



Instituto de Investigaciones Atmosféricas
Universidad San Francisco de Quito

IIA USFQ

**Congreso Anual de
Meteorología y Calidad del Aire**

CAMCA 2019

Sexta Edición

Libro de Resúmenes

Comité Organizador

Abril 2019



Editores:

María del Carmen Cazorla

Milene Muñoz



Contenido

Conferencias especiales.....	4
Presentaciones orales.....	12
Pósters.....	18
Agradecimientos.....	37

Conferencias Especiales

Brent Holben

*Physical Scientist/ AERONET (Aerosol Robotic Network) Principal Investigator
NASA Goddard Space Flight Center*

Email: brent.n.holben@nasa.gov



Brent Holben has worked at NASA's GSFC for over 38 years performing research in both ground-based and satellite remote sensing of landcover and aerosols. Additionally he has developed innovative methods for in-orbit calibration of satellite visible and near-IR sensors. He is the project leader for the global AERONET sun-sky radiometer network that is providing spectral aerosol optical depth and microphysical and radiometric properties for NASA's satellite cal/val program as well as validation for a variety of US and foreign satellite systems and aerosol model programs. In the process of developing the network and characterizing the great variety of aerosol types and processes, Mr. Holben and his team have led or participated in numerous airborne, ground-based and satellite field campaigns and that emphasize research and validation. These measurement campaigns have led to numerous collaborations in Brazil, Southern Africa, West Africa, US, Canada, Europe, UAE, India, Korea, Japan and SE Asia. This process of research through field campaigns requires collaboration and federation with NASA and

non NASA partners encouraging the network to expand to more than 500 globally distributed measurement sites. Under Holben's 23 year guidance, AERONET has become a global-standard for aerosol research and validation of satellite, airborne RS and model datasets and in situ comparisons and model assimilation. Of particular importance, Holben through AERONET, initiated NASA's first fully open public domain research database that is accessible in near real time. Holben has received several awards most notably Goddard's highest award for contributions to environmental science, the William Nordberg Memorial award in 2005 and became an AGU Fellow in 2016.

Conferencia:

[AERONET—1 to 600 in 25 years](#)



1 to 600 in twenty-five years

Brent Holben*

NASA Goddard Space Flight Center (GSFC), Greenbelt, MD 20771, USA

*brent.n.holben@nasa.gov

The AERONET program origins arose in the 1980s and 1990s as a need by the Earth science community to use remotely sensed data from Landsat and AVHRR to remove the atmosphere to better understand the Earth's surface vegetation patterns and processes. More importantly it developed because of a confluence technology, wide ranging scientific expertise, and good fortune combined with a philosophy of open and free collaboration with the domestic and international communities. This seminar traces the early development and growth of the program to the present day activities highlighting significant research and operational milestones. I will discuss the recent research issues within the context of global and South American needs and take a stab at forecasting the near future for the program.

Keywords: AERONET

David M. Giles

*AERONET Project Scientist
NASA Goddard Space Flight Center*

Email: david.m.giles@nasa.gov

Dr. David Giles graduated from Pennsylvania State University (PSU) in 1997, with a B.S. in Meteorology. In 2001, Dr. Giles joined the Aerosol Robotic Network (AERONET) project at the NASA Goddard Space Flight Center in Greenbelt, MD. In 2003, he simultaneously continued his education at the University of Maryland-College Park (UMCP), earning an M.S. in 2006 and Ph.D. in 2012 in Atmospheric and Oceanic Science. He has continued to provide computer programming, database and web development, and scientific analysis support for the NASA AERONET project for more than 17 years. Dr. Giles has provided support in AERONET direct sun, lunar, and sky measurement algorithm development and quality assurance, authored and co-authored peer-reviewed manuscripts, and participated in field campaign missions.



Conferencia:

[Improvements to Aerosol Robotic Network \(AERONET\) Data Products for Near Real-time Applications](#)



Improvements to the Aerosol Robotic Network (AERONET) Data Products for Near Real-time Applications

David Giles^{1,2*}, Brent Holben², Ilya Slutsker^{1,2}, Tom Eck^{3,2}, Alexander Smirnov^{1,2}, Joel Schafer^{1,2}, Alexander Sinyuk^{1,2}, and Mikhail Sorokin^{1,2}

¹ Science Systems and Applications, Inc. (SSAI), Lanham, MD 20706, USA

² NASA Goddard Space Flight Center (GSFC), Greenbelt, MD 20771, USA

³ Universities Space Research Association (USRA), Columbia, MD 21046, USA

*david.m.giles@nasa.gov

Aerosols generally consist of urban pollution, biomass burning smoke, dust, volcanic, or sea salt particles and some of these particles in high concentration can lead to degradation of air quality and possibly health impacts. The Aerosol Robotic Network (AERONET) uses Sun/Sky/Lunar spectral radiometers to measure irradiance of the Sun or Moon to compute the aerosol optical depth (AOD); however, extensive cloudiness complicates these passive remote sensing measurements used to determine aerosol loading. The AERONET Version 3 data release now utilizes new and updated cloud screening and quality control techniques to provide the highest quality data in near real-time for use in satellite retrieval, aerosol transport model, and numerical weather prediction evaluation. For example, the solar AOD algorithm now uses solar aureole measurements and analysis to improve identification of optically thin cirrus and significantly reduce AOD contaminated by clouds. Further, highly variable urban pollution and biomass smoke plumes are better characterized and not removed as clouds as in previous product versions. Recent advancements in instrument data processing techniques allows for the computation of nighttime AOD during the waxing gibbous to waning gibbous lunar phases. The recently released provisional lunar AOD product implements similar quality assurance algorithms as the solar AOD; however, the lunar AOD have differences in calibration technique, cloud screening, and quality controls. Near real-time application of the Version 3 algorithm has improved data quality for day and night AOD measurements leading to a more complete depiction of the aerosol loading diel cycle and impact on air quality.

Keywords: AERONET, AOD, data processing techniques, data quality

María del Carmen Cazorla, Ph. D.

Directora del Instituto de Investigaciones Atmosféricas (IIA) de la USFQ

Email: mcazorla@usfq.edu.ec



Realizó un Postdoctorado en la NASA (Goddard Space Flight Center, USA) desarrollando un sensor de fluorescencia inducida para detectar formaldehído en la alta tropósfera y baja estratósfera (2010-2012). Obtuvo su PhD en Meteorología en Penn State University (2010). Ganó el premio Peter B. Wagner Memorial Award for Women in Atmospheric Sciences (2010) otorgado por el Desert Research Institute (DRI). Tiene un MSc en Control de la Contaminación Ambiental en Penn State University, como becaria Fulbright (2003-2005). En 2018 su propuesta ECHOZ fue financiada por la Secretaría del Ozono de las Naciones Unidas para contribuir con el monitoreo de la capa de ozono sobre los Andes ecuatoriales. Profesora e investigadora de la USFQ desde 2012, es fundadora y directora del Instituto de

Investigaciones Atmosféricas (IIA) y de la Estación de Mediciones Atmosféricas (EMA) de la USFQ. Sus intereses de investigación son la física atmosférica, la química de la contaminación y el desarrollo de instrumentos.

Conferencia:

Huella de la oscilación cuasi bienal (QBO) en la primera serie ECHOZ (Ecuadorian Highlands Ozonesondes) de la EMA USFQ



Huella de la oscilación cuasi bienal (QBO) en la primera serie de ECHOZ (Ecuadorian Highlands Ozonesondes) de la EMA USFQ

María del Carmen Cazorla*
Instituto de Investigaciones Atmosféricas IIA USFQ
*mcazorla@usfq.edu.ec

En la Estación de Mediciones Atmosféricas (EMA) de la USFQ se realiza el monitoreo in situ de la capa de ozono, a bordo de globos de gran altitud, sobre la zona de los Andes ecuatoriales, desde junio de 2014. La EMA, ubicada en coordenadas 0.19°S, 78.43°W y 2414 msnm, es la única estación de la región que ejecuta estas mediciones activamente. Hasta marzo de 2019, se han realizado un total de 37 sondeos atmosféricos profundos, que han permitido muestrear variables físicas, químicas y dinámicas desde la superficie hasta 31 km sobre el nivel del mar. A este esfuerzo científico del Ecuador se ha denominado ECHOZ. De la primera serie se han extraído datos inéditos de columna total, estratosférica y troposférica de ozono, a más de perfiles de presión, temperatura, humedad, viento zonal y viento meridional. En este trabajo se presentará el compendio de mediciones de la serie, que por su extensión actual, permite observar la huella de la oscilación cuasi bienal (QBO, por sus siglas en Inglés). La QBO es un movimiento estratosférico, que sucede sobre el trópico, y que consiste en la propagación de viento zonal de 10 a 100 hPa, intercaladamente, de este a oeste y viceversa, con un período aproximadamente de 22 a 28 meses, en promedio. Esta estructura dinámica de la circulación estratosférica tiene importancia global pues incide en los fenómenos meteorológicos y en la variabilidad del perfil de temperatura y de la columna total de ozono sobre el trópico. Se presentarán los datos de viento zonal estratosférico muestreados sobre la EMA y se demostrará la presencia de la oscilación cuasi bienal en los mismos. Adicionalmente, se presentarán los datos de la fluctuación de columna de ozono relacionada con la QBO. Se presentarán también algunas comparaciones de datos con productos satelitales.

Palabras clave: QBO, ECHOZ, EMA USFQ

René Parra, Ph.D.

Instituto de Simulación Computacional – Colegio de Ciencias e Ingenierías
Director del Grupo de Investigación sobre la Ceniza Volcánica en el Ecuador GICVE
Universidad San Francisco de Quito
Email: rparra@usfq.edu.ec



Doctor en Ingeniería Ambiental por la Universitat Politècnica de Catalunya. Premio Extraordinario de Doctorado, en el ámbito de Ingeniería Ambiental y Sostenibilidad 2003-2004. Docente e Investigador de la USFQ. Miembro del Grupo de Investigación sobre la Ceniza Volcánica en el Ecuador (GICVE). Líneas de investigación: contaminación del aire, inventarios de emisiones atmosféricas, dispersión de contaminantes y ceniza volcánica.

Conferencia:

Índice de Radiación Ultravioleta en Quito durante el mediodía solar: Registros versus niveles obtenidos a partir de imágenes satelitales



Índice de Radiación Ultravioleta en Quito durante el mediodía solar: Registros versus niveles obtenidos a partir de imágenes satelitales

René Parra*

Colegio de Ciencias e Ingeniería, Ingeniería Ambiental, Universidad San Francisco de Quito – Ecuador

*rparra@usfq.edu.ec

El Índice de Radiación Ultravioleta (IUV) en superficie depende de factores como la hora del día, la latitud, el periodo estacional, la altura sobre el nivel del mar, la Columna Total de Ozono (CTO3), la cobertura de nubes y la presencia de aerosoles. Los registros del periodo 2010 – 2017, de la red de monitoreo de calidad del aire de Quito (entidad que mide la IUV en superficie desde 2010), indican que marzo (19.1 %), enero (12.0 %), febrero (11.8 %), abril (8.5 %) y septiembre (7.2 %), fueron los meses con los mayores porcentajes de días con IUV extremos (≥ 16.0 , escala modificada para Sudamérica). Los registros del mediodía solar del periodo 2010 – 2015, son congruentes con los valores del IUV calculados el *Tropospheric Emission Monitoring Internet Service* (TEMIS) de Holanda, para condiciones de cielo despejado, a partir de un reanálisis de imágenes satelitales de la CTO3. La congruencia del periodo 2010 – 2015 sugiere que los valores del IUV que proporciona TEMIS, pueden indicar el comportamiento del IUV en condiciones reales. Los valores de TEMIS, mínimo y máximo del periodo 1979 – 2009 (31 años) fueron 11.4 y 20.6 respectivamente. Los valores de TEMIS, mínimo y máximo del periodo 2010 – 2017 (8 años) fueron 11.9 y 20.2 respectivamente. En el periodo 1979 – 2017 (39 años), los valores TEMIS en la zona de Quito no presentan una tendencia de crecimiento. Estos valores sugieren que los niveles del IUV a partir del 2010, año desde el cuál se dispone de registros en superficie en Quito, variaron en un rango parecido a los niveles del periodo 1979 – 2009, sin una tendencia de crecimiento.

Palabras clave: IUV, columna total de ozono, TEMIS, reanálisis, Unidades Dobson



PRESENTACIONES ORALES



Radical Availability and Ozone Production Rates in the Equatorial Valley of Cumbayá: Results from F0AM modeling.

José N. Saud*, M. Cazorla

Instituto de Investigaciones Atmosféricas de la Universidad San Francisco de Quito

*jose.saud@estud.usfq.edu.ec

A photochemical box model (F0AM, Framework for 0-D Atmospheric Modeling) was used to simulate the atmospheric oxidative chemistry in the urban valley of Cumbayá (east of Quito, Ecuador), in order to better understand the low concentrations of tropospheric ozone measured over the study site. A set of data corresponding to September 2014 with a 10-minute temporal resolution was used for the model implementation. This data set comprised meteorological and air quality data (NO , NO_2 , O_3) taken at the Atmospheric Measurements Station at University San Francisco de Quito (EMA USFQ). In addition, we used estimated concentrations of volatile organic compounds (VOCs) due to the lack of in-situ measurements of these species in the region. A total of 4 simulations were performed. The first simulation included undisturbed meteorological and air quality variables, whereas the second simulation doubled the water content in the atmosphere. The second simulation was done with the purpose of testing the main source of OH radicals in the atmosphere. The third and fourth simulations comprehended a 90% NO_x reduction and a 100% alkene increase, respectively. Modeled concentrations of radicals and air quality measurements were used to calculate the ozone production rates ($P(O_3)$). Results for the first two scenarios yielded similar levels of $P(O_3)$ at 5 ppbv h^{-1} , which peaking times at 11:30 am. Nonetheless, the two subsequent scenarios presented considerable variations in both $P(O_3)$ and peaking time. An increase in the $P(O_3)$ was observed by a factor of 1.5 in the 90% NO_x reduction scenario, whereas a factor of 2.5 increase was caused by doubling alkene concentrations. Moreover, a shift towards the mid-morning (8 to 9:30 am) was observed in the $P(O_3)$ peaking time in the two latter scenarios. Finally, modeled levels of radical concentrations and nitrogen species are consistent with the hypothesis that the low levels of tropospheric ozone measured in the study area are due to a NO_x -saturated urban atmosphere which dominates the ozone production chemistry.

Keywords: Tropospheric ozone, photochemistry, NO_x -saturated regime, radicals.



Evaluación del Material Particulado Sedimentable (MPs) en la Reserva Biológica de Limoncocha (RBL) 2018

Javier Valdiviezo Kastner¹, Katty Coral Carrillo^{1*}, Esteban Oviedo Costales²

¹Universidad Internacional SEK

²Universidad de Cantabria España, Grupo de Investigaciones QUIpre

*katty.coral@uisek.edu.ec

La presente investigación evaluó la concentración de metales pesados (Fe, Mn, Cd, Zn, Cu, Co, Ni, Cr, Pb y V) contenidos en el material particulado sedimentable en la Reserva Biológica Limoncocha (RBL), por medio de un análisis químico por espectrofotometría con horno de grafito y gravimetría. Se construyó e instaló el equipo de muestreo pasivo basado en normativa internacional del Gobierno de Cantabria, capaz de captar la precipitación y las partículas sedimentables mediante un embudo colector.

Se tomaron muestras mensuales a partir de noviembre de 2016 hasta junio de 2017, ocho muestras en total. Los datos que se obtuvieron permitieron la determinación de la dinámica de transporte de metales pesados en Material Particulado Sedimentable (MPs) dentro de la RBL constituyéndose en el primer aporte atmosférico a este tema de la zona.

Se obtuvieron valores de MPS comprendidos entre 24.7 y 1,9 mg/cm².mes, que superan en todas las ocasiones el límite establecido por la Legislación Ecuatoriana en el Acuerdo Ministerial 050 “Norma de calidad de Aire Ambiente o nivel de inmisión”, de 1.0 mg/cm².mes. Adicionalmente se estableció la estrecha correlación existente entre la concentración de los MPs y la pluviosidad del sector.

Dentro de la composición del Material Particulado Sedimentable existen partículas solubles e insolubles, por lo tanto el MPS al ser arrastrado por el viento en dirección a la Laguna Limoncocha, aporta a la composición de los sedimentos mediante las partículas insolubles antes mencionadas, y al agua de la Laguna a partir de las partículas solubles.

Se encontró al Cobre como el metal con mayor presencia dentro del análisis con valor promedio de 123,16 µg/kg. Por otro lado, el Níquel es el metal con menor concentración, con un valor promedio de 8,72 µg/kg.

Palabras Clave: Contaminación del Aire, Material Particulado, metales



Seasonal metal composition variation of PM₁₀ in Quito

Rasa Zalakeviciute^{1,2*}, Yves Rybarczyk^{2,3}, Maria Valeria Diaz Suarez⁴, Katiuska Alexandrino¹

¹Grupo de Biodiversidad Medio Ambiente y Salud (BIOMAS), Universidad de Las Américas

²Intelligent and Interactive Systems Lab (SI2 Lab) Universidad de Las Américas

³Department of Electrical Engineering, CTS/UNINOVA, Nova University of Lisbon

⁴Air Quality Monitoring Network, Secretariat of the Environment, Municipality of the Quito Metropolitan District

*rasa.zalakeviciute@udla.edu.ec

Atmospheric particulates under 10 microns (PM₁₀) have raised global health concerns for a few decades. The problem of this pollutant highly depends on their chemical composition; however, some regions are still poorly investigated. In this study, Quito PM₁₀ High Volume Sampler filter samples were characterized for metal composition, during rainy and dry seasons in 2017. About 30% of PM₁₀ concentration can be explained by the 30 analyzed elements: B, Ba, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, K, Mn, Ni, Pb, Sr, Ti, Zn, Ca, Fe, Al, Na, Li, Ag, Ga, Mg, V, Te, Se, S, P, Si, As, Be. While the traffic-busy Belisario district demonstrates increased PM₁₀ concentrations during the rainy season; less densely populated Tababela and Chillos show an increase during the dry season. In addition, an increase in traffic tracers during the wet period in the central area suggests worsened combustion conditions in Andean city. Principal Component Analysis was used to help identify contributing sources. All the sites exhibited strong confidence in natural dust and soil resuspension sources. While urban periphery presented tracers for industrial activities, central area showed a strong traffic-based signal. This might imply respiratory, cardiovascular, and other health impacts.

Keywords: PM₁₀, metal composition variation



Dynamic mechanisms of severe thunderstorms in the tropical central Andes of Peru, Mantaro valley

José Luis Flores Rojas^{*}, Aldo S. Moya Alvarez, Shailendra Kumar, Daniel Martinez Castro, Elver Villalobos Puma, Yamina Silva Vidal
Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú
^{*}jflores@igp.gob.pe

The aim of the present study is to analyze the possible triggering mechanisms of three thunderstorms (TS) associated with severe rainfall, hail and lightening in the tropical central Andes of Perú, specifically above the Huancayo observatory (12.05°S, 75.32°W, 3313 m asl) located in the Mantaro valley. For this purpose, we used a set of in-situ pluviometric observations, satellite remote sensing data, the Compact Meteorological Ka-Band Cloud Radar (MIRA-35c), the Boundary Layer Tropospheric Radar (BLTR) and downscaling model simulations with WRF (resolutions: 18 km, 6 km and 2 km) and ARPS (0.5 km) models in order to analyze the dynamic of the atmosphere at synoptic, meso and local scales processes that control the occurrence of the three TS events identified in the observatory during the spring-summer season (2015-2016). The results show that at synoptic scale, the TS are characterized by weakening and south-eastern displacement of the Bolivian high – North east low system (BH-LN) and by the intrusion of westerly winds along the west side of the central Andes at upper and medium levels of the atmosphere) and by the intrusion of westerly winds along the west side of the central Andes at upper and medium levels of the atmosphere. At meso-scale, apparently, two important moisture fluxes from opposite direction, one from the north-east and the other from the south-west directions, converge and trigger the deep convection into the Mantaro valley: the sea-breeze from the Pacific ocean along the west of the Andes that injects moisture coupled with upper and middle westerly winds and the thermally induced moisture flux coming from the South American low level jet (SALLJ) at the east side of the Andes. Both fluxes are filtered through the passes along the Andes and are coupled with wind circulations at upper and mid-levels of the atmosphere. At local scale, there exist a low-level conditional instability in previous hours and during the occurrence of the TS above the Huancayo observatory. In addition, the simulation results indicated the possibility of generation of inertial gravity waves (IGW) in the Amazon basin, associated with geostrophic adjustment, that could transport energy and moisture into the central Andes plateau and in consequence, intensify the thunderstorms on the Mantaro valley.

Keywords: Dynamic mechanism, Mantaro valley, thunderstorms, Peru



¿Qué dispararía la producción de ozono en el aire ambiente de Quito? Una respuesta mediante experimentos de perturbación en cámaras ambientales

Wendy Vernaza* y María del Carmen Cazorla

Colegio de Ciencias e Ingeniería, Ingeniería Ambiental, Universidad San Francisco de Quito – Ecuador

*wvernaza@estud.usfq.edu.ec

El ozono es un contaminante criterio a nivel de superficie cuyo monitoreo es de relevancia ambiental. El ozono en la tropósfera se genera mediante reacciones fotoquímicas que involucran los óxidos de nitrógeno (NO_x), que resultan de la suma de NO y NO_2 , y los compuestos orgánicos volátiles (COVs); en presencia de luz ultravioleta (UV). Para esto, en el siguiente estudio, realizado en la Estación de Mediciones Atmosféricas de la Universidad San Francisco de Quito (EMA USFQ), se realizó una variación del monitor de aire ambiente Measurement of Ozone Production Sensor (MOPS), que es capaz de medir directamente la tasa de producción de ozono en la atmósfera. Este sensor consta de dos cámaras ambientales (la cámara de muestreo y la cámara de referencia) hechas de film de teflón que permiten el paso de la radiación UV. Además, el sistema tiene un convertidor de NO_2 a O_3 , y tiene incorporadas celdas electroquímicas para detectar el ozono del aire ambiente. Para identificar si es posible desplazar la química de producción de ozono, se realizaron perturbaciones al sistema mediante el aumento de compuestos orgánicos volátiles (COVs), como acetona, etanol, gasolina y una mezcla de gasolina con etanol. Se realizaron un total de 7 perturbaciones durante un periodo de medición de 30 días (del 21 de agosto al 21 de septiembre del 2018); dos perturbaciones fueron de acetona, una perturbación se realizó con etanol, con gasolina se hicieron dos perturbaciones, y, por último, se llevaron a cabo dos perturbaciones con la mezcla de gasolina y etanol. Luego de procesar los datos recopilados en la herramienta de software matemático Matlab, se obtuvo que la concentración de ozono se dispara cuando se aplica gasolina como perturbación, donde se llegaron a unas concentraciones de hasta 100 ppbv en el primer día, y de 82 ppbv en la segunda aplicación. Cuando la perturbación se realizó con acetona, las concentraciones de ozono llegaron a ser de 56 ppbv en uno de los días y de 532 ppbv en el otro día (debido a condiciones específicas del sistema). De igual forma, cuando se aplicó etanol se llegaron a concentraciones máximas de 55 ppbv y, por último, cuando la perturbación constaba en una mezcla de gasolina con etanol, las concentraciones de ozono disminuyeron, llegando a 17 ppbv el primer día y a 10 ppbv el segundo día.

Palabras clave: ozono, perturbaciones, MOPS, celdas electroquímicas, EMA USFQ.



PÓSTERS



Evaluación del potencial de la vegetación para retención de polvo sedimentable en la zona urbana de la ciudad de Loja

Vinicio Alvarado-Jaramillo*, Mishell Luzuriaga
Universidad Nacional de Loja
*vinicio.alvarado@unl.edu.ec

La vegetación urbana aporta con una serie de servicios ecosistémicos, y en la actualidad cobra un protagonismo importante en la mejora del entorno atmosférico urbano. Este trabajo trata sobre las capacidades de retención de polvo de tres especies de árboles (*Salix humboldtiana Willd*, *Fraxinus chinensis Roxb* e *Hibiscus rosa-sinensis L.*) ubicados en uno de los principales transectos de circulación vehicular en la ciudad de Loja. Las capacidades de retención de polvo de las tres especies de árboles se estudiaron durante los meses de marzo a junio del 2018 a través de los métodos de colectores pasivos y biomonitorio. Se establecieron 3 transectos (Norte-Centro-Sur) divididos en 18 cuadras, colocándose 18 colectores pasivos y evaluándose un total de 173 árboles. En cada punto de muestreo se tomaron de 30 a 40 g de material foliar; registrándose de cada árbol las características morfológicas de densidad de follaje, altura, forma y diámetro de copa, pilosidad (tricomos), área foliar. El material colectado fue procesamiento en el laboratorio, donde se extrajo el polvo sedimentable por lavado con agua destilada, y el análisis de la concentración de polvo se hizo por la técnica de gravimetría. Los resultados mostraron que la vegetación urbana puede eliminar el polvo sedimentable de la atmósfera (buscar un porcentaje), lo cual influye positivamente en la calidad del aire. La especie con mayor capacidad de retención, con un área foliar promedio de 25,5 cm², fue *Hibiscus rosa-sinensis* reteniendo 3.114,82 mg/cm² en un periodo de 30 días. Mientras, que *Salix humboldtiana Willd* con un área foliar promedio de 5,33 cm² retuvo 293,31 mg/cm² en 30 días. Estos resultados aportan criterios que permitan una planificación urbana sustentable que minimice el impacto del polvo sedimentable en el aire de la ciudad de Loja.

Palabras clave: contaminación del aire, polvo sedimentable, colectores pasivos, biomonitorio, servicios ecosistémicos.



Monitoreo continuo de ruido y variables meteorológicas en el área urbana de Cuenca con el uso de nodos sensores remotos

Darío Espinoza*, Santiago Carranco, Francisco Salgado, Julia Martínez, Chester Sellers
Universidad del Azuay
*espinoza@uazuay.edu.ec.

La contaminación acústica, fenómeno referente al sonido molesto, producido por actividades humanas, presenta efectos negativos en la salud de las personas y en su calidad de vida; lo cual ha motivado el constante monitoreo del ruido para efectos de su regulación y control. La Universidad del Azuay y la Comisión de Gestión Ambiental (CGA), establecieron 31 puntos estratégicos de la ciudad de Cuenca para monitoreo periódico de ruido, usando sonómetros previamente calibrados y certificados.

Con el propósito de complementar la información levantada, se ha implementado un red de monitoreo continuo de ruido, usando nodos sensores remotos basados en el concepto de Internet de las Cosas (IoT). El proceso realiza de manera automática y no requiere la presencia de un operador en el sitio de monitoreo.

Por otro lado, la organización mundial de meteorología (WMO) remarca la importancia de las observaciones y creación de sistemas que faciliten la generación de información meteorológica. Cada nodo cuenta a más del sensor de ruido, con uno, de variables meteorológicas: temperatura, humedad, y presión atmosférica; por lo que se cuenta de manera paralela con una red de monitoreo meteorológico continuo.

Los beneficios que proporcionan estos equipos son la generación continua de información y bajo costo de implementación y mantenimiento, con relación a las estaciones de monitoreo tradicionales, la desventaja es que las mediciones son consideradas referenciales porque se desconoce el nivel de precisión. Sin embargo, previo a la instalación de los equipos, se realizó una comparación de los registros de los nodos sensores con los equipos validados y certificados. Los valores obtenidos presentan un error porcentual absoluto medio (MAPE) que varía entre el 0.6% al 2.5%, y valores de error cuadrático (R^2) de hasta 0.99. Para variables meteorológicas la comparación se realizó con la estación meteorológica automática (AWS) perteneciente a la Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte (EMOV EP), y se obtuvo una precisión del 95.95%, 91.06%, y 99.98% para cada una de las variables meteorológicas monitoreadas.

El proyecto contempló la creación de plataformas WEB en donde se pueden visualizar los datos generados por los nodos sensores.

Palabras clave: sensores remotos, nodos, monitoreo continuo, ruido, meteorología



Evaluación de la concentración del gas Radón (^{222}Rn) en las unidades educativas del Distrito de Educación 06D01 Chambo-Riobamba

Caty Santillán*, T. Tene

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo/ Physics and Mathematic School

*cat-mitsy@hotmail.es

El radón es el único elemento gaseoso que es radiactivo en todos sus isotopos, desde el punto de vista de protección radiológica, el más estudiado es el isótopo ^{222}Rn debido a su vida media (3.8 días). El presente trabajo determina la concentración de ^{222}Rn en las Unidades Educativas (UE) de Nivel Superior del Distrito de Educación Chambo-Riobamba, tomando como parámetro de selección el tipo y la edad de la construcción, además de la ventilación de la edificación. Para las medidas de concentración de actividad de radón, se utilizó una cámara de difusión pasiva ALPHA-E, que usa como detector un diodo interno de silicio.

El Distrito de Educación Chambo-Riobamba comprende los cantones de Riobamba y Chambo de la provincia de Chimborazo está formado por 200 UE. Para este estudio se tomaron como muestras 23 UE, con infraestructuras que van desde el año 1815 hasta el 2005. Los lugares escogidos para el monitoreo de radón estuvieron ubicados en la planta baja de las U.E. El tiempo de monitoreo fue de 8 días para las U.E construidas en el periodo (1815-1970) y de 4 días para el periodo (1975-2005), todos en intervalos de medición de 1 hora.

La concentración de radón mínima encontrada fue 10.7 Bq/m^3 y la máxima de 355.5 Bq/m^3 Existe sólo una UE que presenta un valor que supera los niveles de referencia impuestas por los organismos de control internacional. Adicionalmente se evaluó la dosis efectiva recibida por los ocupantes de la instituciones debido a la inhalación de ^{222}Rn , en base a las concentraciones promedio de radón respectivas.

Palabras clave: Radón (^{222}Rn), dosis efectiva, radón en unidades educativas.



Estimación de la mortalidad evitable asociada a la implementación de infraestructura verde urbana en Quito

Sebastian Rodriguez¹, Alexandra Mena¹, Daniel Garzón², Alexander Valenzuela¹,
David Chuquer-Sola^{3*}

¹Facultad de Ciencias Humanas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador

²Escuela de Medicina, Universidad San Francisco de Quito

³Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Pontificia Universidad Católica del Ecuador
*dchuquer295@puce.edu.ec

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que más del 90% de la población mundial respira aire con niveles de contaminantes superiores a lo establecido en sus recomendaciones. En el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), los parámetros que frecuentemente sobrepasan mencionadas guías son las partículas menores a 2,5 μm ($\text{PM}_{2.5}$) y partículas menores a 10 μm (PM_{10}), y eventualmente existe incumplimiento de ozono (O_3) y dióxido de azufre (SO_2). El problema es aún más crítico, en zonas expuestas directamente a las emisiones vehiculares donde se registran concentraciones superiores a las reportadas por la entidad estatal de control de la calidad del aire. En el DMQ se estima que el 25% de la población vive en cercanía a vías de alto tráfico. La contaminación del aire se encuentra relacionada con enfermedades pulmonares obstructivas, cáncer pulmonar y aumenta el riesgo para enfermedades isquémicas cardíacas y cerebro vasculares. Tomando en cuenta esta problemática, se realizó un monitoreo de aire a filo de calle y aire en interiores en diez sitios de alto tráfico pertenecientes a ocho parroquias del DMQ con los monitores continuos de gases AQM60 Environmental Monitor V5.0 y de partículas AEROCET 831. Posterior a estas mediciones se realizaron estimaciones de la mortalidad evitable mediante la aplicación de un modelo matemático lineal. Para dicha estimación se plantearon dos escenarios: El primero que detalla las determinaciones a filo de calle realizados en el estudio y el segundo que es la disminución de contaminantes por la implementación de infraestructura verde (según la literatura, alrededor del 30% para PM_{10} y O_3 y del 1% para $\text{PM}_{2.5}$). En base a esta metodología se estimó que una adecuada política de mejoramiento del espacio público mediante la aplicación de infraestructura verde, podría reducir 195 muertes al año de una población de casi doscientas mil personas con un impacto económico de 18,6 millones de dólares anuales.

Palabras clave: Mortalidad, infraestructura verde urbana, Quito



Eventos de ozono alto en Quito y sus precursores

Jose Roberto Daza*, Eliana Cadena, M. Cazorla
Instituto de Investigaciones Atmosféricas IIA USFQ
* jdaza@estud.usfq.edu.ec

El ozono es un compuesto importante de la atmósfera, pues asegura la vida en la Tierra, actuando como un escudo de la radiación solar en la estratósfera. Sin embargo, en la tropósfera es considerado un compuesto nocivo que está sujeto a regulaciones ambientales y guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Su presencia al nivel de la superficie se explica en función de la concentración de contaminantes precursores, la radiación solar incidente y la temperatura. Sin embargo, este enfoque requiere de una mayor profundidad de análisis respecto de la complejidad química de su formación. Este estudio tiene como objetivo analizar los eventos de ozono alto registrados en Quito en los últimos años, en función de las concentraciones de NO existentes y asociando el aumento de compuestos orgánicos volátiles VOCs (por sus siglas en inglés), a eventos de incendios en las cercanías de la ciudad. Para el efecto, se utilizaron los datos correspondientes a las medidas de ozono, NO, NO₂ y variables meteorológicas, medidas en la Estación de Mediciones Atmosféricas (EMA) de la USFQ para el periodo 2015-2018. Los niveles de ozono son monitoreados cada segundo utilizando el instrumento Thermo Scientific, modelo 49i. Los datos se procesaron para tener una resolución de 10 minutos y se identificaron los siguientes 3 eventos de ozono alto (>80 ppbv): 14 Septiembre de 2015, 20 Septiembre de 2017 y 1 Octubre de 2018. Se realizaron gráficos de correlación de ozono en espacio logarítmico de NO. Se determinó que las concentraciones episódicas altas de ozono se registran en momentos del día cuando el NO es bajo. Sin embargo, estos niveles de NO deben ir necesariamente acompañados de un cambio en los niveles de radicales libres y, por lo tanto, de VOCs. Esto, porque los valores típicos de ozono de Cumbayá, con sus niveles típicos de NO y radiación solar, son usualmente menores que 55 ppbv. Por lo tanto, para que se produzcan episodios de ozono alto se necesita desplazar la química de tal suerte que existan más radicales HO_x (OH y HO₂) disponibles para reaccionar con las emisiones urbanas frescas de NO a fin de formar NO₂ que se fotoliza y produce O₃ contaminante. Los eventos analizados ejemplifican que el aumento del ozono a nivel de la superficie no es cuestión solamente de la temperatura o radiación solar incidente. Finalmente, se encontró una fuerte asociación del ozono alto con eventos de incendios suscitados durante esos días. Así, al momento se maneja la hipótesis de que existió advección de masas de aire ricas en VOCs provenientes de las zonas de los incendios, que darían lugar a un incremento de la abundancia de radicales HO₂ y RO₂ disponible para reaccionar con el NO ambiente, lo que da lugar a la producción de ozono.

Palabras clave: ozono, Quito, incendios, NO_x, VOCs



Tratamiento de la discontinuidad del Norte en series meteorológicas: Física y Aplicación en MATLAB

Diana Lanchimba*, Marcelo Moran, M. Cazorla
Instituto de Investigaciones Atmosféricas IIA USFQ
*dmlanchimba@estud.usfq.edu.ec

El viento es un vector, cuyas componentes tridimensionales en la meteorología se conocen como: viento zonal, para el eje este-oeste; viento meridional, para el eje norte-sur y componente de turbulencia, en la vertical. Asimismo, la dirección del vector viento, o ángulo azimutal, indica de dónde viene el viento. En las estaciones meteorológicas, es habitual reportar el viento en dos dimensiones, pues la componente de turbulencia es muy pequeña en relación a las componentes zonal y meridional. La Estación de Mediciones Atmosféricas (EMA) de la USFQ utiliza un anemómetro ultrasónico, cuyo principio físico es el efecto Doppler. Al momento, este anemómetro se encuentra configurado para generar datos crudos con una resolución de un segundo. A fin de reducir la resolución temporal de las observaciones originales y reportar observaciones de resolución de 10 minutos y 1 hora, se utiliza una rutina de MATLAB que considera instancias lógicas para tratar la llamada discontinuidad del Norte. Así, cuando se reduce la resolución de la señal de datos de viento, no es posible promediar (o usar otros filtros estadísticos) para las medidas del ángulo de dirección, como es usual para el resto de variables meteorológicas. Esto, porque el viento del Norte puede tomar valores tanto de 0 como de 360 grados, lo cual genera una distorsión obvia llamada la discontinuidad del Norte.

En este trabajo, se ejemplifica el tratamiento de datos de viento en la EMA USFQ utilizando datos crudos (1 segundo) para el mes de Julio del 2017 y se muestra el uso del programa MATLAB para su procesamiento. Así, se muestra la obtención de dirección y velocidad del viento de dos dimensiones con una resolución de 10 minutos y 1 hora. Estas resoluciones se generan de dos formas: en la primera, se promedian las direcciones del viento directamente, con lo cual se genera la discontinuidad del viento Norte. En la segunda, se corrige esta discontinuidad y para ello se obtiene la resolución reducida de las componentes independientes, luego se codifican por instancias para cada cuadrante meteorológico, y de esta manera se obtiene la dirección del viento en la resolución deseada, que revela correctamente la física de la variable. Se grafican rosas de viento con resoluciones de 10 minutos y 1 hora para observar de mejor manera la discontinuidad del viento proveniente del Norte y su corrección.

Palabras clave: velocidad y dirección del viento, EMA, USFQ, MATLAB.



Dirección de dispersión de nubes de ceniza provenientes del volcán Tungurahua, identificadas por el VAAC de Washington durante el periodo 2013 – 2016

Joselyne Paz*, Diana Medina, René Parra
Colegio de Ciencias e Ingeniería, Ingeniería Ambiental, USFQ – Ecuador
*jpazc@estud.usfq.edu.ec

El estudio de la dispersión de ceniza volcánica es prioritario en el Ecuador. El Volcán Tungurahua, uno de los más activos, se localiza en el centro del país. Sus emisiones de ceniza han generado impactos negativos como la contaminación del aire, contaminación del suelo y alteración de tráfico aéreo. Para la zona del Ecuador, el *Volcanic Ash Advisory Center* (VAAC) de Washington vigila la presencia de nubes de ceniza volcánica, por medio de imágenes satelitales. En el periodo 2013 – 2016, este VAAC detectó alrededor de 300 nubes de ceniza, generadas por emisiones del volcán Tungurahua. Del reporte de cada nube de ceniza de este periodo, obtuvimos las coordenadas que definen su geometría, y generamos polígonos mediante un sistema de información geográfico. De cada polígono, obtuvimos las coordenadas de su centroide. Usamos estas coordenadas y la posición del cráter para obtener la dirección de movimiento de cada nube. En complemento con la velocidad de movimiento de la nube reportada por el VAAC, generamos rosas de viento para tres rangos de altura sobre el nivel del mar (Flight Level, FL), y por trimestre. Los resultados indican que el 55% de las nubes alcanzaron alturas entre FL150 – FL250 (4.6 km – 7.6 km). Estas nubes se dispersaron, en todos los trimestres, principalmente hacia el oeste. El 40% de las nubes alcanzaron alturas entre FL250 – FL350 (7.6 km – 10.7 km). Este grupo de nubes, en los trimestres agosto-septiembre-octubre (ASO) y noviembre-diciembre-enero (NDE), se desplazaron principalmente hacia el oeste. Durante febrero-marzo-abril (FMA), se dispersaron principalmente al oeste-noroeste, suroeste, sur, suroccidente y oeste. Durante mayo-junio-julio (MJJ), el desplazamiento fue hacia el noroeste y oeste-suroeste. Solamente un 4% de las nubes alcanzaron alturas entre FL350 – FL450 (10.7 – km – 13.7 km), y fueron detectadas en los trimestres FMA y MJJ. Para este grupo de nubes, no se identificó una dirección predominante de dispersión. En el periodo 2013 – 2016, las nubes con alturas hasta FL250 (7.6 km) se desplazaron predominantemente hacia el oeste.

Palabras clave: Flight Level, contaminación del aire, tráfico aéreo, contaminación del suelo



Columna total de ozono en las ciudades de Quito, Guayaquil y Cuenca: Periodo 1979 – 2017

Amanda López*, Ana Paredes, René Parra
Colegio de Ciencias e Ingeniería, Ingeniería Ambiental, USFQ – Ecuador
*alopez1@estud.usfq.edu.ec

La columna total de ozono (CTO3) condiciona los niveles de radiación ultravioleta en superficie, así como las reacciones fotoquímicas que generan ozono troposférico. La CTO3 presenta variaciones diarias y estacionales, cuyo comportamiento es necesario entender para analizar sus efectos en la troposfera. Con este propósito, inicialmente analizamos información de la CTO3 en tres ciudades ecuatorianas; dos ubicadas en la sierra y una en la costa. Procesamos la información mensual del periodo 1979 - 2017 (39 años) de la CTO3, que proporciona el Tropospheric Emission Monitoring Internet Service (TEMIS) de Holanda, a partir de un reanálisis de imágenes satélites. Seleccionamos la información que corresponde a las celdas en donde se ubican Quito (lon: -78.5°, lat: -0.2°, 2850 msnm), Guayaquil (lon: -79.9°, lat: -2.1°, 6 msnm) y Cuenca (lon: -79.0°, lat: -2.9°, 2550 msnm). Luego obtuvimos los valores medios mensuales, a fin de generar el comportamiento de la CTO3 en el ciclo anual. Para las tres ciudades, el menor valor del periodo 1979 – 2017 corresponde a febrero de 2010 (226 Unidades Dobson (UD), Quito; 230 UD, Guayaquil; 230 UD, Cuenca). El mayor valor corresponde a septiembre de 2015 (283 UD, Quito; 287 UD, Guayaquil; 283 UD, Cuenca). Para las tres ciudades, el menor valor medio mensual de los 39 años (± 2 *desviación estándar) corresponde a enero (242 ± 14 UD, Quito; 247 ± 14 UD, Guayaquil; 245 ± 14 UD, Cuenca); y el mayor a septiembre (264 ± 16 UD, Quito; 268 ± 16 UD, Guayaquil; 265 ± 16 UD, Cuenca).

Palabras clave: TEMIS, reanálisis, Unidades Dobson, radiación ultravioleta



Análisis de la relación entre los contaminantes atmosféricos PM_{2.5} y O₃ con las variables meteorológicas en la ciudad de Cuenca

Pamela Guamán Pintado^{2*}, Ana Astudillo Alemán^{1,2}, Diana Moscoso Vanegas^{1,2}, Nancy García Alvear¹, Danilo Mejía Coronel^{1,2}, Pamela Vásquez¹, Mónica Narváez Vera¹

¹Centro de Estudios Ambientales (CEA), Universidad de Cuenca

²Escuela de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Cuenca

*pamela.guamanp@ucuenca.edu.ec

Se determinaron las concentraciones de material particulado menor a 2,5 micras (PM_{2.5}) en tres sitios del área urbana de la ciudad de Cuenca, utilizando un muestreador de bajo volumen (Partisol 2000i), regulado como método equivalente de la CFR (40 CFR Part 58). El cual operó por un periodo de 24 horas con flujo aproximado de 16,3 L/min. Se utilizaron filtros de fibra de teflón de 47 mm, 2µm y las muestras fueron recolectadas durante un período de seis meses, dos meses por cada sitio de monitoreo. Las concentraciones de Ozono (O₃) fueron proporcionadas por la estación de medición automática y pasiva de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Cuenca de la Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte (EMOV EP) correspondientes al periodo de medición del año 2017. El grado de relación presente entre las concentraciones de PM_{2.5} y O₃ se determinaron mediante los análisis de correlación y regresión lineal, así como pruebas de hipótesis. Adicionalmente se estableció la relación de las condiciones meteorológicas (precipitación, humedad relativa, temperatura ambiente y radiación), provenientes de las estaciones meteorológicas de la Universidad Politécnica Salesiana (UPS) sede Cuenca con los contaminantes, de acuerdo con los días de medición del estudio. Los resultados indican una relación positiva moderada entre O₃ y la temperatura ambiente representando un r (coeficiente de correlación de Pearson) de 0,3 y una relación moderada negativa con la humedad relativa obteniendo un r= -0,5. En cuanto al PM_{2,5} se determinó una relación negativa moderada con la humedad relativa (r=-0,5) y con la precipitación (r=-0,24), así como una relación positiva con la radiación (r=0,4). De acuerdo al análisis de regresión, denotando el principio de Pareto 80/20, el 20% de los datos más representativos, se observó que por cada 1°C, el O₃ aumenta 10,08 µg/m³ y cuando la humedad relativa aumenta en 1%, el PM_{2,5} disminuye en 1,5 µg/m³. Y por el contrario no se encontró mayor relación entre el PM_{2,5} con el O₃.

Palabras Clave: PM_{2,5}, O₃, Variables meteorológicas, Correlación, Análisis estadístico.



Evaluación de los efectos que genera el ozono troposférico a concentraciones reales altas en plantas nativas del Ecuador dentro de la parroquia de Alangasí

María Esther Almendariz Maza^{*}, Rasa Zalavekiciute, Yasser Alejandro González Romero
UDLA

*malmendariz@udlanet.ec

El ozono troposférico (O_3) es un contaminante secundario, cuyos altos niveles se pueden observar sobre todo en las afueras de la ciudad de Quito. Es decir, que las zonas más afectadas son Carapungo, Guamaní, Tumbaco y el Valle de los Chillos llegando a tener picos de hasta $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$, especialmente durante los meses de agosto a septiembre. Entre los seres vivos más sensibles a este contaminante se encuentran las plantas. Por lo cual este trabajo se enfocó en el estudio de los cambios morfológicos y microscópicos de tres especies nativas de Quito que son: Mora de Castilla (*Rubus glaucus*), Chilca (*Baccharis latifolia*), Salvia Ornamental (*Salvia splendens*) y Salvia de Quito (*Salvia quitensis*) expuestas a diversas concentraciones de ozono troposférico. Experimentación que fue realizada al aire ambiente. Los resultados demuestran que a mayor concentración de ozono, mayor es el efecto en su altura, número de hojas, tamaño de hojas, número de manchas, clorofila y a nivel microscópico, demostrando que la especie más afectada es la Salvia Ornamental. Mientras que de acuerdo a los estudios de ácido ascórbico se determina que la especie más tolerante fue la Chilca, ya que al final de la experimentación se observaron efectos físicos mínimos en las plantas de esta especie. De acuerdo con lo encontrado se recomienda realizar un estudio a profundidad sobre el ácido ascórbico con el objetivo de determinar en qué nivel de tolerancia se encuentran las plantas que fueron estudiadas y de esta manera determinar cuál de ellas es ideal para usarlas en proyectos de revegetación en zonas más contaminadas.

Palabras Clave: Ozono troposférico, Mora de Castilla, Chilca, Salvia de Quito, Salvia Ornamental, ácido ascórbico, clorofila.



Typical meteorological year based on the precipitation of Nanegalito and Pacto-Ecuador

Francisco Rodríguez*, Andrea Castro, Freddy Marín, Gloria Roldán, Fausto Viteri
UTE

*rtfx100391@ute.edu.ec

The typical meteorological year (TMY) based on daily rainfall data was calculated in the parish of Nanegalito; 12 years were considered, from 2004 to 2015, including both years. For the establishment of the TMY, the Finkelstein-Schafer (FS) statistical equation was chosen, together with the calculation of the cumulative distribution function for each month of each year considered. The weighted sum, calculated from the FS values, was used to finally choose the months that best represent the climatic characteristics of the period analyzed by applying the root mean square deviation (RMSD). Once these values were obtained, the TMY of Nanegalito was estimated based on the precipitation. The determination of Nanegalito TMY may be useful for the management of several processes, in this and other surrounding parishes, as an example, Pacto, such as irrigation planning in crops, analysis in drought risk scenarios, and if other variables are analyzed in the future, they could serve as tools for the study of possible renewable energies.

Keywords: Typical meteorological year; Finkelstein-Schafer statistical equation; cumulative distribution function; precipitation; Nanegalito.



Detection of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) at urban areas of Quito-Ecuador using passive vegetation samplers

Katiuska Alexandrino^{1*}, Fausto Viteri²

¹Grupo de Biodiversidad Medio Ambiente y Salud (BIOMAS), Universidad de Las Américas

²Grupo de Protección Ambiental (GPA), UTE

*katiuska.alexandrino@udla.edu.ec

Globally, 7 million deaths were attributable to the joint effects of household and ambient air pollution in 2012 [1]. In urban environments, the concentrations of atmospheric pollutants are mainly due to vehicular traffic and the poor dispersion of pollutants [2,3]. Traffic occupies space close to hospitals, residences, schools, workplaces, walkways and places of recreation, which means that people are in a constant exposure to air pollution from mobile sources, and consequently are affected by the adverse health effects. One of these pollutants is the particulate matter (PM), which is a complex mixture of solid particles and liquid droplets, and includes the presence of soot and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). These compounds play an important role in the soot formation through the *hydrogen abstraction-C₂H₂ addition (HACA) mechanism* [4].

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are some of the most studied organic compounds in urban environments, due to their known adverse effects on human health and due to their ubiquitous presence in the environment (PAHs can exist in the atmosphere in both the vapor and particulate phase). Specifically, 16 of the PAHs are in the list of priority control pollutants, due to their mutagenic and carcinogenic properties. Moreover, previous studies carried out at laboratory scale have shown that PAHs, mainly the most carcinogenic one, are predominant in the particulate-phase (soot particles) rather than in the gas-phase.

Biomonitoring methods using passive vegetation samplers are a practicable low-cost alternative to detect the presence of PAHs in the air of a city [5]. In this way, this work aims to develop a comprehensive and expedite methodology for the detection and subsequent study of PAHs in the air of the high elevation capital city of Ecuador, Quito, using conifers as bioindicators. This is an on-going work that will contribute with environmental information in this mid-size city.

Keywords: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, biomonitoring, particulate matter, Ecuador.



Dirección de dispersión de nubes de ceniza provenientes del volcán El Reventador, identificadas por el VAAC de Washington durante el periodo enero - diciembre 2018

Cristhian Ortiz*, Marlon Romo, René Parra
Colegio de Ciencias e Ingeniería, Ingeniería Ambiental, USFQ – Ecuador
*cdortiz@estud.usfq.edu.ec

El estudio de la dispersión de ceniza volcánica es prioritario en el Ecuador. El Volcán El Reventador (3560 msnm), uno de los más activos, se localiza a 90 km, al este de Quito entre las provincias de Napo y Sucumbíos. Sus emisiones de ceniza han generado impactos negativos como la contaminación del aire, contaminación del suelo y alteración de tráfico aéreo. La geometría de las nubes de ceniza permite identificar la dirección de dispersión. Para la zona del Ecuador, el Volcanic Ash Advisory Center (VAAC) de Washington vigila la presencia de nubes de ceniza volcánica. En el periodo de enero – diciembre de 2018, el VAAC detectó alrededor de 559 nubes de ceniza por emisiones de El Reventador. Del reporte de cada nube, del periodo enero – diciembre 2018, obtuvimos las coordenadas que definen su geometría, y generamos polígonos mediante un sistema de información geográfico (QGIS). De cada polígono, obtuvimos las coordenadas de su centroide. Usamos estas coordenadas y la posición del cráter para obtener la dirección de movimiento de cada nube. En complemento con la velocidad de movimiento de la nube reportada por el VAAC, generamos rosas de viento para dos rangos de altura sobre el nivel del mar (Flight Level, FL), y por trimestre. El 90% de las nubes alcanzaron alturas entre FL140 – FL260 (4.6 km – 7.6 km). Estas nubes, en todos trimestres, se dispersaron principalmente hacia el noroeste y oeste. El 10% de las nubes alcanzaron alturas entre FL200 – FL260 (7.6 km – 10.7 km) sobre el nivel del mar. Estas nubes, en los trimestres no muestran una tendencia marcada en la dirección ya que se puede observar que en distintos semestres muestran diferentes direcciones. El 27 de mayo de 2018, el Instituto Geofísico reporto la caída de ceniza en los sectores de Puembo, Papallacta, San Antonio de Pichincha, Tabacundo, Cayambe y Puéllaro. La nube asociada fue registrada por el VAAC (FL220, 6.7 km) con dirección oeste. Este evento indica que con alturas de emisión sobre el cráter del orden de 3 km o más, y en función de la dirección del viento, podría haber sedimento de ceniza en el Distrito Metropolitano de Quito.

Palabras clave: Flight Level, contaminación del aire, tráfico aéreo, contaminación del suelo



Análisis de dispersión de ceniza del volcán Sangay durante el periodo 2015 – 2018

Mélany Flores*, Diana Lanchimba, René Parra
Colegio de Ciencias e Ingeniería, Ingeniería Ambiental, USFQ – Ecuador
*mfloresp@estud.usfq.edu.ec

El Volcán Sangay es uno de los más activos del Ecuador. Se encuentra en la Cordillera Real en la provincia de Morona Santiago. Ante la caída de ceniza volcánica, los problemas más evidentes son respiratorios, oculares y dermatológicos. Estos efectos pueden agravarse dependiendo de la concentración y tiempo de exposición. Se ha observado además contaminación del agua y suelo; así como pérdidas en la agricultura y ganadería. Mediante el software QGIS generamos la geometría de las nubes de ceniza volcánica (polígonos) detectadas por el VAAC de Washington, en el periodo 2015 – 2018 (242 nubes), a partir de las coordenadas reportadas por este VACC. Obtuvimos el centroide de cada nube, y con las coordenadas del cráter, obtuvimos la dirección. Con la velocidad del viento reportado por el propio VAAC, generamos rosas de viento, por trimestres y dos rangos de nivel de vuelo sobre el nivel del mar (Flight Level, FL) (140-200 y 210-270). En el periodo anual, el 60% de las nubes alcanzaron niveles de vuelo 140 - 200 (4.3 km – 6.1 km), y el 40% entre 210 - 270 (6.1 km – 8.2 km). Para el primer rango predomina el viento hacia el oeste. Para el segundo rango predominan las nubes que se desplazan hacia el noroeste, y luego las que se desplazan al oeste.

Palabras clave: Flight Level, contaminación del aire, contaminación del suelo, agricultura



31 km de altitud no impiden la recuperación de sondas de ozono

Sofía Andrade*, M. Cazorla
Instituto de Investigaciones Atmosféricas IIA USFQ
*sandrادت@estud.usfq.edu.ec

La Estación de Mediciones Atmosféricas (EMA USFQ) (0.19° S, 78.43° W, 2414 msnm), desde 2014 monitorea en tiempo real condiciones meteorológicas y de calidad de aire del valle Oriental de Quito. Este monitoreo incluye sondeos atmosféricos para obtener perfiles verticales de ozono troposférico y estratosférico, así como variables termodinámicas PTU (presión, temperatura, humedad), dirección y velocidad del viento. Los sondeos se realizan mediante el lanzamiento de un globo meteorológico que alcanza una altitud promedio de 31 km, llevando a bordo una ozono sonda y radio sonda. Estos equipos transmiten las mediciones en tiempo real a la estación terrena, que está dotada de un radioreceptor y una antena de gran alcance que reciben las señales de radio en la banda de 403 MHz. Los datos se adquieren y procesan mediante el software SkySonde de la NOAA.

Considerando la complejidad de los instrumentos especializados y su costo asociado, genera gran interés su recuperación. En este trabajo queremos documentar las singulares historias de recuperaciones afortunadas y no planificadas de los instrumentos de sondeo, luego de su épico viaje en globo hasta las profundidades de la estratósfera (31 km) y retorno en paracaídas a tierra. El éxito de estas historias ha sido posible gracias al trascendental aporte que, en su momento, brindaron varios estudiantes y colaboradores de la USFQ, como: Nelson Herrera, Esteban Tamayo, Julieta Juncosa, Miguel Bravo, Mijaíl Bolaños, Ruth Salvador, Edgar Herrera, Rodrigo Pozo, Nicolás Saud, de la USFQ y Patrick Cullis de la NOAA, entre los más destacados.

Palabras clave: EMA, ozono sonda, radio sonda, recuperación de instrumentos.



Determinación de carbono negro atmosférico en Juriquilla y Altzomoni, México

Bruno Sandoval Collins^{1*}, Harry Alvarez Ospina², Oscar Peralta³, Dara Salcedo⁴, Telma Castro³,
Sandra Hidalgo

¹Escuela de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Yachay Tech

²Facultad de Ciencias, UNAM

³Centro de Ciencias Atmosféricas, UNAM

⁴Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación de Juriquilla, UNAM

*bruno.sandoval@yachaytech.edu.ec

Los aerosoles son partículas sólidas o líquidas suspendidas en la atmósfera, cuya influencia es fundamental en el clima del planeta, están formadas por una gran variedad de elementos, iones y compuestos, entre los que destaca el carbono negro (CN). Este último es un componente muy importante debido a su origen primario, que integra el hollín y se caracteriza por aumentar la temperatura del ambiente debido a su alta capacidad de absorción de la radiación solar en un amplio rango de longitudes de onda. Los efectos provocados por la exposición de este material particulado pueden ser muy dañinos cuando están en contacto con el sistema respiratorio humano, así como la influencia en diversos procesos climáticos y la perturbación del balance energético del sistema Tierra-atmósfera. Por este motivo, en el presente trabajo de investigación se llevó a cabo una campaña de monitoreo atmosférico en la que se determinó la concentración de carbono negro presente en las partículas atmosféricas PM_{2.5} durante 2017 en dos diferentes sitios (Juriquilla y Altzomoni) mediante el empleo de un extintómetro fotoacústico (PAX). A partir de las mediciones se encontró que durante los meses de enero y diciembre se registraron las mayores concentraciones de CN en Juriquilla y Altzomoni, y esto se debe a las bajas temperaturas que se registran durante estos meses (invierno), mientras que los meses de junio a septiembre se determinaron los valores más bajos, dado que estos meses es la temporada de lluvias. A partir del ciclo diurno en Juriquilla se determinó que presenta un comportamiento bimodal, con un primer pico en las horas de la mañana (07:00 - 08:00) y otro en las horas de la tarde (19:00), lo que indica que este contaminante está fuertemente influenciado por el tráfico vehicular. En el caso de Altzomoni solo se observó un pico máximo en las horas de la tarde (13:00-15:00), indicando que no hay fuentes antropogénicas presente, sin embargo, se notó que hay un gran transporte desde la ciudad de México hacia Altzomoni. Finalmente, se observó que Altzomoni presenta una menor concentración de CN en comparación a Juriquilla, además que durante los fines de semana la concentración de CN disminuye en los dos sitios de muestreo, siendo el domingo el día en que sus concentraciones son más bajas.

Palabras clave: Carbono negro, Juriquilla, Altzomoni, México



Concentraciones de PM_{2.5} en Guayaquil durante fin de año

Daniel Moran-Zuloaga^{1*}, Mauricio H. Cornejo², Julio Cáceres², Klever Moran¹, Philip Hernick³

¹ESPOL

²Centro de investigación y Desarrollo en Nanotecnología, ESPOL

³Water Steward Freshwater Society

*dmoran@espol.edu.ec

En la víspera de festividad de Fin de año se suele lanzar espectáculos de fuegos artificiales en todo el mundo con champán, comiendo doce uvas, etc .; por lo tanto, las tradiciones dependen del país de origen [1]. En el Ecuador existe el culto a los "maniqués artesanales" quemados en una pila de hogueras con dispositivos pirotécnicos poco explosivos, especialmente en la costa. Es discutible el origen de la tradición; sin embargo, se ha popularizado en los últimos años con un alto riesgo de accidentes inflamables. La nueva víspera de celebración tuvo lugar durante la estación seca en la costa. La ubicación del estudio fue de -2.16 S y -79.89 W a 10 m snm y se utilizó un contador de partículas de bajo costo marca Dylos DC1100 [2] para calcular PM_{2.5} con una resolución de minutos por minuto durante la temporada seca y en el evento Fin de año. Los datos meteorológicos se recogieron en una estación meteorológica doméstica de la marca AmbientWeather con una resolución de tiempo de 5 minutos. Los datos se procesaron utilizando R versión 3.5.1 y rstudio con paquetes de mapas, al aire libre, remodelando además igor pro versión 6.37 para estadísticas de datos y gráficos. Además, se recopiló datos de Aerosol Optical Depth AOD utilizando la interfaz web de Giovanni Data by Goddard Earth Science Data and Innovation (<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>, última visita 2018-04-01). Los resultados muestran que la estación seca se caracteriza generalmente por temperaturas de 26 ° C y 74% de HR y vientos fuertes de hasta 3 m s⁻¹ que generalmente provienen de la región suroeste. Las concentraciones de PM_{2.5} en el área residencial fueron $7.0 \pm 3.3 \mu\text{g m}^{-3}$ y se incrementaron a $9.4 \pm 3.8 \mu\text{g m}^{-3}$ durante el evento de año nuevo. Aunque, los valores fundados durante la víspera de Año Nuevo estaban por debajo del Ministerio de Medio Ambiente, de acuerdo con el umbral de la Norma de calidad del aire PM_{2.5} <50 $\mu\text{g m}^{-3}$ a las 24h o incluso las regulaciones de la UE [3], los datos de resolución minuciosa revelan altas concentraciones se mantienen por al menos 7 horas hasta volver a concentraciones promedio.

Palabras claves: PM_{2.5}, fuegos pirotécnicos, contaminación urbana, Guayaquil



Estimaciones de los niveles típicos de los contaminantes más importantes en el aire ambiente de las Islas Galápagos: O₃, SO₂, NO₂, CO y PM_{2.5}.

Edgar Herrera*, M. Cazorla
Instituto de Investigaciones Atmosféricas IIA USFQ
*edgar_hm21@hotmail.com

Se presentan estimaciones de los niveles típicos, en el aire ambiente de las Islas Galápagos, de los contaminantes más importantes: O₃, SO₂, NO₂, CO y PM_{2.5}. Los datos para el cálculo de estas estimaciones provienen de diversas fuentes, tanto locales como remotas. Los datos de O₃ se obtuvieron de los archivos públicos de SHADOZ, de ozonosondas lanzadas entre 1998-2016 desde San Cristóbal. Para el PM_{2.5}, se realizó una comparación entre los datos de AOD 500nm de la red AERONET con una campaña de medición de PM_{2.5} de dos semanas, ambas también en San Cristóbal. En el caso del SO₂, CO y NO₂ se emplearon datos de la red de satélites OMI y MOPITT, para el periodo de 2012-2017 y la región geográfica que abarca todas las Islas Galápagos. Los resultados de estos niveles típicos tienen la finalidad de ser utilizadas con referencia para futuros estudios científicos.

Palabras claves: Islas Galápagos, calidad del aire, contaminantes críticos, SHADOZ, AERONET



AGRADECIMIENTOS

El CAMCA 2019 ha sido posible gracias a:

Conferencistas Invitados

Brent Holben

David Giles

USFQ

Cancillería y Rectorado

Santiago Gangotena

Carlos Montúfar

Alexandra Polanco

Pablo Calderón Mosquera

IIA USFQ

Comité Organizador

María del Carmen Cazorla

René Parra

Milene Muñoz

Aracely Zambrano

Colegio de Ingeniería y Departamento de Ing. Ambiental

César Zambrano

Valeria Ochoa

Gisela Sánchez

Carolina Proaño

Gabriela Morales

Rodrigo Pozo

Pablo Rueda

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

Stella de la Torre

Difusión en Medios

María Dolores Brito

Karla Aguirre

Jaime Páez

Rommel Vargas

Además

Andrés Anrrango

Ana Lucía Coba

Pablo Riera

Equipo Xerox

Planta Física