

**ESTUDIO DE LA CORRELACIÓN DE LA DINÁMICA DE MATERIAL
PARTICULADO (PM10 Y PM2.5) CON LAS CONDICIONES
METEOROLÓGICAS EN EL MUNICIPIO DE PASTO UTILIZANDO
ESTACIONES METEOROLÓGICAS PORTÁTILES.
(Resumen Analítico)**

***STUDY OF THE CORRELATION OF THE DYNAMICS OF PARTICULATE
MATTER (PM10 AND PM2.5) WITH METEOROLOGICAL CONDITIONS IN THE
MUNICIPALITY OF PASTO USING PORTABLE METEOROLOGICAL
STATIONS
(Analytical Summary)***

Autores (*Authors*): RUIZ GOYES Mayerli Katherine; RUIZ GOYES Edwin Camilo
Facultad (*Faculty*): de INGENIERIA
Programa (*Program*): EN MAYUSUCULA
Asesor (*Support*): MSC. LUIS GABRIEL LAFAURIE PONCE
Fecha de terminación del estudio (*End of the research*): MAYO 2024
Modalidad de Investigación (*Kind of research*): Trabajo de Grado

PALABRAS CLAVE

ESTACION METEOROLOGICA
CONTAMINANTES
MATERIAL PARTICULADO
VARIABLES METEOROLOGICAS

KEY WORDS

WEATHER STATION
POLLUTANTS
PARTICULATE MATERIAL
METEOROLOGICAL VARIABLES

RESUMEN: El presente estudio se enfocó en investigar la correlación entre la dinámica del material particulado (PM10 y PM2.5) y el monóxido de carbono (CO) con las condiciones meteorológicas locales en Pasto. Para ello, se utilizó una estación meteorológica portátil, ajustando los datos en base a las mediciones de material particulado realizadas simultáneamente con un muestreador de alto volumen (Hi-Vol). Cabe destacar que el Hi-Vol es un instrumento certificado por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca y forma parte del equipo de la Universidad Mariana.

El objetivo principal fue analizar cómo las condiciones meteorológicas influyen en la dispersión y concentración de material particulado en el aire, específicamente en la dirección CL 17 No. 20-107, Pasto, Nariño. El muestreo se realizó durante 20 días, de 10 de la mañana a 6 de la tarde, con un promedio de 8 horas diarias y un periodo de muestreo de 5 segundos. Se llevó a cabo un preprocesamiento de datos para realizar un resumen estadístico y obtener una visualización gráfica de los resultados.

Los datos mostraron un comportamiento no normal, por lo que se procedió a realizar un análisis de covarianza y una matriz de correlación de Pearson. Los resultados indicaron una correlación estadísticamente significativa entre las variables meteorológicas y las concentraciones de PM10 y PM2.5 en Pasto. Sin embargo, se evidenció que el material particulado no tiene una correlación positiva con la temperatura y solo una correlación débil con la presión. La correlación entre el material particulado y la humedad fue positiva, indicando que la humedad puede aumentar la capacidad del aire para sostener partículas en suspensión.

En cuanto al monóxido de carbono (CO), se encontró una correlación positiva con la temperatura (valor de 0.41), lo que sugiere que a temperaturas más altas, las moléculas de CO pueden moverse más rápidamente debido a la mayor energía cinética, aumentando su difusión en la atmósfera. La correlación entre el CO y la humedad también fue positiva, aunque débil, indicando que la humedad puede actuar como un mecanismo de "lavado" para eliminar el CO de la atmósfera. No se encontró correlación entre el CO y la presión.

Con respecto a los niveles máximos permisibles de contaminación de material particulado según la norma 2254 de 2017, se determinó que en las horas pico del mediodía y la tarde se exceden los niveles permitidos.

Finalmente, se desarrolló un modelo de regresión multivariado utilizando Orange y se realizó un análisis de componentes principales, identificando que las variables de mayor significancia eran PM10, PM2.5, CO y humedad. El modelo de regresión obtuvo un valor de confianza de 0.98 para calcular los valores de la variable dependiente. Posteriormente, se implementó un modelo de autocorrelación cruzada

ARIMA para analizar y predecir series temporales, el cual arrojó una predicción con una certeza de hasta el 95%.

En conclusión, el estudio determinó que existe una correlación estadística parcial entre las variables meteorológicas y las concentraciones de PM10 y PM2.5 en Pasto, proporcionando información valiosa para la gestión de la calidad del aire en la región

ABSTRACT: *The present study focused on investigating the correlation between the dynamics of particulate matter (PM10 and PM2.5) and carbon monoxide (CO) with local meteorological conditions in Pasto. For this purpose, a portable meteorological station was used, adjusting the data based on particulate matter measurements carried out simultaneously with a high volume sampler (Hi-Vol). It should be noted that the Hi-Vol is an instrument certified by the Regional Autonomous Corporation of Cundinamarca and is part of the equipment of the Mariana University.*

The main objective was to analyze how meteorological conditions influence the dispersion and concentration of particulate matter in the air, specifically at the address CL 17 No. 20-107, Pasto, Nariño. Sampling was carried out for 20 days, from 10 a.m. to 6 p.m., with an average of 8 hours per day and a sampling period of 5 seconds. Data preprocessing was carried out to make a statistical summary and obtain a graphical visualization of the results.

The data showed a non-normal behavior, so a covariance analysis and a Pearson correlation matrix were performed. The results indicated a statistically significant correlation between the meteorological variables and the concentrations of PM10 and PM2.5 in Pasto. However, it was evident that particulate matter has no positive correlation with temperature and only a weak correlation with pressure. The correlation between particulate matter and humidity was positive, indicating that humidity can increase the capacity of the air to hold suspended particles.

As for carbon monoxide (CO), a positive correlation was found with temperature (value of 0.41), suggesting that at higher temperatures, CO molecules can move more quickly due to greater kinetic energy, increasing their diffusion in the atmosphere. The correlation between CO and humidity was also positive, although weak, indicating that humidity can act as a "scrubbing" mechanism to remove CO from the atmosphere. No correlation was found between CO and pressure.

Regarding the maximum permissible levels of particulate matter pollution according to standard 2254 of 2017, it was determined that the permitted levels are exceeded during peak hours at noon and in the afternoon.

Finally, a multivariate regression model was developed using Orange and a principal component analysis was performed, identifying that the most significant variables were PM10, PM2.5, CO and humidity. The regression model obtained a confidence value of 0.98 to calculate the values of the dependent variable. Subsequently, an ARIMA cross-autocorrelation model was implemented to analyze and predict time series, which yielded a prediction with a certainty of up to 95%.

In conclusion, the study determined that there is a partial statistical correlation between meteorological variables and PM10 and PM2.5 concentrations in Pasto, providing valuable information for air quality management in the region.

CONCLUSIONES: La revisión sistemática de la bibliografía ha proporcionado una comprensión integral de los factores que influyen en la concentración de material particulado, respaldando la base teórica para abordar los objetivos de esta investigación y estableciendo una línea adecuada para los análisis.

La calibración de los sensores de la estación meteorológica portátil para temperatura, humedad relativa y material particulado garantizó la precisión de los datos, permitiendo un análisis adecuado según las normas de calidad del aire. La recopilación de datos meteorológicos en la calle 17 de Pasto ha proporcionado una visión detallada de las condiciones atmosféricas locales.

El análisis de correlación reveló relaciones significativas entre CO, temperatura y humedad, así como entre el PM y la humedad. Se aceptó parcialmente la hipótesis de una correlación significativa entre todas las variables meteorológicas y los contaminantes. Los modelos de regresión, tanto el ARIMA como el lineal, permitieron cuantificar estas relaciones y prever con mayor precisión la concentración de material particulado.

Aunque las concentraciones de material particulado suelen estar por debajo de los límites permisibles, existen picos que superan los 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, especialmente durante las horas pico del día. Estos picos, resultado de la interacción entre el tráfico vehicular y las condiciones meteorológicas, tienen implicaciones significativas para la salud pública y requieren medidas de mitigación urgentes.

El modelo de regresión multivariado y el análisis de componentes principales, realizados con Orange, identificaron que las variables de mayor significancia eran PM10, PM1, CO y humedad. El modelo de regresión obtuvo un valor de confianza de 0.98, mientras que el modelo ARIMA mostró una certeza de hasta el 95% en sus predicciones.

CONCLUSIONS: *The systematic literature review has provided a comprehensive understanding of the factors influencing particulate matter concentration, supporting the theoretical basis for addressing the objectives of this research and establishing an appropriate line of reference for analyses.*

Calibration of the portable weather station sensors for temperature, relative humidity and particulate matter ensured data accuracy, allowing proper analysis according to air quality standards. Meteorological data collection on 17th Street in Pasto has provided a detailed insight into local atmospheric conditions.

Correlation analysis revealed significant relationships between CO, temperature and humidity, as well as between PM and humidity. The hypothesis of a significant correlation between all meteorological variables and pollutants was partially accepted. Regression models, both ARIMA and linear, allowed these relationships to be quantified and particulate matter concentration to be predicted more accurately.

Although particulate matter concentrations are usually below permissible limits, there are peaks exceeding 100 µg/m³, especially during peak hours of the day. These peaks, resulting from the interaction between vehicular traffic and meteorological conditions, have significant implications for public health and require urgent mitigation measures.

The multivariate regression model and principal component analysis, carried out with Orange, identified that the most significant variables were PM₁₀, PM₁, CO and humidity. The regression model obtained a confidence value of 0.98, while the ARIMA model showed a certainty of up to 95% in its predictions.

RECOMENDACIONES: Antes de comenzar la búsqueda de literatura, es importante tener una comprensión clara de los temas específicos que deseas investigar. Define tus objetivos de investigación y las preguntas clave que deseas responder. Esto te ayudará a enfocar tu búsqueda y a identificar la literatura relevante de manera más eficiente y finalmente evalúa críticamente la calidad y relevancia de la literatura encontrada.

Analizar los resultados de las mediciones de contaminantes atmosféricos en relación con los estándares y límites establecidos por la normativa de calidad del aire. Esto permitirá determinar si los niveles de contaminación están dentro de los rangos aceptables o si se exceden los límites permitidos.

Establecer puntos de control de medición para poder realizar un análisis de comportamiento con respecto a la norma, se debe tener en cuenta la normativa que aplican para cada región ya que los valores suelen ser diferentes

RECOMMENDATIONS: *Before you begin your literature search, it is important to have a clear understanding of the specific topics you wish to research. Define your research objectives and the key questions you wish to answer. This will help you focus your search and identify relevant literature more efficiently and finally critically assess the quality and relevance of the literature found.*

Analyze the results of air pollutant measurements in relation to the standards and limits established by air quality regulations. This will allow you to determine whether pollution levels are within acceptable ranges or whether they exceed the permitted limits.

Establish measurement control points in order to perform a performance analysis with respect to the standard. The regulations that apply to each region must be taken into account since the values are usually different