tablero***

Para asegurar el correcto funcionamiento del tablero y la información a presentar, se realizarán diferentes pruebas en las cuales se verificará que los datos se visualicen correctamente,

que la información se presente de manera correcta, que los filtros determinados funcionan adecuadamente, logrando identificar errores o posibles mejoras. Para finalizar se estructurará una recopilación del paso a paso a modo de protocolo, permitiendo el mantenimiento y manipulación por otras personas, de manera que el tablero sea funcional a lo largo de tiempo y pueda ajustarse o actualizarse, en el caso de que se presenten cambios en el archivo origen conectado a Power BI.

En esta fase se tendrán en cuenta los parámetros o condiciones consideradas en las fases anteriores, donde se revisarán y ajustarán los elementos visuales usados, así como la estructuración y formatos del tablero, teniendo en cuenta que el diseño se va a enfocar en la usabilidad y la facilidad de interpretación, asegurando así que el tablero sea intuitivo y accesible para el público general.

## **5. Análisis de Resultados**

Inicialmente se esperaba extraer la información de  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$  desde un Servicio Geográfico Web, en el cual el SIATA subiría las mediciones obtenidas y desde donde se extraerían mediante un script de Python para su posterior procesamiento y presentación en Power BI; sin embargo, debido al tiempo no fue posible el desarrollo del Servicio y por tanto el alcance del proyecto se basó en el diseño y desarrollo del Power BI. Es así como los resultados obtenidos en el proyecto se consideraron de acuerdo con las tres fases, como se muestra a continuación:

### ***5.1 Primera Fase: Recopilación de Información y Análisis de Requerimientos***

En esta primera fase, se establecieron los parámetros para estructurar las gráficas o información que se presentará en el tablero de Power BI, como se muestra en la **Tabla 4**, donde se incluye la información necesaria para ubicar geográficamente las estaciones de monitoreo tanto para  $PM_{2.5}$  como para  $PM_{10}$  y las concentraciones para estos materiales particulados; considerando que será necesario calcular las concentraciones con una periodicidad de promedio diario, ya que los datos se presentan cada segundo o minuto, de acuerdo a la estación.



**Tabla 4***Parámetros considerados*

Parámetros establecidos	
Red de Monitoreo	Coordenadas de estaciones de PM <sub>2.5</sub> Coordenadas de estaciones de PM <sub>10</sub>
Concentraciones de PM <sub>2.5</sub> y PM <sub>10</sub>	Concentraciones en µg/m <sup>3</sup>
Periodicidad concentraciones	Diarias Promedio Mensual Promedio Anual

*Nota.* En la tabla se muestran los parámetros planteados para tener en cuenta en las gráficas y presentación de datos.

En esta primera fase, la recopilación de información de acuerdo con los parámetros establecidos, como fueron las coordenadas y las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>, fueron muy importantes para establecer una base de datos robusta y georreferenciada. Por otro lado, el calcular el promedio de las concentraciones diarias y con ello los promedios mensuales y anuales permitió observar patrones temporales y de tendencias de largo plazo, siendo útil tanto para los ciudadanos como para los tomadores de decisiones. Este enfoque se alinea con los estándares normativos de calidad del aire, lo cual hace que los datos sean más significativos y puedan utilizarse para compararlos entre los diferentes años. Esta fase permitió que se tenga a consideración la estandarización de los datos, para garantizar que a futuro la nueva información pueda incorporarse en el documento de manera correcta y se integre coherentemente en la visualización.

### ***5.2 Segunda Fase: Diseño y Creación del Tablero***


En esta fase, se diseñó y creó un tablero interactivo en Power BI que permitiera la visualización clara y comprensible de los datos de calidad del aire, a partir de los parámetros planteados. Por lo cual se procede a subir los documentos en formato CSV, cargando y transformando los datos desde el software Power BI (ajustando el formato de texto y número), tal como se muestra en el protocolo (**Anexo 1**), y donde para las concentraciones se estableció en formato de número entero.

Para contextualizar a la ciudadanía se creó una primera hoja, la cual corresponde a una Ficha Técnica, donde se incluyó información sobre el tablero, objetivo, datos asociados al AMVA como lo son el Área encarga y a partir de la cual surgió la creación de este, incluyendo además la

fecha de creación, el período de los datos que se visualiza y demás información pertinente, tal como se muestra en la **Figura 7**.

## Figura 7

### Ficha Técnica



**FICHA TÉCNICA DEL TABLERO DE CALIDAD DE AIRE**

**NOMBRE DEL TABLERO:** Calidad del Aire para PM2.5 y PM10

**CÓDIGO:** SAM-GAM-V1\_TABLEROCALIDADAIRES\_2024

**OBJETIVO DEL TABLERO:** Presentar en un tablero los datos históricos de calidad del aire de material particulado menor a 2.5 micras y 10 micras, permitiendo una comprensión clara y accesible de la información ambiental, permitiendo a los usuarios identificar patrones y tendencias en la calidad del aire en el Valle de Aburrá.

**ÁREA ENCARGADA:** Subdirección Ambiental - Gestión Ambiental

**FECHA DE ELABORACIÓN:** 2024

**PERIODO DE LOS DATOS:** 2017 - 2023

**DEFINICIONES IMPORTANTES:**

- **PM2.5** (partículas menor a 2.5 micras): es el contaminante que más deteriora la calidad del aire en el Valle de Aburrá y el que más daño puede causar a la salud humana debido a su tamaño microscópico, se origina en gran medida por los residuos generados en procesos de combustión de hidrocarburos que realizan los vehículos motorizados en la ciudad
- **PM10** (partículas menor a 10 micras): contaminante microscópico, emitido por fuentes fijas y móviles.

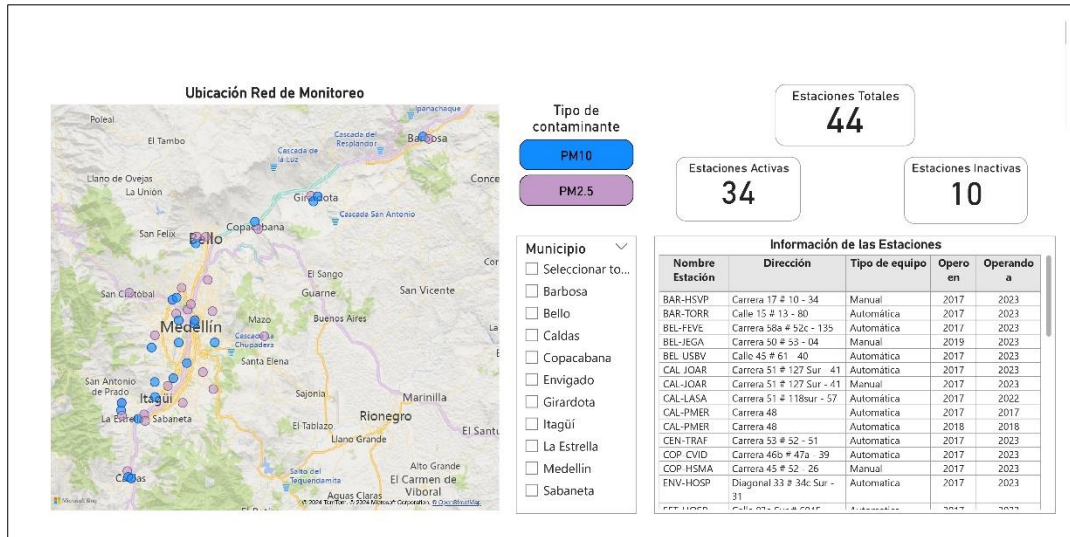
*Nota.* En la figura se muestra la Ficha Técnica incluida en la primera hoja del tablero de Power BI.

Después de esto, se pasó a crear un mapa georreferenciado de las estaciones de monitoreo (**Figura 8**), así como un conteo total de las estaciones, estaciones activas e inactivas e información como la dirección en la que se encuentra y el tipo de equipo, considerando las estaciones que estuvieron en operación entre el período de 2017 – 2023; aplicando igualmente filtros según el tipo de contaminante y municipio. Para mostrar las diferentes opciones se creó una tabla de mediciones, donde se utilizó un código de acuerdo con lo que se quería calcular.

Para esta hoja se calculó el número de estaciones que se encuentran activas e inactivas, así como el conteo de las estaciones totales y el cálculo del promedio diario de las concentraciones PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>, el procedimiento completo usado en este caso se presenta en el **Anexo 1** donde mediante la herramienta de DAX se escribió el código que calculó los datos.

**Figura 8**

*Hoja de mapa georreferenciada y estaciones*



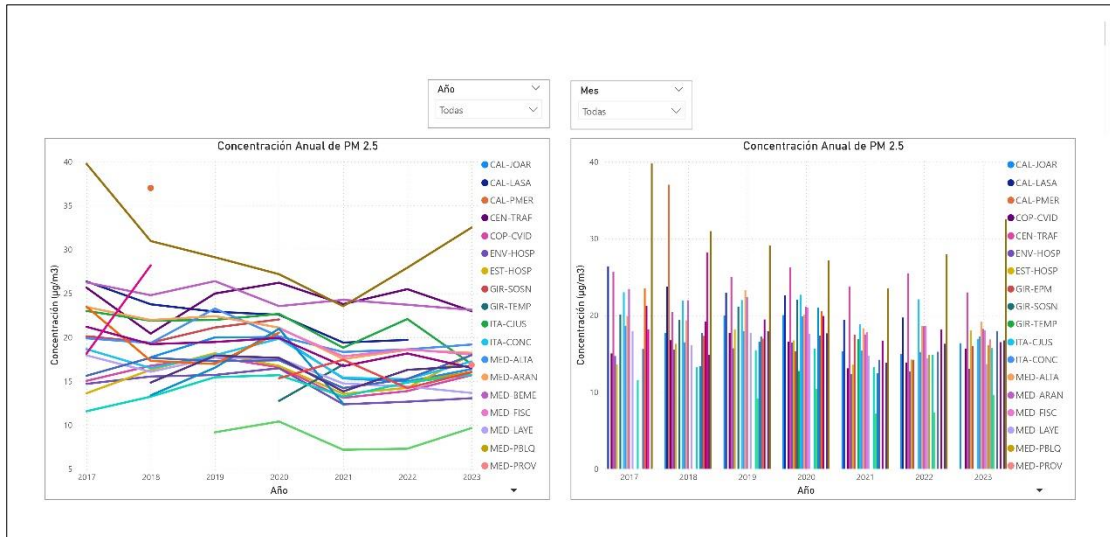
**Nota.** En la figura se muestra las estaciones de la red de monitoreo, así como la información pertinente a las mismas.

De la misma forma, se realizaron tablas de indicadores y gráficos de comparación de las concentraciones de los contaminantes de interés, así como de los niveles de contaminación atmosférica en las diferentes zonas del Valle de Aburrá, de acuerdo con el Índice de Calidad del Aire (ICA). Entre estas visualizaciones se aplicó filtros dinámicos, como la selección de rangos de años, meses, estaciones, municipios o contaminantes de interés, lo que facilitará la toma de decisiones basada en los datos y que además permite la comparación entre los años.

A continuación, se muestran las hojas diseñadas en el tablero. En la **Figura 9** y **Figura 10** se muestran las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub> anuales, mediante graficas de líneas y barras, que permiten visualizar los cambios en las concentraciones en el tiempo, por tanto, se estableció un filtro de año y mes, para lograr identificar la distribución de contaminantes en el tiempo. La representación de las concentraciones se realizó igualmente que en el caso de las estaciones en una tabla de mediciones (**Anexo 1**).

**Figura 9**

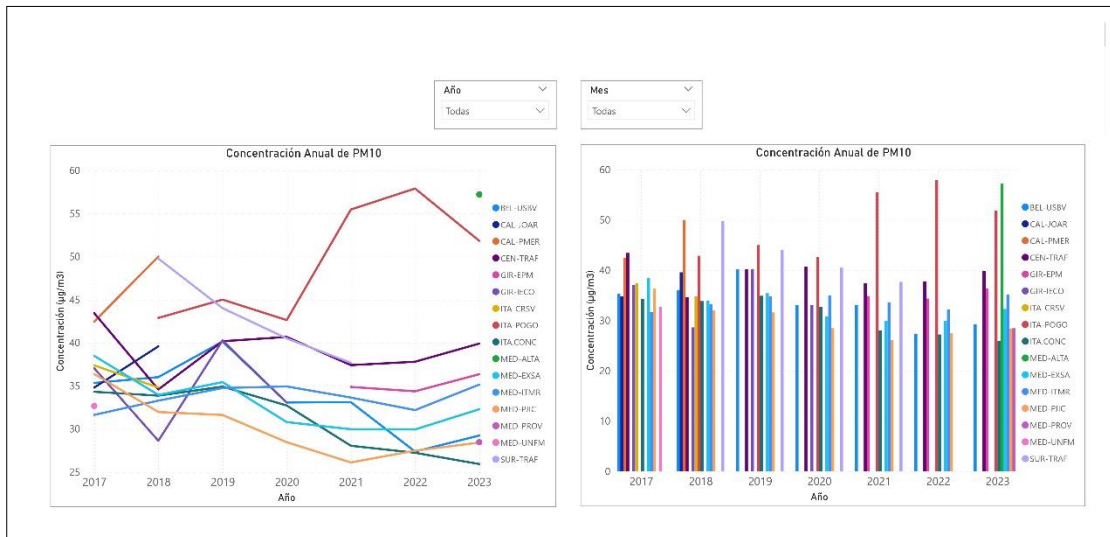
*Concentraciones Anuales de PM<sub>2.5</sub>*



**Nota.** En la figura se muestran las concentraciones anuales de PM<sub>2.5</sub>, graficados a partir de los datos suministrados por el SIATA.

**Figura 10**

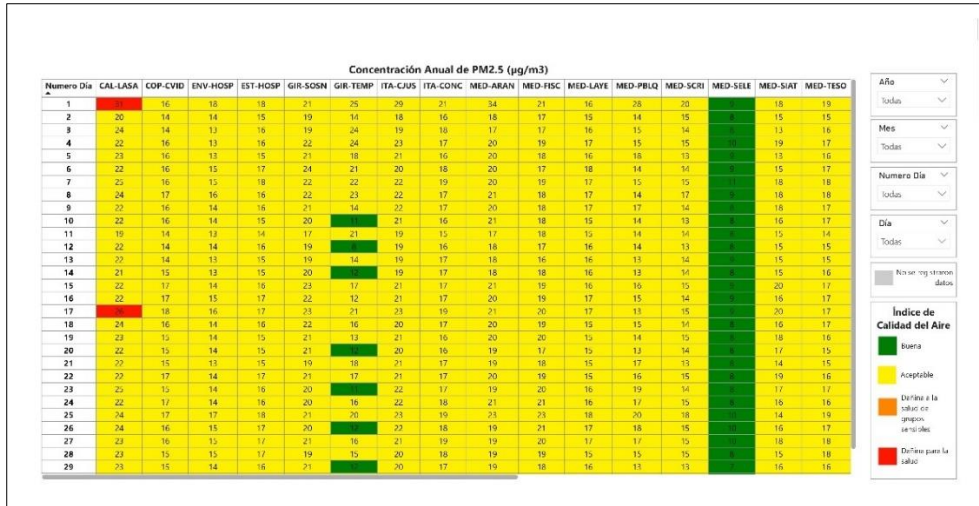
*Concentraciones Anuales de PM<sub>10</sub>*



**Nota.** En la figura se muestran las concentraciones anuales de PM<sub>10</sub>, graficados a partir de los datos suministrados por el SIATA.

En las **Figura 11** y **Figura 12**, se muestran las concentraciones de los contaminantes con una periodicidad diaria, asociándolas a la clasificación del código de colores según el ICA diario, de manera que se pueda conocer el Estado de Calidad del Aire y permitiendo filtrar los datos de acuerdo con el año, mes, y día del mes.

**Figura 11**  
Concentraciones Diarias de PM<sub>2.5</sub>



**Nota.** En la figura se muestra las Concentraciones Diarias para PM<sub>2.5</sub> de acuerdo con el ICA según la *Resolución 2254 de 2017*.

**Figura 12**  
Concentraciones Diarias de PM<sub>10</sub>

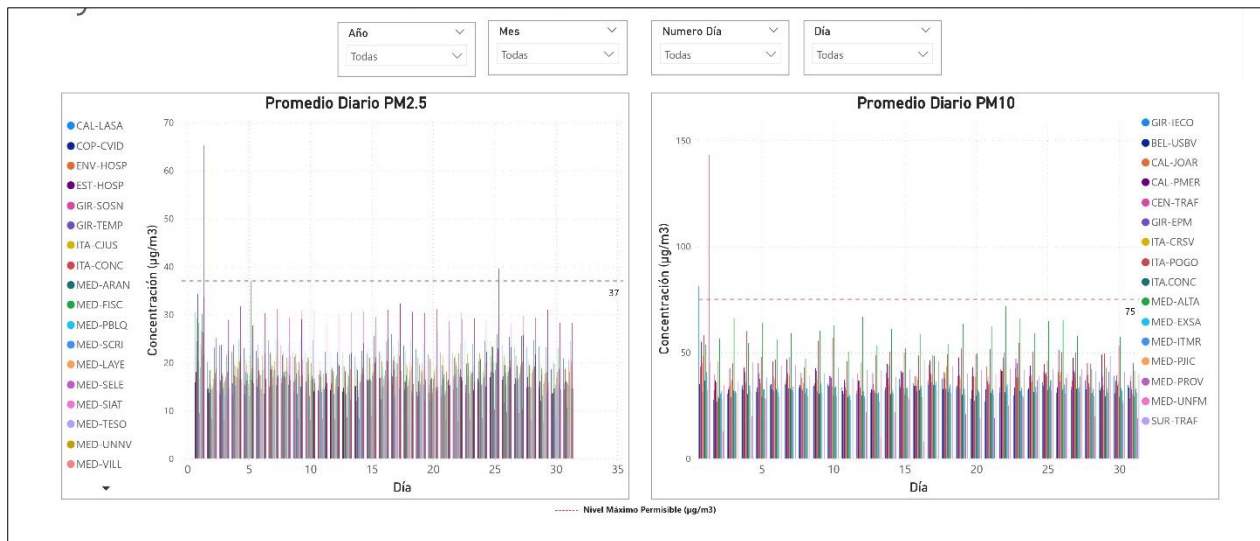


**Nota.** En la figura se muestra las Concentraciones Diarias para PM<sub>10</sub> de acuerdo con el ICA según la *Resolución 2254 de 2017*.

Asimismo, en la **Figura 13** se graficó las concentraciones diarias para los dos contaminantes objetivo, para observarlos a través de un gráfico de columnas agrupadas, asociándole unos filtros que permitan identificar las concentraciones diarias según el año, mes y para cada uno de los días del año desde una forma de visualización más gráfica.

**Figura 13**

*Concentraciones Diarias de PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>*



**Nota.** En la figura se muestra la concentración diaria de material particulado menor a 2.5 micras y 10 micras.

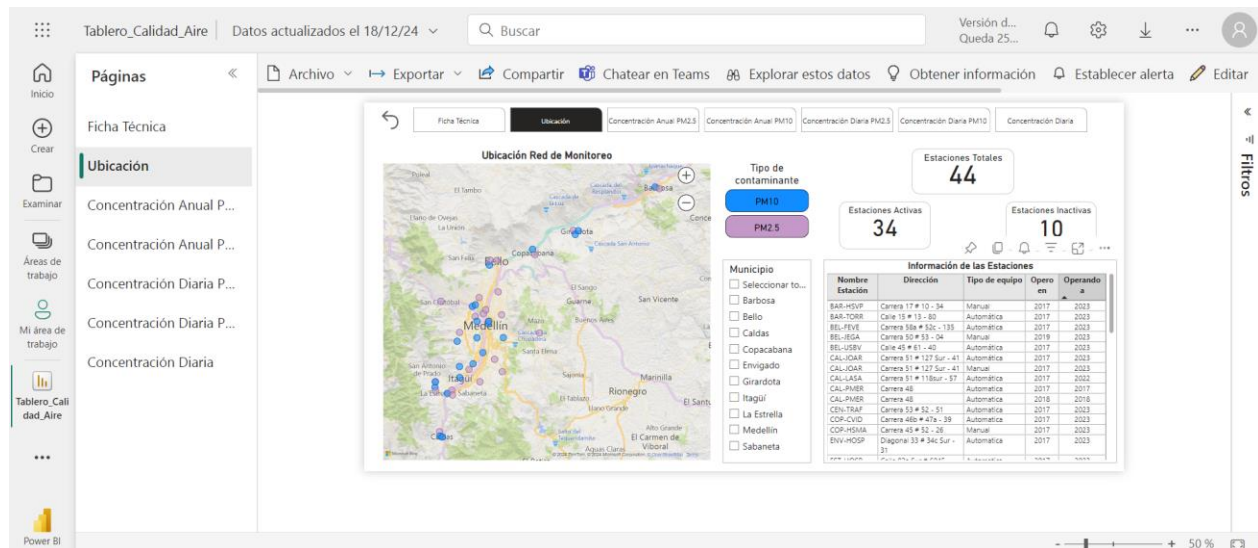
En la segunda fase, asociada al diseño y desarrollo del tablero en Power BI, se organizó los datos de una manera clara y comprensible, incluyendo una ficha técnica, un mapa georreferenciado y la creación de visualizaciones interactivas, como gráficos de líneas, barras y filtros dinámicos, facilitando la exploración de datos, el análisis de tendencias y patrones de contaminación en las distintas estaciones y períodos. Este diseño proporciona una herramienta informativa, accesible y visualmente entendible. Sin embargo, la calidad de los datos y de la funcionalidad de los filtros implementados, podrían afectar la precisión de la visualización, por lo cual la verificación y ajuste juega un papel muy importante. En el **Anexo 2** se tiene más información del tablero con el link de consulta y las hojas mostradas anteriormente.

### 5.3 Tercera Fase: Visualización, Evaluación y Ajuste del Tablero

Se realizaron pruebas para verificar la precisión de cómo se observan los datos y el correcto funcionamiento de los filtros. Llevando a cabo ajustes iterativos para mejorar el diseño y la funcionalidad del tablero, agregando botones para la navegación o restablecimiento de los filtros. Por lo anterior se probó la visualización y funcionamiento del tablero publicando el informe en línea en el servicio de Power BI, tal como se muestra en la **Figura 14**, comprobando que los filtros funcionan correctamente y que el tablero es entendible para la ciudadanía.

**Figura 14**

*Prueba de Visualización*



**Nota.** En la figura se observa la visualización del tablero de Power BI publicado.

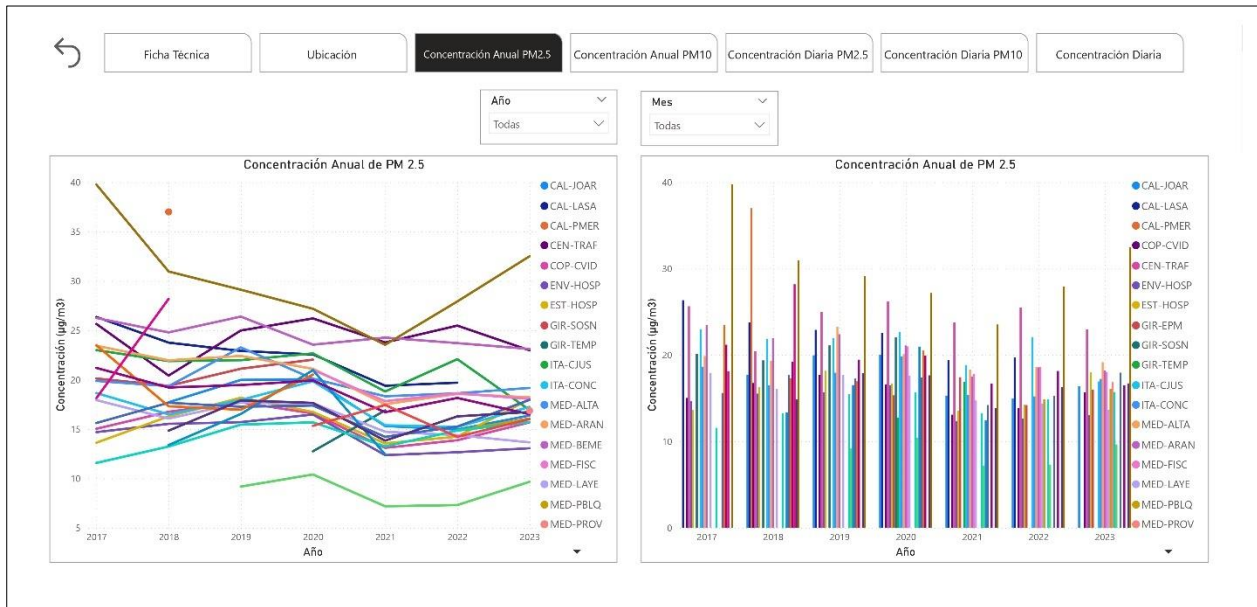
Esta fase permitió navegar e identificar posibles errores o ajustes que se debían hacer en el tablero para comprobar que funciona correctamente y que además sea visualmente entendible, claro y preciso. También la fase de pruebas y ajustes permitió garantizar que el tablero sea intuitivo y útil para la ciudadanía. Las revisiones realizadas permitieron corregir y optimizar el funcionamiento de los filtros y la presentación visual.

Por otro lado, se identificó la necesidad de realizar algunos ajustes asociados a la navegación por el tablero, por ello se agregó un *Navegador de páginas* que permitiría remitirse a

otra hoja de manera sencilla y rápida, igualmente se incluyó un botón de restablecimiento para hacer más rápido el reinicio en los filtros aplicados. Estos ajustes realizados se muestran en la **Figura 15**, sin embargo, estos se realizaron para todas las hojas del Power BI. Además, se agregaron nuevos filtros que permitieran tener más información del comportamiento de los contaminantes.

**Figura 15**

*Ajustes realizados al tablero*



**Nota.** En la figura se muestra los ajustes que se realizaron a las diferentes hojas del tablero, una vez se probó su visualización mediante la publicación de este en el área de trabajo.

Además, se encontró que la implementación de un protocolo con los procedimientos es esencial para la actualización continua, logrando tener una herramienta sostenible y adaptable a futuro. Por ello, simultáneamente en todos los procedimientos realizados en las tres fases se documentaron paso a paso, en un protocolo que permita la actualización, incluyendo tanto la importación de documento en el Power BI hasta la selección de gráficas, este protocolo se incluye en la sección de **Anexos**.



## **6. Conclusiones y recomendaciones**

De manera general las fases muestran cómo un tablero bien diseñado en Power BI puede garantizar el acceso a datos de calidad del aire, promoviendo una mayor conciencia y responsabilidad ciudadana en temas ambientales. Facilitando la toma de decisiones y la transparencia en la gestión ambiental del Valle de Aburrá.

Por ello, a modo conclusión se tiene que el desarrollo del tablero interactivo en Power BI es eficiente para la visualización y análisis de datos históricos de calidad del aire en el Valle de Aburrá, y esto respondió al objetivo general de facilitar el acceso a información ambiental confiable y comprensible para la ciudadanía y los tomadores de decisiones. Igualmente presenta de forma clara y funcional los datos, incluyendo la creación de visualizaciones interactivas como gráficos de líneas, barras, mapas georreferenciados y filtros dinámicos. Estas herramientas permitieron identificar patrones y tendencias en la calidad del aire, cumpliendo con los objetivos específicos de diseñar un tablero intuitivo que permita a los usuarios personalizar la información según sus necesidades.

Por último, se tiene que los resultados obtenidos muestran que el tablero no solo facilita la comprensión de los niveles de contaminación, sino que también promueve una mayor conciencia y responsabilidad ambiental, fortaleciendo la gestión ambiental en el Valle de Aburrá. Aunque si bien, no fue posible implementar un servicio geográfico web para la extracción automatizada de datos, la metodología empleada garantiza la actualización y sostenibilidad del tablero. El proyecto demuestra que un diseño adecuado es importante para el acceso a información ambiental, logrando impactos positivos en la toma de decisiones y la transparencia en la gestión del recurso aire.

Como recomendación se plantea la actualización constante del archivo de origen de las mediciones del material particulado objetivo, de manera que la ciudadanía pueda acceder a información actualizada y a partir de la cual pueda tomar decisiones para el autocuidado y la conciencia ambiental.

## 7. Referencias

- Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA). (s.f.a). *¿Quiénes somos?*  
<http://bit.ly/3UCgwbw>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA). (s.f.b). *¿Qué es la autoridad ambiental?*  
<https://bit.ly/4ftiLWK>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA). (s.f.c). SIATA - *¿Qué es?* <https://bit.ly/4f8DaRi>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA). (s.f.d). *Mecanismos de participación ciudadana.* <https://bit.ly/4ftiQK2>
- Aryal, A., Harmon, A. C., & Dugas, T. R. (2021). Particulate matter air pollutants and cardiovascular disease: Strategies for intervention. *Pharmacology & therapeutics*, 223, 107890. <https://bit.ly/3YNW1eE>
- Gobierno de Argentina (Gov. Argentina). (2016). *Guía Técnica: Contaminantes Químicos en el Ambiente Laboral.* [Archivo PDF]. <https://bit.ly/4eegldt>
- Microsoft. (2024). *¿Qué es Power BI?* <https://bit.ly/3ApBxzz>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) & Comisión Económica para América Latina y el Caribe (NU. CEPAL). (2024). *Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe – Escazú.*  
<https://bit.ly/4eds0Jt>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2022). *Ambient (outdoor) air pollution.*  
<https://bit.ly/3YNDVtg>
- Oteiza Betelu, A. (2021). *Despliegue de una infraestructura de análisis de datos para la gestión de la calidad del aire en un centro escolar.* <https://bit.ly/3C6qU4Y>

Paramartha, D. Y., Fitriyani, A. L., & Pramana, S. (2021). Development of Automated Environmental Data Collection System and Environment Statistics Dashboard. *Indonesian Journal of Statistics and Its Applications*, 5(2), 314-325. <https://bit.ly/40sH6YB>

Sistema de Alertas Tempranas del Valle de Aburrá (SIATA). (2024). *Monitoreo, Análisis Y Modelación De La Calidad Del Aire*. [Diapositiva en Power Point].

Universidad EAFIT (U. EAFIT), Sistema de Alertas tempranas del Valle de Aburrá (SIATA) & Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA). (2023). *Informe Anual de Calidad del Aire 2023*. <https://bit.ly/4htoUnz>

## 8. Anexos

A continuación, como anexo se presenta el protocolo del paso a paso que se siguió para realizar la conexión con el documento en el dominio de la Entidad y el procedimiento llevado a cabo en el Power BI, como su diseño y representación gráfica. Así como el póster y el tablero realizado.

### Anexo 1. Protocolo del Paso a Paso

#### 1. Importación y Transformación de Documentos

Para llevar a cabo el diseño del tablero es necesario realizar la conexión del software Power BI con la carpeta donde se guardarán los datos enviados por el SIATA, por lo anterior se presenta los siguientes pasos:

##### *Importación de Documentos*

1. Para obtener los datos se seleccionará la herramienta donde se encuentran almacenados los archivos, por lo tanto, desde la opción Inicio se selecciona Libro de Excel (tal como se muestra en la **Figura 16**) y se busca la ruta donde se encuentra almacenado el documento.

### Figura 16

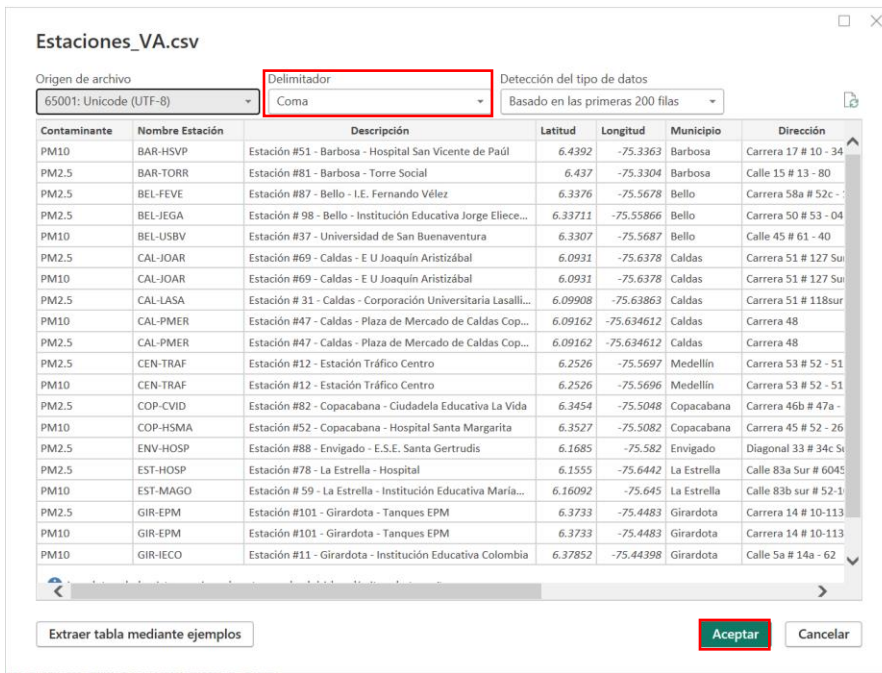
#### *Conexión de Datos*



2. Una vez se selecciona el Excel, nos dirigirá a la ventana mostrada en la **Figura 17**, donde seleccionaremos la opción de Transformar datos, verificando que el delimitador sea el correcto y que los datos han sido separados adecuadamente.

**Figura 17**

*Paso a Transformación de Datos*

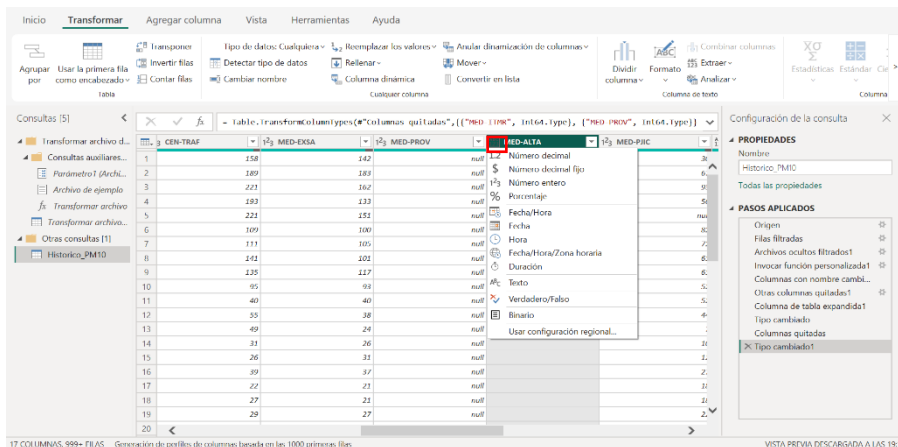


**Transformación de datos**

1. La transformación de datos también incluye el verificar y dar formato a los valores, por lo tanto, se verifica que las concentraciones de las estaciones se presenten como *número entero*, para ello se puede dar formato desde el nombre de la estación como se observa en la **Figura 18** o seleccionando la fila, desde el menú Transformar, tipo de datos y después el tipo de número entero tal como en la **Figura 19**.

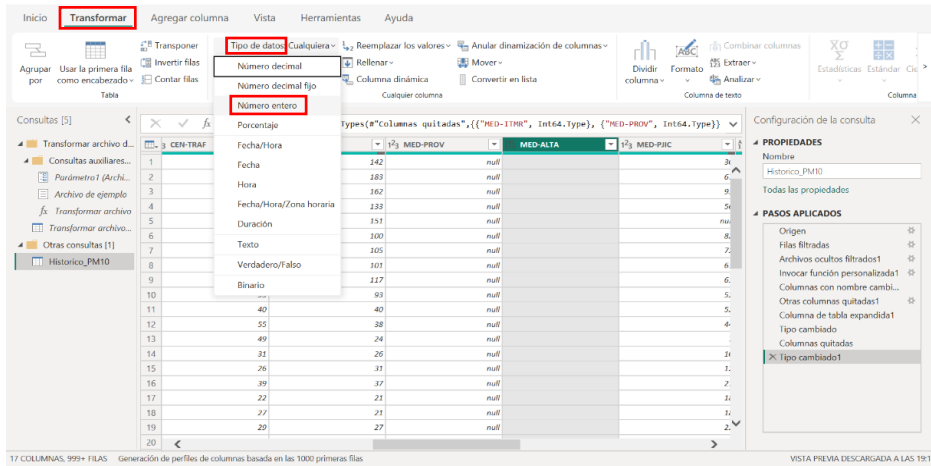
**Figura 18**

*Transformación de formato, opción 1*



**Figura 19**

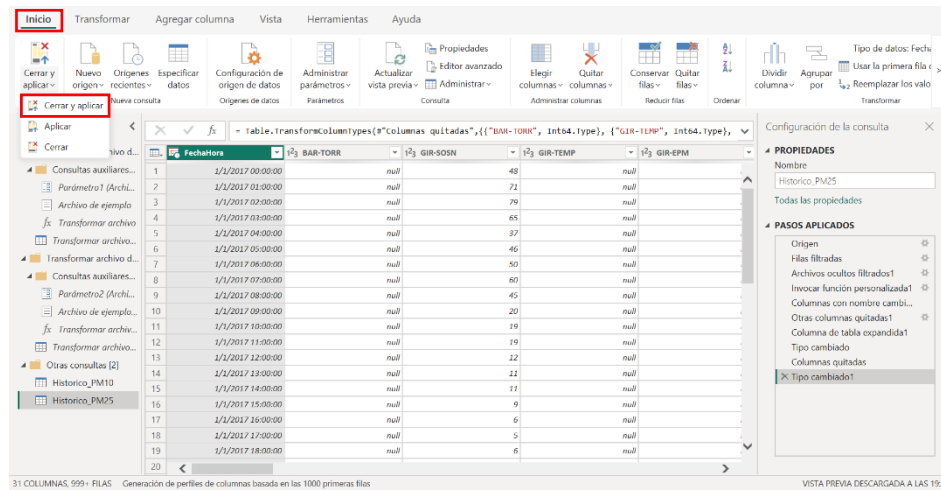
*Transformación de formato, opción 2*



2. Por último, una vez verificado que los datos cuentan con el formato adecuado, nos dirigimos al menú Inicio, dándole a la opción Cerrar y aplicar, para que todos los cambios se apliquen al documento (**Figura 20**).

**Figura 20**

*Aplicar cambios y cerrar*



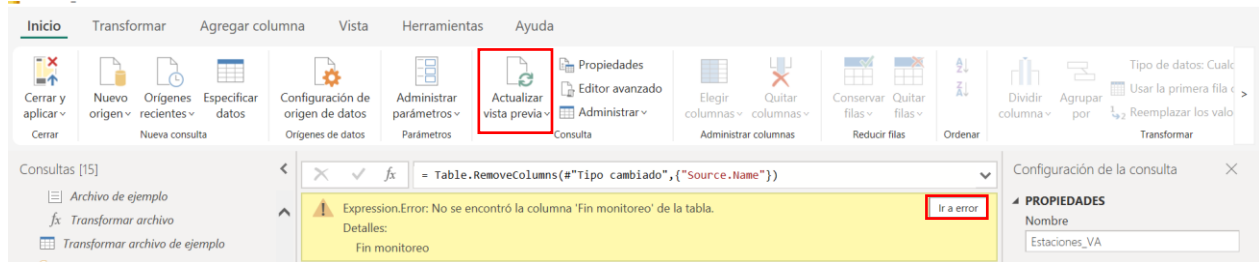
**Cambio de Origen de Datos**

Debido a que la ruta de almacenamiento ha cambiado, cuando se abre el tablero en Power BI y se intenta manipular se mostrará como se muestra en la **Figura 21** un error para la solución de este se selecciona “Ir a error”, y podrá ser resuelto seleccionando la nueva ruta donde se guardará

el documento de haberse guardado en el almacenamiento de un dispositivo o desde la opción Actualizar vista previa, asegurándonos que el documento origen se encuentre seleccionado, para finalizar se selecciona cerrar y aplicar.

**Figura 21**

*Error Identificado*

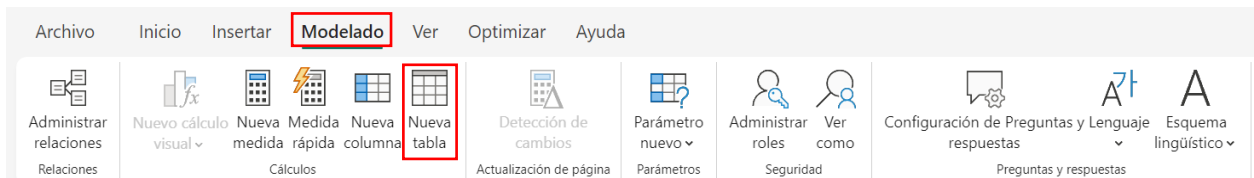


**2. Calendario**

Para lograr graficar correctamente los datos será necesario agregar un calendario al informe, por lo que se procede a agregar desde la opción Modelado, Nueva tabla (**Figura 22**), desde donde se procederá a ingresar en la barra de DAX la expresión mostrada en la **Tabla 5** como se indica en la **Figura 23**.

**Figura 22**

*Insertar Tabla*



**Tabla 5**

*Expresión para Crear Calendario*

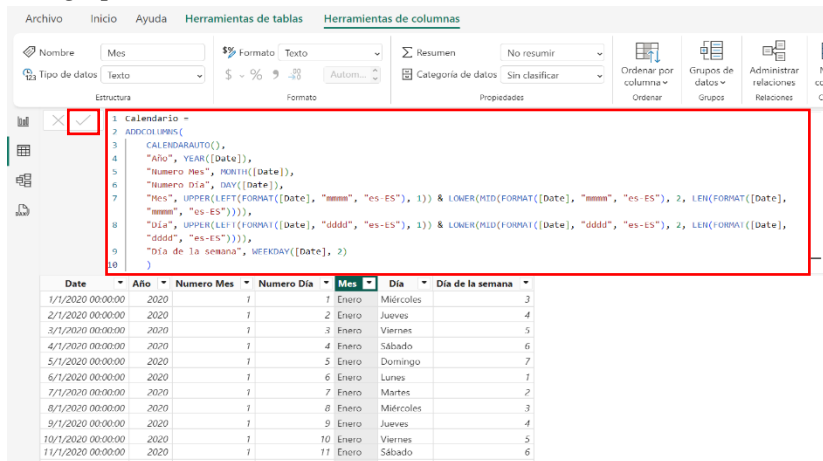
Expresión para el Calendario
<pre> Calendario = ADDCOLUMNS(     CALENDARAUTO(),     "Año", YEAR([Date]), </pre>

```

"Numero Mes", MONTH([Date]),
"Numero Día", DAY([Date]),
"Mes", UPPER(LEFT(FORMAT([Date], "mmmm", "es-ES"), 1))
& LOWER(MID(FORMAT([Date], "mmmm", "es-ES"), 2,
LEN(FORMAT([Date], "mmmm", "es-ES")))),
"Día", UPPER(LEFT(FORMAT([Date], "dddd", "es-ES"), 1))
& LOWER(MID(FORMAT([Date], "dddd", "es-ES"), 2,
LEN(FORMAT([Date], "dddd", "es-ES")))),
"Día de la semana", WEEKDAY([Date], 2)
)
    
```

**Figura 23**

*Código para el Calendario*



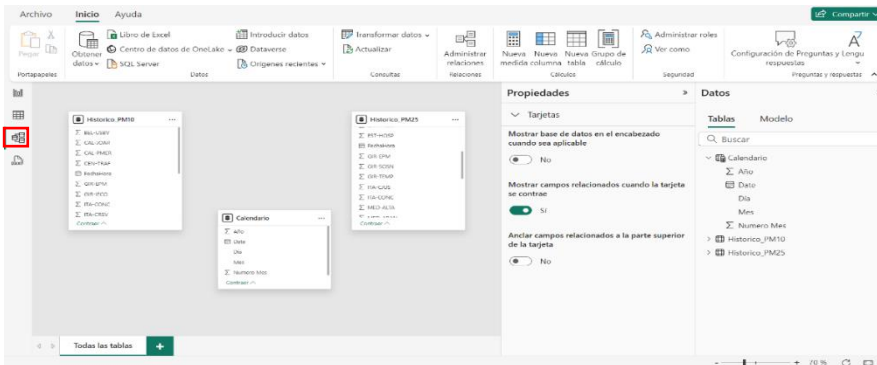
***Establecimiento de Relaciones Calendario – Históricos de Mediciones***

La creación de relaciones entre las diferentes tablas será necesario para asegurar las interacciones que se den entre las tablas, por ello desde la opción vista de la tabla se abre una nueva vista como se mira en la **Figura 24**.



**Figura 24**

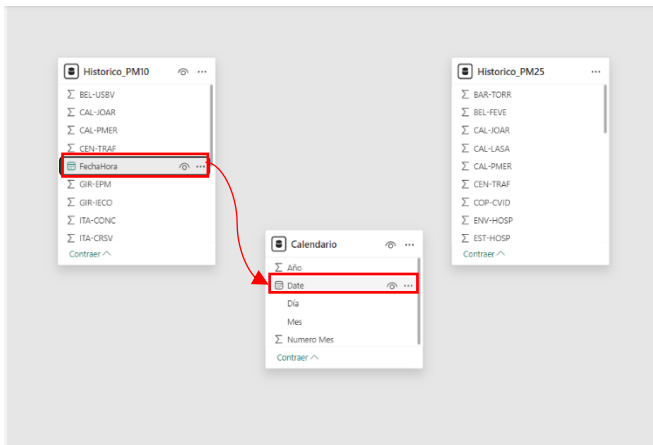
*Abrir opciones de relacionar tablas*



Después se procede a considerar las columnas de las tablas que se van a relacionar, para este caso en específico (**Figura 25**) se relacionó la fecha mostrada en las tablas de Material Particulado (Histórico\_PM10 e Histórico\_PM25) hasta Date del Calendario.

**Figura 25**

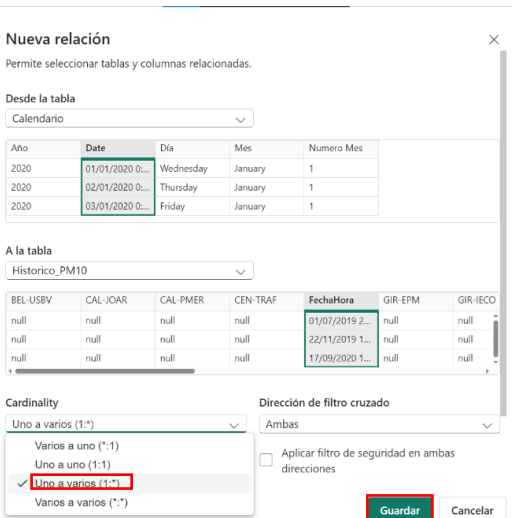
*Selección de columnas*



Se continua seleccionando la opción de Uno a Varios, ya que en el calendario se encuentra una fecha una unica vez, mientras para las tablas del PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>, se tiene que al deberse de mediciones de diferentes años se repiten varias fechas, este proceso se mira a continuación en la **Figura 26** y lo que se obtiene de esta relación se muestra en la **Figura 27**.

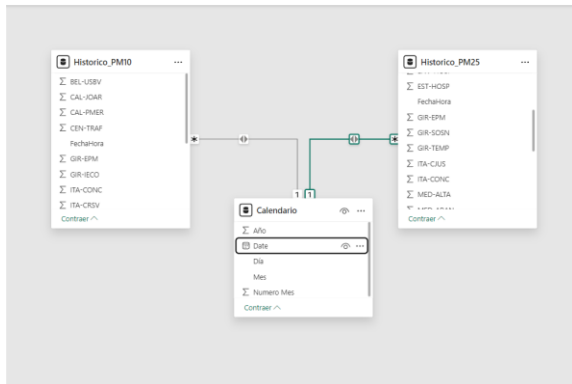
**Figura 26**

*Opciones de la nueva relación*



**Figura 27**

*Resultado de la creación de las relaciones*



### 3. Tablas Mediciones

Para realizar diferentes gráficas o tarjetas se debe realizar diversas mediciones para las estaciones y las concentraciones de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>. Esto se hará desde la opción de Modelado, Nueva Tabla (**Figura 28**) desde donde se van a hacer las mediciones, se realizó tres tablas, una para cada uno de los PM y otra para las estaciones.

## Figura 28

### Creación de tabla de mediciones



Una vez se realiza la tabla se procede a realizar una Nueva medida desde la opción Modelado, Nueva Medida, pasando a escribir el código en la barra DAX (**Figura 29**) el código mostrado en la

**Tabla 6**, donde se tiene un cálculo de las estaciones totales que han estado en operación entre el 2017 y 2023, así como las mediciones para calcular las estaciones activas e inactivas en ese mismo período.

## Figura 29

### Barra de código DAX



## Tabla 6

### Códigos de mediciones

```

Mediciones

// Conteo estaciones //
Conteo_Esta =
    COUNT(Estaciones_VA[Contaminante])

// Calculo estaciones activas //
Activas =
    IF(ISBLANK(COUNTROWS(FILTER(Estaciones_VA,
Estaciones_VA[Activa] = "Si"))), 0,
    COUNTROWS(FILTER(Estaciones_VA, Estaciones_VA[Activa] =
"Si"))))

// Calculo estaciones inactivas //
Inactiva =
    IF(ISBLANK(COUNTROWS(FILTER(Estaciones_VA,
Estaciones_VA[Activa] = "No"))), 0,
    COUNTROWS(FILTER(Estaciones_VA, Estaciones_VA[Activa] =
"No"))))

// Calculo promedio estaciones //
BEL-USBV =
    AVERAGEX(
    
```

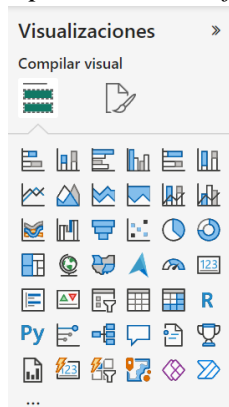
```
SUMMARIZE(  
    Historico_PM10,  
    Historico_PM10[FechaHora],  
    "Promedio Diario", AVERAGE(Historico_PM10[BEL-USBV])  
// Cambia el nombre de la estación  
)  
[Promedio Diario])
```

#### 4. Selección de Gráficas

Por último, se pasa a seleccionar las gráficas (**Figura 30**) que cumplan con el objetivo de visualizar la información de manera eficiente e idónea, ajustándolo a los colores de la imagen institucional, normativa nacional y de acuerdo con la forma de visualización.

#### Figura 30

##### *Opciones de Gráficos y Objetos Visuales*



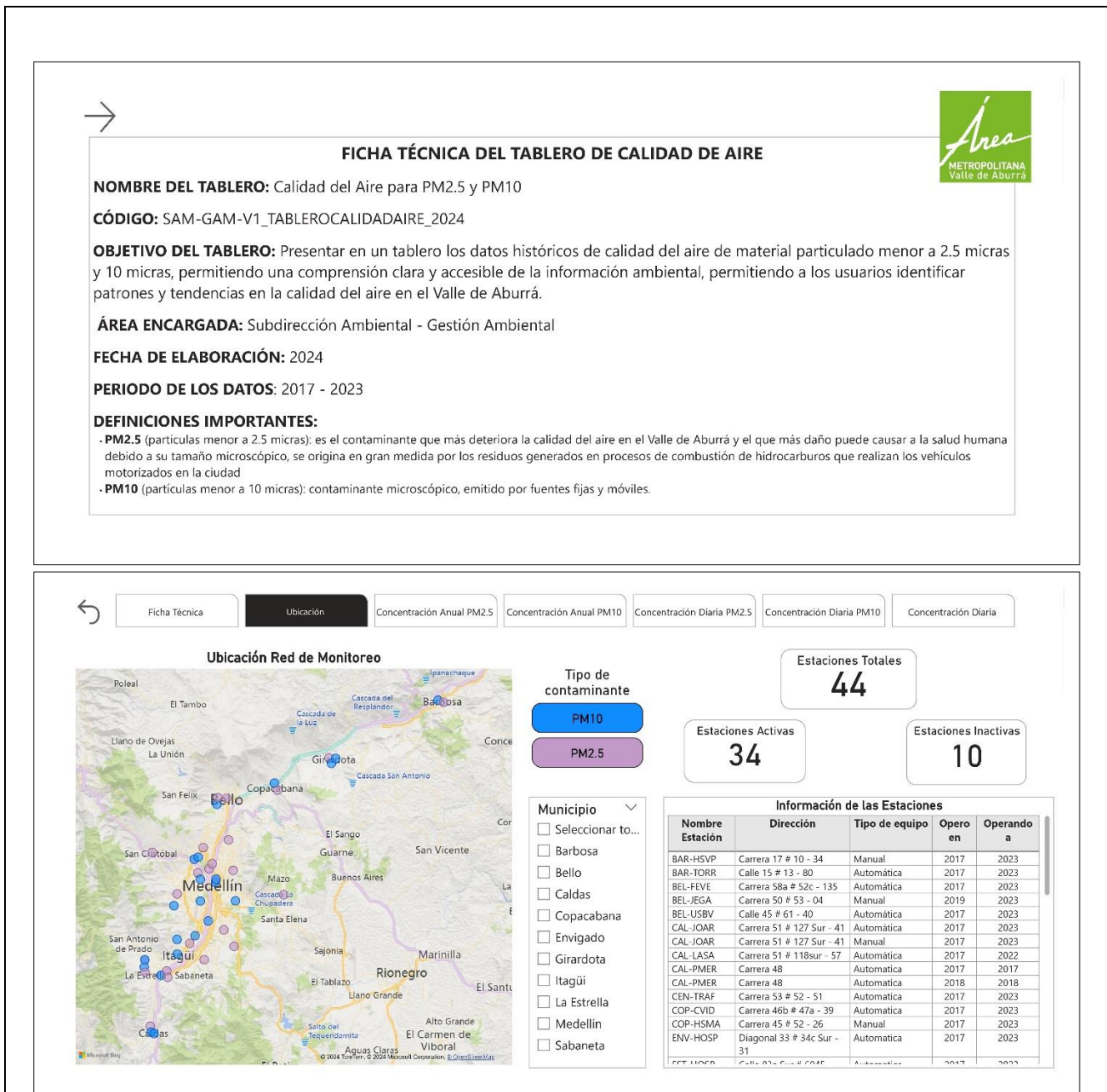
## Anexo 2. Tablero de PBI

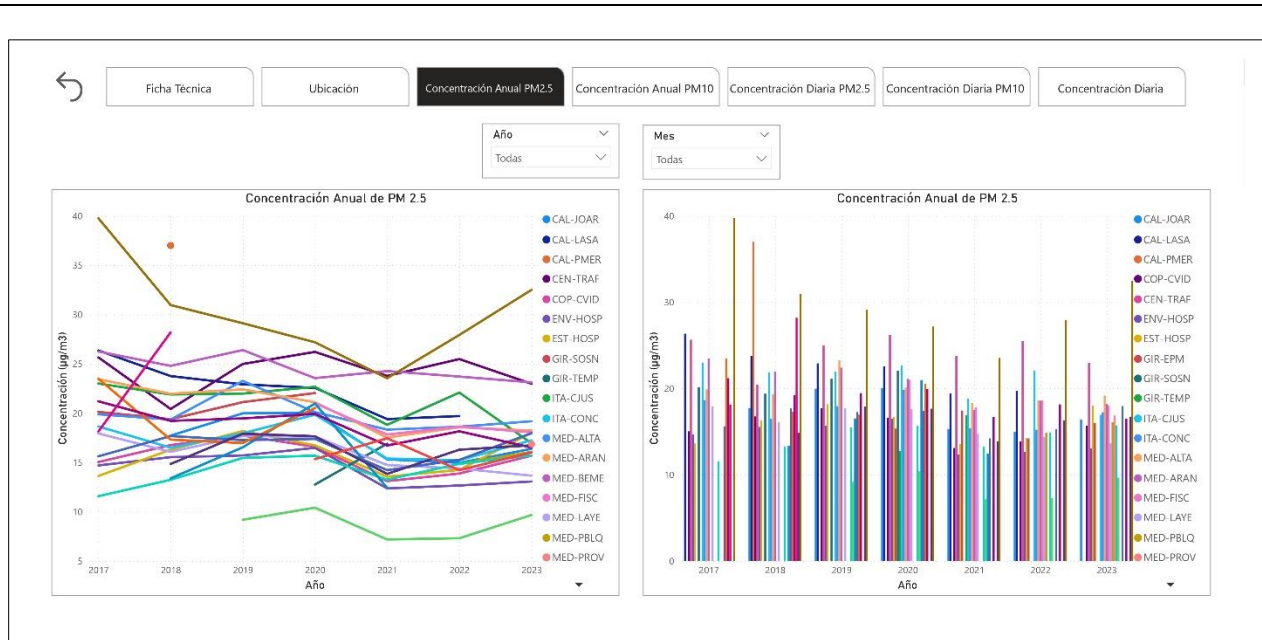
Asimismo, se presenta en la **Figura 31** el tablero realizado en Power BI, de manera completa y después de los ajustes realizados y el cual podrá ser consultado en:

[Tablero PBI Calidad Aire](#)

**Figura 31**

*Tablero de final*





DISEÑO Y DESARROLLO DE TABLERO EN PBI...: Mediante datos de la red de monitoreo del AMVA 47

