

**SISTEMA PORTABLE DE MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO
UTILIZANDO IOT PARA DETERMINAR CALIDAD DE
AIRE EN LA CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO**
(Resumen analítico)

**PORTABLE PARTICULATE MATTER MONITORING SYSTEM USING IOT TO
DETERMINE AIR QUALITY IN THE CITY OF SAN JUAN DE
AIR QUALITY IN THE CITY OF SAN JUAN DE PASTO**
(Analytical summary)

Autores (Authors): CHANA CALDERON, Leibnitz Eduardo

Facultad (Faculty): de Ingeniería

Programa (Program): INGENIERÍA MECATRÓNICA

Asesor (Support): Mg. JORGE ANDRÉS CHAMORRO ENRÍQUEZ

Fecha de terminación del estudio (End of the research): junio 2024

Modalidad de Investigación (Kind of research): Trabajo de Grado

PALABRAS CLAVE

- CONTAMINACIÓN ATMÓSFERICA
- ESTACIÓN DE CALIDAD DE AIRE
- INTERNET DE LAS COSAS
- RASPBERRY PI
- MONITOREO AMBIENTAL

KEY WORDS

- *AIR POLLUTION*
- *AIR QUALITY STATION*
- *INTERNET OF THINGS*
- *RASPBERRY PI*
- *ENVIROMENTAL MONITORING*

RESUMEN: Este estudio presenta un prototipo automático y portátil basado en Internet de las Cosas (IoT) para monitorear la concentración de partículas finas (PM10 y PM2.5) en San Juan de Pasto, evaluando la calidad del aire. El desarrollo se divide en cuatro fases: implementación del sensor Sensirion SPS30, integración con servicios en la nube y creación de una base de datos MySQL para estructurar y respaldar la seguridad de los datos, toma de datos en sitio y presentación de resultados en un mapa de la ciudad a través de una página web. Los datos, representados en un mapa interactivo y clasificados por colores, permiten evaluar la calidad del aire. Este enfoque proporciona información accesible desde cualquier

dispositivo, ofreciendo detalles sobre la calidad del aire local y una alternativa al monitoreo ambiental.

ABSTRACT: *This study presents an automatic and portable prototype based on the Internet of Things (IoT) to monitor the concentration of fine particulate matter (PM10 and PM2.5) in San Juan de Pasto, assessing air quality. The development is divided into four phases: implementation of the Sensirion SPS30 sensor, integration with cloud services and creation of a MySQL database to structure and support data security, on-site data collection and presentation of results on a map of the city through a web page. The data, represented on an interactive, colour-coded map, allows for the assessment of air quality. This approach provides information accessible from any device, offering details on local air quality and an alternative to environmental monitoring.*

CONCLUSIONES: Se desarrolló de manera efectiva un prototipo de monitoreo que utiliza el sensor Sensirion SPS30, el cual mostró un sesgo promedio de 0.12 en comparación con otros dispositivos. Este prototipo se integra a una plataforma IoT para obtener datos de variables del aire que afectan la contaminación ambiental en la ciudad de San Juan de Pasto. La plataforma IoT facilita el acceso a la información en intervalos periódicos mediante la integración de hardware y software de bajo costo, como sensores y una tarjeta controladora, lo que incrementa la funcionalidad del prototipo.

La instalación del sensor cumple con los requisitos regulatorios, garantizando mediciones confiables. Estas tecnologías pueden ser utilizadas para comparar con otros dispositivos y respaldar la recopilación de datos. La planificación de requerimientos y la búsqueda sistemática avanzada en la base de datos permitieron diseñar el sistema de monitoreo de material particulado, el cual monitorea las zonas de la ciudad y visualiza los datos mediante un mapa que indica el nivel de concentración de contaminantes atmosféricos al usuario final.

La estructura del sistema desarrollado se caracteriza por su portabilidad y flexibilidad durante la instalación. Esta versatilidad se ha logrado mediante el uso de materiales livianos y un diseño compacto del sensor de polvo. Estas características no solo facilitan el transporte e instalación en diferentes ubicaciones, sino que también contribuyen a su eficiencia operativa al minimizar el espacio necesario para su funcionamiento. En cuanto a la resolución del sistema, se prestó especial atención a la validación interna y la calibración de fábrica del sensor. Estas medidas fueron fundamentales para asegurar mediciones precisas y confiables de las variables ambientales. La validación interna implicó la verificación de la precisión y exactitud del sensor en condiciones controladas, mientras que la calibración de fábrica garantizó que el sensor estuviera correctamente ajustado para proporcionar resultados precisos en el campo.

La visualización y difusión de datos son aspectos clave del sistema desarrollado. No solo se limita a la recopilación de información, sino que también se enfoca en presentar los datos de manera efectiva en un mapa de la ciudad. Esta función permite que los datos sean comprensibles para el usuario final, facilitando la comprensión de la calidad del aire y su clasificación. La capacidad de visualizar los datos a través de una página web proporciona una clara evidencia de las concentraciones de contaminantes en diferentes áreas de la ciudad, representando patrones y tendencias del comportamiento y la distribución de la contaminación atmosférica. Esta información puede respaldar investigaciones por expertos en salud pública y calidad del aire, ya que el prototipo permite su aplicabilidad en otros contextos y puede ser adaptado en otras ciudades y regiones. Asimismo, el prototipo puede ser utilizado por estudiantes de los laboratorios de la Universidad Mariana.

CONCLUSIONS: *A monitoring prototype was effectively developed using the Sensirion SPS30 sensor, which showed an average bias of 0.12 compared to other devices. This prototype is integrated with an IoT platform to obtain data on air variables that affect air pollution in the city of San Juan de Pasto. The IoT platform facilitates access to information at periodic intervals by integrating low-cost hardware and software, such as sensors and a controller board, which increases the functionality of the prototype.*

The sensor installation complies with regulatory requirements, ensuring reliable measurements. These technologies can be used to compare with other devices and support data collection. Requirements planning and advanced systematic database search enabled the design of the particulate matter monitoring system, which monitors areas of the city and displays the data on a map indicating the level of air pollutant concentration to the end user.

The structure of the developed system is characterised by its portability and flexibility during installation. This versatility has been achieved through the use of lightweight materials and a compact design of the dust sensor. These features not only facilitate transport and installation in different locations, but also contribute to its operational efficiency by minimising the space required for its operation. In terms of system resolution, special attention was paid to internal validation and factory calibration of the sensor. These measures were essential to ensure accurate and reliable measurements of environmental variables. Internal validation involved verifying the accuracy and precision of the sensor under controlled conditions, while factory calibration ensured that the sensor was correctly adjusted to provide accurate results in the field.

Data visualisation and dissemination are key aspects of the developed system. It is not only limited to the collection of information, but also focuses on presenting the data effectively on a map of the city. This function makes the data understandable to the end user, facilitating the understanding of air quality and its classification. The

ability to visualise the data via a web page provides clear evidence of pollutant concentrations in different areas of the city, depicting patterns and trends in the behaviour and distribution of air pollution. This information can support research by public health and air quality experts, as the prototype allows for applicability in other contexts and can be adapted to other cities and regions. The prototype can also be used by students in the laboratories of the Mariana University.

RECOMENDACIONES: Se recomienda para trabajos futuros la integración de sensores adicionales para proporcionar una imagen completa de la calidad del aire en la ciudad. Es posible integrar un algoritmo de predicción que anticipe cambios en la calidad del aire e informe al público sobre las condiciones esperadas en las próximas horas o emita alertas tempranas sobre picos de contaminación. Estas alertas pueden difundirse a través de API de redes sociales, correo electrónico o el uso de bots. El prototipo permite esta escalabilidad gracias a la integración con Raspberry Pi 4.

A futuro, se sugiere realizar investigaciones para identificar fuentes de contaminación y estrategias de mitigación, integrando un GPS para determinar la ubicación exacta del monitoreo. Asimismo, es importante continuar con la optimización de la plataforma IoT y la base de datos MySQL para garantizar la eficiencia en la recopilación de datos y la seguridad mediante la integración de autenticación de usuario y contraseña (login).

RECOMMENDATIONS: *It is recommended for future work to integrate additional sensors to provide a complete picture of air quality in the city. It is possible to integrate a predictive algorithm that anticipates changes in air quality and informs the public about expected conditions in the coming hours or issues early warnings about pollution peaks. These alerts can be disseminated through social media APIs, email or the use of bots. The prototype allows for this scalability thanks to the integration with Raspberry Pi 4.*

Future research is suggested to identify sources of pollution and mitigation strategies, integrating a GPS to determine the exact location of the monitoring. It is also important to continue optimising the IoT platform and MySQL database to ensure efficiency in data collection and security by integrating user and password authentication (login).