

Determinación de la calidad del aire respecto a la presencia de sustancias de interés en el PM₁₀ en el campus Aguas Claras de la Universidad Santo Tomás, Villavicencio



Diego A. Cortés Naranjo, María A. Pulido Gallego,
Juan J. García Velásquez
Fac. Ingeniería Ambiental, Universidad Santo Tomás

Antecedentes

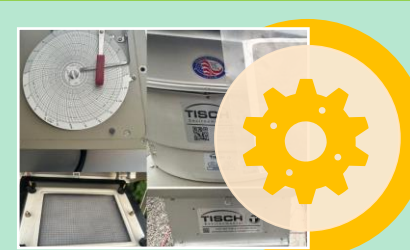
El crecimiento urbano y el aumento del parque automotor han intensificado la emisión de material particulado. Las condiciones meteorológicas, como baja dispersión atmosférica y la cercanía al anillo vial (Intermunicipal), agravan la exposición de la comunidad académica del campus al PM₁₀.

El PM₁₀ afecta directamente la calidad del aire y representa un riesgo para la salud humana. Algunos de sus componentes, pueden causar afecciones respiratorias Y cardiovasculares.



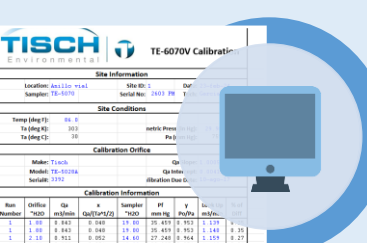
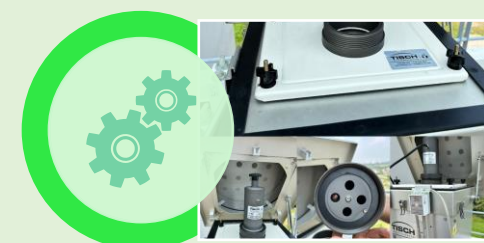
Métodos

Calibración del muestreador



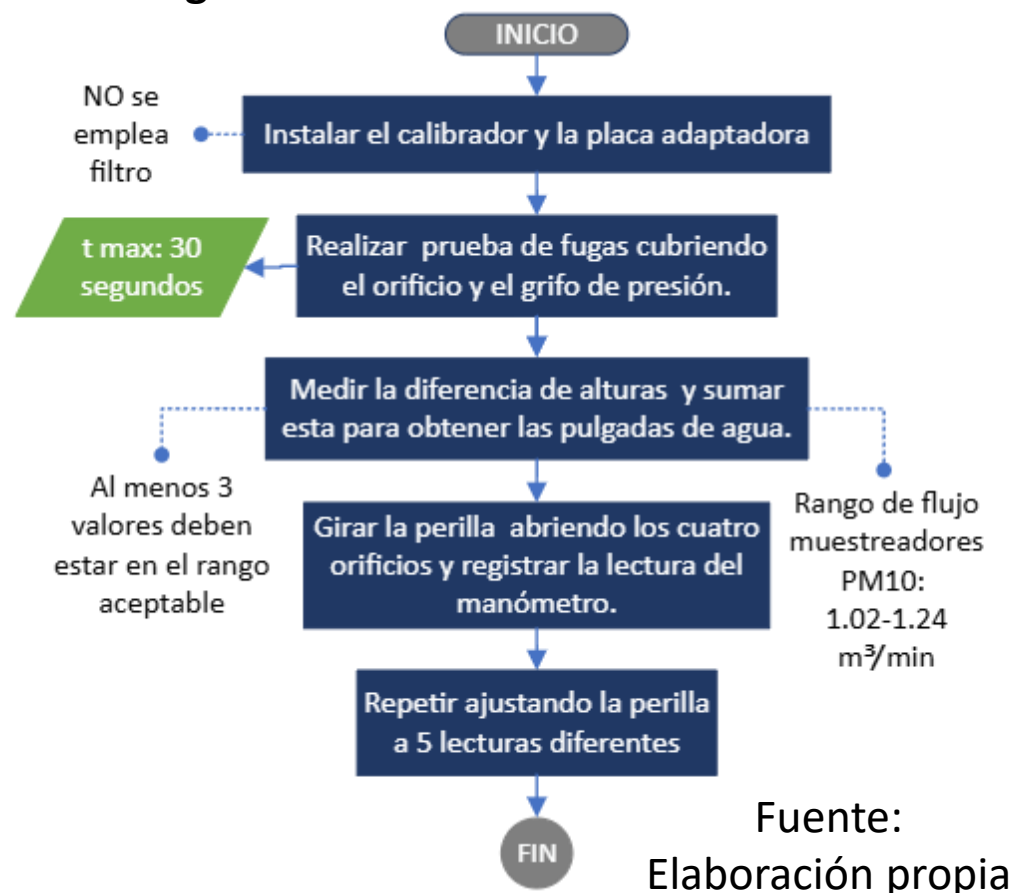
Equipo:
HI-VOL TE-6070V

Kit calibración:
TE-5028 (Orificios)



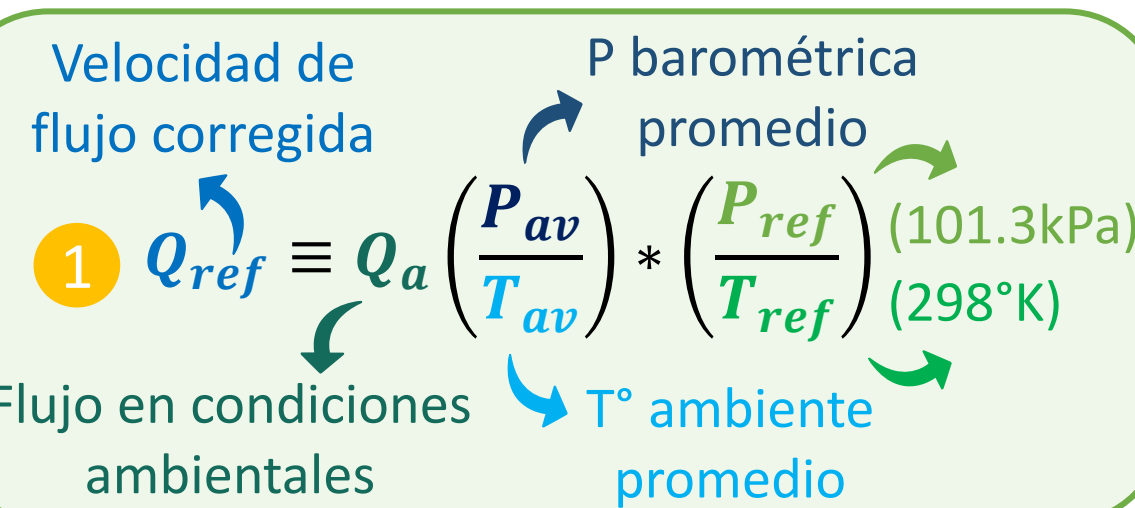
Hoja calibración:
TE-6070V TISCH

Figura 1. Procedimiento de calibración



Muestreo en campo y análisis gravimétrico

- Cantidad:** 19
- Material:** Fibra de cuarzo
- Tamaño:** 20.5 x 25.5 cm
- Área interna de deposición:** 358.75 cm²
- Secado:** 24h
- Pesaje:** Antes y después



Preparación de filtros

Muestreo de partículas

Cálculo de PM10

Protocolo de Monitoreo de Calidad del Aire (MinAmbiente, 2010)

Cálculo de ICA

$$ICA_p = \frac{I_{alto} - I_{bajo}}{PC_{alto} - PC_{bajo}} * C_p - PC_{bajo} + I_{bajo}$$

Análisis elemental

Alcance: Análisis simultáneo de múltiples elementos
Límite de detección: 100 ppm
Cantidad muestras: 3
Dimensiones: 5 x 5 cm
Unidad: % en peso

Fluorescencia de rayos X (XRF)

Lab. Fluorescencia de Rayos X Universidad Nacional

Alcance: Análisis de un elemento
Cantidad muestras: 12
Dimensiones: 4,7 x 4,7 cm
Unidad: µg/cm²

Espectrometría de absorción atómica (EAA)

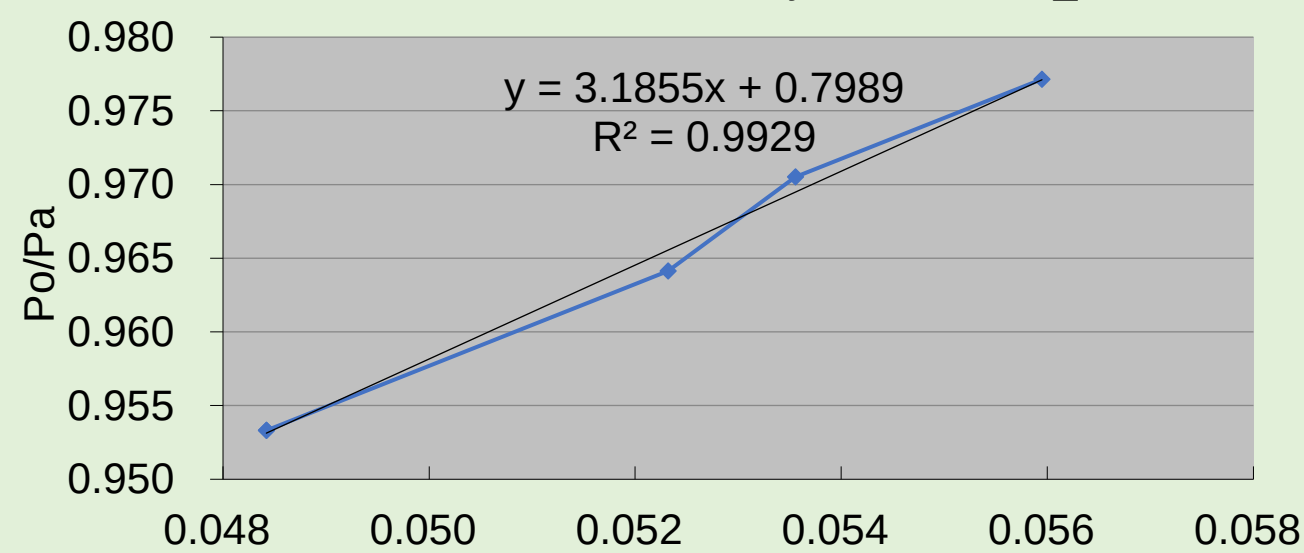
LIAC - Universidad de La Salle

- C_t = C total del contaminante
- C_p = Concentración parcial
- A = Área del filtro muestreado

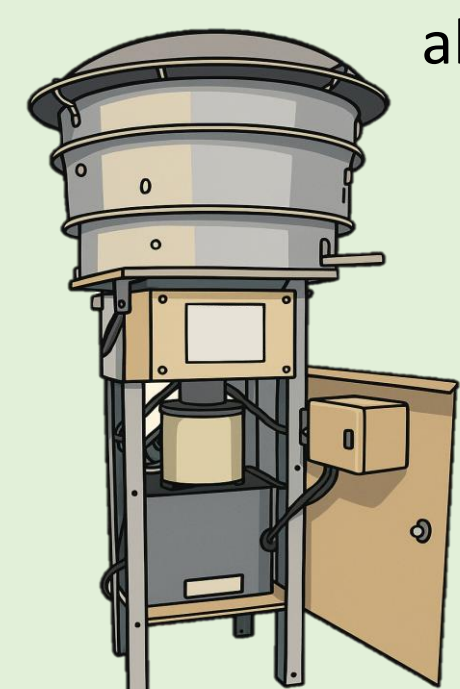
$$C_t \left(\frac{g}{m^3 \cdot día} \right) = \left[C_p \left(\frac{\mu g}{cm^2} \right) * A (cm^2) \right] * Q_{ref} * \frac{60 min}{1 h} * \frac{24 h}{1 día} * \frac{1 g}{1000000 \mu g}$$

Resultados

Figura 1. Curva de calibración del equipo
Curva de calibración - Flujo volumétrico_PM10

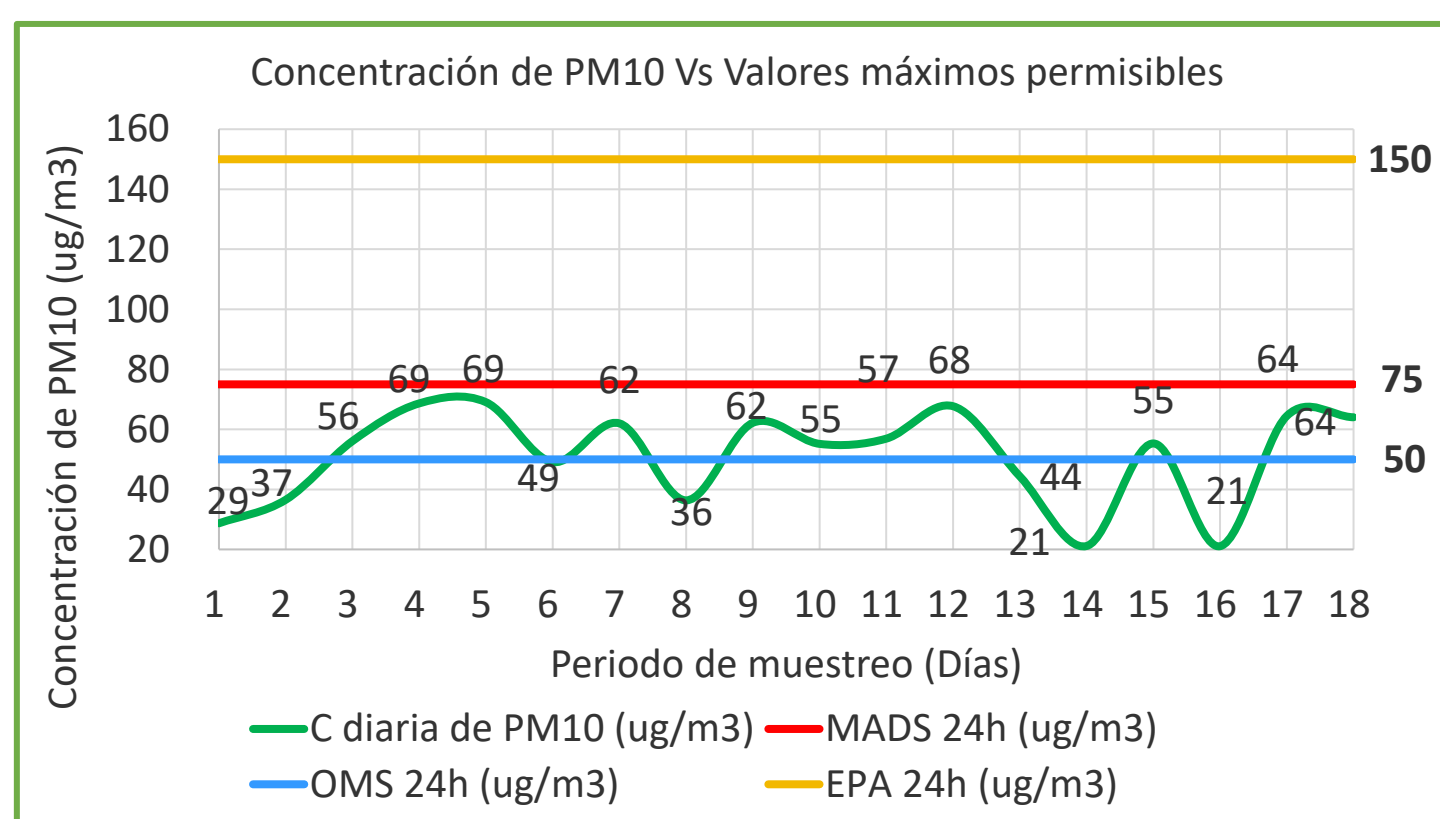


Fuente: Elaboración propia



La calibración evidencia alta sensibilidad y precisión del equipo, con leve señal de fondo.

Figura 3. Comparación de los niveles de PM₁₀ con la norma nacional e internacional



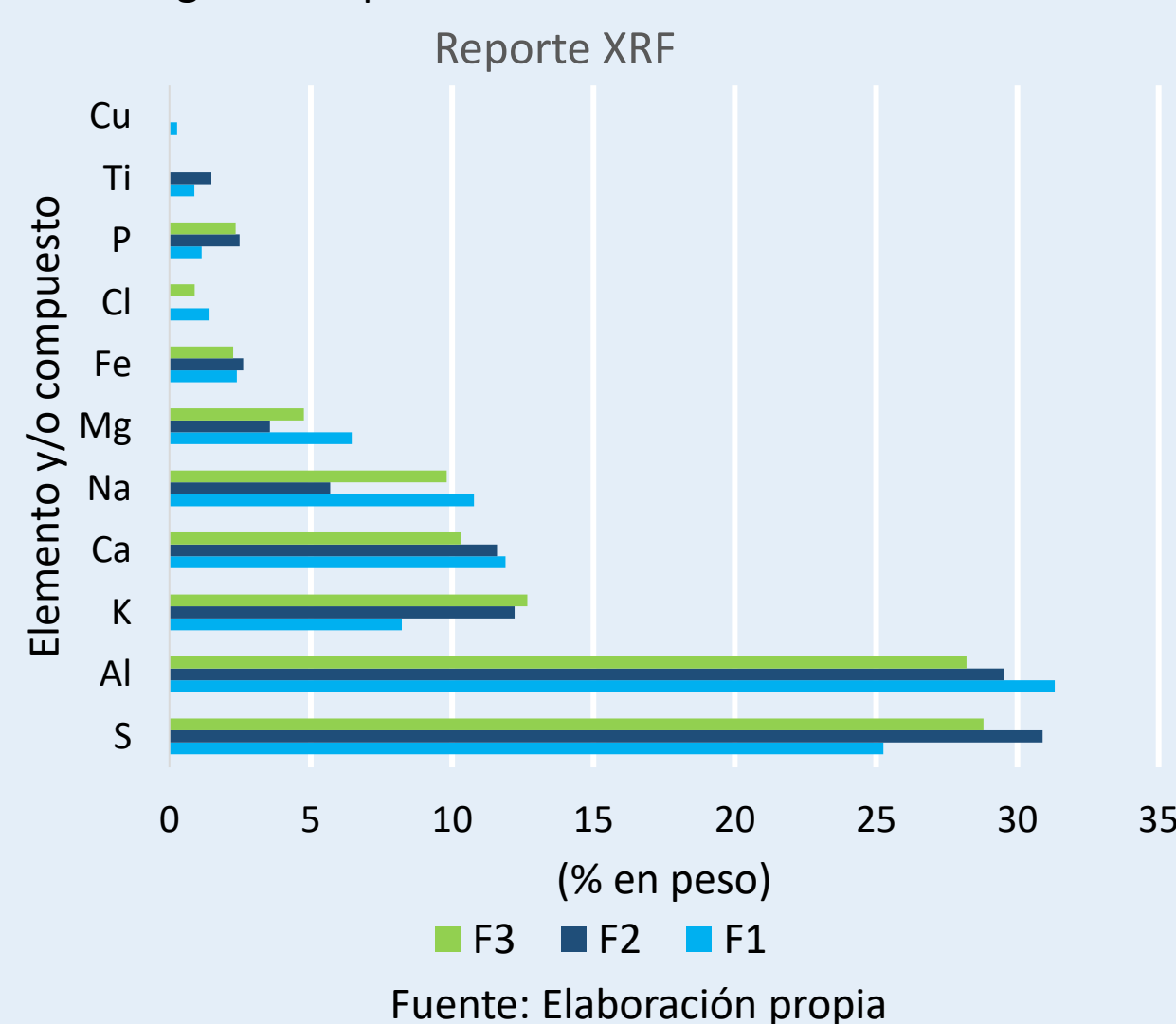
Fuente: Elaboración propia



La concentración de PM₁₀ excedió el límite de la OMS, sugiriendo un riesgo potencial para la salud. Sin embargo, se mantuvo por debajo de los límites de la normativa colombiana.

XRF

Figura 4. Reporte de resultados del análisis de XRF



Fuente: Elaboración propia

¿Cuál fue el hallazgo?

Se detectaron **Aluminio (19.00% - 31.32%)** y **Azufre (0.06% - 30.89%)**

Además de Calcio, Sodio, Potasio, Hierro, Fósforo y Titanio en menor proporción.

La muestra control presentó **99.65% de Silicio** (Se excluyó)

¿Cuánto?

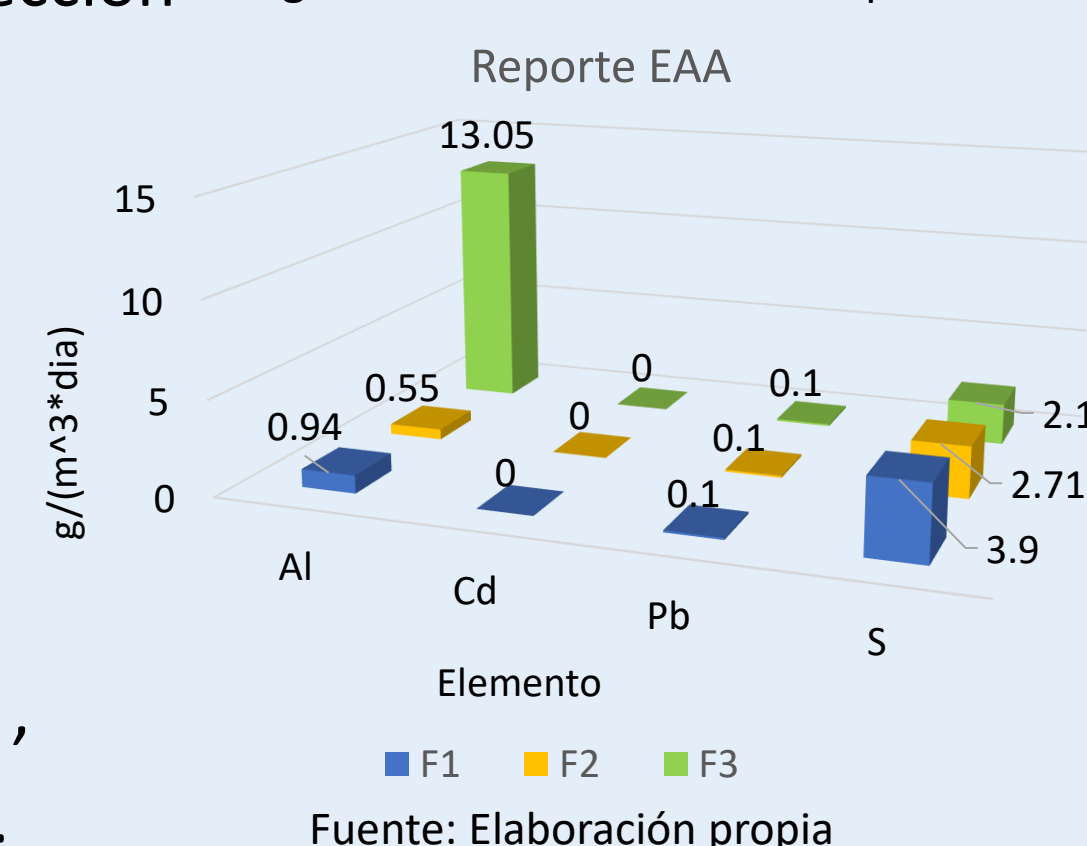
Teniendo en cuenta el límite de detección de la XRF, aunque no se registró Pb y Cd, se incluyeron en la segunda prueba al ser de gran interés.

El **Plomo**, asociado a trastornos cognitivos y enfermedades renales (Rodríguez et al., 2016), se detectó en concentraciones de **0.01 $\frac{g}{m^3 \cdot día}$** , cumpliendo con el límite normativo.

Los niveles de **Aluminio** oscilaron entre **0.55 y 13.05 $\frac{g}{m^3 \cdot día}$** , aunque significativos, no regulados, lo que subraya la necesidad de un monitoreo continuo para evaluar su impacto. El **Azufre**, con concentraciones de **2.18 y 3.9 $\frac{g}{m^3 \cdot día}$** , representa un riesgo para la salud y el ambiente al estar vinculado a afecciones respiratorias (Oyarzún, 2010).

EAA

Figura 5. Resultados de análisis por EAA



Fuente: Elaboración propia

Índice de calidad del aire

El ICA mostró condiciones entre "**Buena**" y "**Aceptable**", indicando que aunque el aire es generalmente seguro, existen jornadas con riesgos moderados para una población sensible.

Implicaciones

Se identifican elementos no regulados en la normativa nacional que requieren ser medidos en función de límites permisibles, teniendo en cuenta sus efectos.

Las universidades pueden actuar en el monitoreo y apoyo técnico en políticas de calidad del aire, promoviendo acciones basadas en evidencia y articulación con autoridades locales.

Se contribuye a abordar tanto problemas locales en entornos educativos como globales, apoyando los ODS al reducir enfermedades vinculadas a la contaminación y mitigar el impacto ambiental.



Referencias y agradecimientos

Agradecimiento a la Universidad Santo Tomás por su apoyo técnico y financiero; a la Universidad Nacional, La Salle y entidades de Villavicencio por su colaboración; y al CASAP X por el espacio de presentación.

