



Una formación de calidad
en ingeniería para el futuro

Centro de Convenciones Cartagena de Indias
15 al 18 de Septiembre de 2015

DETERMINACIÓN DE FACTORES EXTERNOS A LA ACTIVIDAD MINERA, QUE ESTÁN INFLUYENDO LA CALIDAD DEL AIRE DE LA MINA CERRO LARGO, LA JAGUA DE IBIRICO, CESAR

Carlos Miguel Morelli Osorio, Eduardo Elías Martínez Buelvas

**Fundación Universitaria del Área Andina
Valledupar, Colombia**

Resumen

Contaminación del aire es el término usado para describir la presencia de uno o más Contaminantes en la atmósfera, cuyas cantidades y características pueden resultar perjudiciales o interferir con la salud, el bienestar u otros procesos ambientales naturales.

Varias actividades humanas contaminan el aire. Los contaminantes originados por la actividad humana pueden provenir de fuentes fijas (fábricas, plantas termoeléctricas, viviendas, etc.) o fuentes móviles (vehículos, aviones, trenes, barcos, etc.). Existen además fuentes naturales, como por ejemplo el polen emitido por las flores, el polvo procedente de la erosión eólica y las erupciones volcánicas.

Este proyecto expone una manera de determinar algunos de esos factores en la zona específica mencionada, esto se hace con el fin de demostrar que además de la actividad minera, existen factores externos que pueden alterar la composición inicial de cualquier aire por medio de ecuaciones que modelan conjuntos de situaciones ya sean originadas naturalmente o por mano del hombre, que permita conocer dichas incógnitas.

Palabras clave: calidad del aire; contaminación; modelamiento; ecuaciones lineales

Abstract

Air pollution is the term used to describe the presence of one or more pollutants in the atmosphere, with quantities and characteristics can be harmful or interfere with the health, welfare or other natural environmental processes.

Several human activities pollute the air. The pollutants caused by human activity can come from stationary sources (factories, power plants, housing, etc.) and mobile sources (cars, planes, trains, boats, etc.). There are also natural sources, such as pollen emitted by the flowers, dust from wind erosion and volcanic eruptions.

This project presents a way to determine some of these factors in the specific area mentioned, this is done in order to demonstrate that in addition to mining, there are external factors that can alter the initial composition of any air by means of equations that model sets of situations whether natural or caused by man, as to show these

Keywords: *Air quality; pollution modeling; linear equations*

1. Introducción

La minería de carbón a cielo abierto genera mayores impactos al medio ambiente que la minería subterránea. En particular, causa deterioro a la calidad del aire debido al MP y a los contaminantes gaseosos emitidos a la atmósfera. En la minería a cielo abierto, una gran cantidad de estéril es removido para destapar los depósitos minerales. Esto requiere excavadoras, vehículos de transporte, cargadores, bandas transportadoras, etc. Usualmente la explotación de carbón a cielo abierto involucra las siguientes actividades generales: 1. manejo de suelos (descapote, transporte y almacenamiento), 2. Perforación y voladura de material estéril, 3. Manejo de estéril (cargue, transporte y descarga) del estéril a zona de botaderos, 4. Manejo de carbón (Cargue, transporte y descargue de carbón a zona de acopio) y 5. Otras operaciones (erosión eólica, mantenimiento de vías y tráfico de vehículos). (Mauricio Gaitán, 2007)

En la presente investigación se realizó un análisis de los registros contenidos en la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire en la mina cerro largo ubicada en el municipio de La Jagua de Ibirico, Cesar. Se construyó una base de datos a partir de los diferentes documentos revisados y de los estudios que ya se vienen realizando en la zona, esta fue organizada y estructurada para facilitar la validación y el análisis de la información, la cual fue utilizada para evaluar de forma cuantitativa el estado de la calidad del aire del municipio por medio del modelamiento matemático. Los resultados sugieren que para contaminantes con un diámetro igual al PM10, la mina se encuentra actualmente por encima de la norma ambiental vigente, pero al mismo tiempo, lo que pretendemos es demostrar que sus altos registros no solo son consecuencias de la actividad minera, si no también, efectos secundarios de la actividad de acarreo y transporte que se presenta en la zona en donde se ha realizado el monitoreo con la estación.

La interacción con la empresa es una constante, debido a que, estamos trabajando directamente con ellos, uno de los instructores de este proyecto es el coordinador de la red de monitoreo de la calidad del aire, y de una reunión específica, nació la inquietud de investigar el porqué de los incrementos de material particulado en las zonas de medición.

El recurso innovador de este artículo se basa en la incorporación de MatLab en la elaboración del modelamiento de la calidad del aire en dicha zona minera, esto facilita la evaluación matemática y comportamiento de los factores que influyen en esas mediciones.

Materiales y métodos

2. Revisión bibliográfica seleccionada para la obtención de la fórmula matemática

El modelamiento matemático es una herramienta de gran ayuda en el estudio de la contaminación atmosférica, al igual que otras disciplinas, se aplica para entender los procesos implicados dentro de la misma. (Díaz, 2003)

Los modelos receptores son técnicas matemáticas y estadísticas ampliamente utilizadas por la comunidad científica y los gestores de la calidad del aire. Su principal uso es identificar las principales fuentes de emisiones del material particulado atmosféricos (PM) y dentro de ellas modelarlo por medio de una matriz que adjunte los datos necesarios para analizar dicho comportamiento de calidad. (CIEMAT, 2015)

Thurston y Spengler (1985) fueron pioneros en utilizar técnicas de análisis factorial para estudios de contribución de fuente, estos utilizaban la rotación varimax (principal componente y análisis PCA). Esta técnica se basa en una descomposición de valores singulares, seleccionando los autos vectores que explican la mayor parte de la varianza de los datos de caracterización química del PM. (Korc, 1999)

Por otro lado, actualmente existen nuevos métodos para analizar la calidad del aire dependiendo de múltiples aspectos físicos o químicos presentes en la iteración entre medio y medidores. Entre ellos y uno de los más utilizados se encuentra el **positive matriz factorización (PMF)** fue propuesto en 1995 por Paatero y Tapper y consiste en utilizar mínimos cuadrados ponderados por la incertidumbre de cada dato químico, y además, se incorporan vínculos básicos de no negatividad de las contribuciones y de los perfiles químicos por lo que el modelo se define.

Por otro lado, el **Multilinear engine (ME-2)** propuesto en 1999 por Paatero, es un lenguaje específico de programación que permite incorporar cualquier vínculo adicional al modelo básico MPF. Los vínculos deben ser introducidos manualmente por el operador en el script ya que permiten reducir notablemente el número de soluciones posibles, mejorando la resolución de las fuentes y de sus contribuciones.

El **Unmix** propuesto en 2007 por la **EPA** es uno de los modelos de receptores que emplea el método factorial de descomposición de valores singulares para estimar el número de fuente reduciendo la dimensión de datos, para ello, emplea el algoritmo

NUMFACT, el cual aplica el análisis de componentes principales a diversos subconjuntos de datos originales.

3. Aplicación de ecuación para el análisis y posterior modelamiento de la calidad del aire

Se observa un último modelo que se ajusta a la investigación ya que consiste en que si una fuente que emite constantemente a la atmosfera produce un penacho de contaminantes. Las partículas inyectadas a la atmosfera en un mismo punto siguen trayectorias ligeramente diferentes, separándose entre ellas a medida de que se alejan de la fuente emisora. Suponiendo que la tasa de emisión y las condiciones atmosféricas son constante se llega a una condición estacionaria, en la cual el penacho adquiere una forma constante en el tiempo. La concentración es máxima en el eje del penacho, disminuyendo hacia los bordes. Este método se le conoce como el **modelo gaussiano** para el modelamiento de la calidad del aire, en este nuestro proyecto se basara.

MatLab será la herramienta interactiva que permitirá la computación numérica y visualización de datos. Es ampliamente usado por Ingenieros de Control en el análisis y diseño, posee además una extraordinaria versatilidad y capacidad para resolver problemas en matemática aplicada, física, química, ingeniería, finanzas y muchas otras aplicaciones. Está basado en un sofisticado software de matrices para el análisis de sistemas de ecuaciones. Permite resolver complicados problemas numéricos sin necesidad de escribir un programa. (Oviedo, 2004)

Esto permitirá plantear el modelamiento de una manera más práctica a la hora de la evaluación haciendo de este proceso menos tedioso y fácil a la hora de aplicar.

4. Plan de acción para actuar sobre los factores externos a la actividad minera y así disminuir sus afectaciones en la calidad del aire

El plan de acción se realizara cuando se identifiquen los factores influyentes en la alteración de las medidas de material particulado, se proyecta realizar planes de contingencia para la mitigación del impacto en la calidad del aire, esto guiado bajo los planes de acción que dictaminas las NTC Colombianas y las leyes medio ambientales vigentes.

Referencias

- CEPIS. (2005). Contaminación en el viejo continente. 5-6.
- CIEMAT. (22 de 04 de 2015). A. ciemat. Obtenido de ciemat web site: <http://www.ciemat.es/>

- DESARROLLO, M. D. (2007). PROTOCOLO PARA EL MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE. En M. D. TERRITORIAL, PROTOCOLO PARA EL MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE (págs. 4-6). Bogotá: Gobierno.
- Díaz, H. A. (2003). AUTOMATIZACIÓN AMBIENTAL. GALEOM, 1-2.
- Korc, M. E. (1999). MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE. En P. d. Aire, MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE (págs. 1-4). LIMA.
- Mauricio Gaitán, J. C. (2007). Analysis of Bogota's Air Quality. En U. d. Andes, Analysis of Bogota's Air Quality (págs. 4-6). Bogotá: Norma.
- Oviedo, U. d. (2004). Tutorial de Mat Lab. Modelado matemático de los sistemas ecológicos, 1-2.

Sobre los autores

- **Carlos Miguel Morelli Osorio:** Estudiante Ingeniería de minas X semestre, fundación universitaria del área andina. Investigador titular, camorelly@areandina.edu.co
- **Eduardo Elías Martínez Buelvas:** Estudiante Ingeniería de minas X semestre, fundación universitaria del área andina. Investigador titular, edmartinez5@estudiantes.areandina.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)