

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

<b>Código:</b>	CIMA-020113
<b>Centro de Investigación:</b>	CENTRO DE INVESTIGACION EN MODELAMIENTO AMBIENTAL
<b>Programa:</b>	Implementación de Modelos para Riesgos Naturales
<b>Título del Proyecto:</b>	DESARROLLO DE LA METODOLOGIA PARA RECOLECCIÓN Y VALORACIÓN DE CONCENTRACIONES DE SO2 DEL AIRE AMBIENTE EN EL SECTOR DEL PARQUE INDUSTRIAL Y EN LAS ZONAS DE MAYOR TRÁFICO EN LA CIUDAD DE CUENCA.
<b>Grupo de Investigación:</b>	Estudio del tiempo y clima
<b>Area de Conocimiento:</b>	Ciencias de la Vida
<b>Línea de Investigación:</b>	Estudio del tiempo y clima
<b>Tipo de Investigación:</b>	Desarrollo
<b>Campo :</b>	Tecnologías
<b>Investigador Principal :</b>	FRANCISCO ADLER ENRIQUEZ GUERRA
<b>Proyectos Vinculados :</b>	
<b>Duración del Proyecto :</b>	12 Meses
<b>Localización del Proyecto :</b>	Ciudad y alrededores de Cuenca, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
<b>Fecha de ingreso :</b>	26/09/2013 18:46

## 2. ANTECEDENTES

Desde la época de la revolución industrial los niveles de contaminación se han disparado, debido a la combustión de combustibles fósiles, que son ocupados en todo el mundo para los procesos industriales, y el parque automotor, que aporta con un 90% a la degradación del aire. (León et al Repositorio Digital UPS, 2008), siendo hoy en día uno de los contaminantes con mayor presencia en el medio, el Dióxido de azufre. (Ambiental, 2008).

El SO<sub>2</sub> es un grupo de gases conocidos como "los gases de azufre", debido a sus altos niveles de emisión, este contaminante es causante de evidentes alteraciones en el medio ambiente, un ejemplo claro en la actualidad es la lluvia ácida, que es el resultado de varios ácidos de contaminación y hoy en día los podemos percibir; las afecciones en la salud es otro factor relevante que se toma en cuenta al momento de hablar de los gases de azufre, los efectos nocivos en la salud de los habitantes son debidas a la exposición a altas concentraciones de este grupo de gases, si estas concentraciones alcanzan las 20 ppm produce una fuerte irritación en ojos, nariz, garganta, incrementa la crisis asmática y recrudecen las alergias respiratorias. Si la concentración y el tiempo de exposición aumentan, se producen afecciones respiratorias severas. (Cantos, 2009).

El impacto social que ha generado la presencia de este contaminante en el medio y relaciones a la salud de las personas ha dado lugar al desarrollo de varios estudios y diagnósticos debido a las enfermedades causadas por el SO<sub>2</sub>, la OMS analiza varias ciudades y se encuentran que en las mayores ciudades las concentraciones anuales medias de SO<sub>2</sub> en las zonas residenciales no son mayores de 50 µg/m<sup>3</sup>; algunas excepciones notables incluyen varias ciudades de la China, con una concentración de 330 µg/m<sup>3</sup> de SO<sub>2</sub> en Chongqing y de 100 µg/m<sup>3</sup> en Pekín. Otros países desarrollados también tienen niveles altos de SO<sub>2</sub>; principalmente aquellos con inviernos fríos. (OMS, Lima, 2004).

## 3. JUSTIFICACIÓN

En relación con nuestro país la situación es compleja, debido a las características de los combustibles las normativas vigentes no pueden ser más rigidas; es así que en el TULSMA la concentración de SO<sub>2</sub> determinada en todas las muestras en un año no debe exceder de ochenta microgramos por metro cúbico (80 µg/m<sup>3</sup>). La concentración máxima en 24 horas no debe exceder trescientos cincuenta microgramos por metro cúbico (350 µg/m<sup>3</sup>), una vez en un año; sin embargo los valores recomendados de exposición por la OMS indican que debe mantenerse dentro de una concentración no mayor a 20 µg/m<sup>3</sup> media en 24 horas y a 500 µg/m<sup>3</sup> media en 10 minutos.

Según un estudio realizado por medio de Cuenca aire en el 2008 los niveles de SO<sub>2</sub> dentro de la misma fueron entre los 5,13 a 48,29 µg/m<sup>3</sup> durante el monitoreo (León et al, Repositorio Digital UPS, 2008) debido a que Cuenca posee el parque automotor más grande del Ecuador en relación con su número de habitantes (505.585 Hab) y además su parque industrial está ubicado dentro de la zona urbana, la contaminación que sufren los habitantes de Cuenca incrementa de manera exponencial.

Por medio de los equipos sofisticados (cromatógrafo iónico, System Milli-Q) que cuenta hoy en día la Universidad Politécnica Salesiana nos permite desarrollar e implementar la marcha analítica para el análisis del SO<sub>2</sub>, dicha marcha no ha sido desarrollada en ningún laboratorio de Cuenca, asevera la empresa EMOV que es la encargada del control de la calidad de aire en la ciudad, la marcha analítica mencionada es una herramienta necesaria para conocer las concentraciones de SO<sub>2</sub> en nuestra ciudad, para este análisis tomamos como referencia el parque industrial, al ser la fuente fija más grande de emisiones en la ciudad, hemos considerado pertinente su estudio, finalmente analizando la dirección de los vientos podremos deducir la dispersión y afección que existe en el parque industrial y en las zonas donde se dispersan los contaminantes.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo General

IMPLEMENTAR LA METODOLOGIA PARA RECOLECCIÓN Y VALORACIÓN DE CONCENTRACIONES DE SO<sub>2</sub> DEL AIRE AMBIENTE EN EL SECTOR DEL PARQUE INDUSTRIAL Y EN LAS ZONAS DE MAYOR TRÁFICO EN LA CIUDAD DE CUENCA.

## 4.2 Objetivos Específicos

- 1 Determinar la problemática del SO<sub>2</sub> como contaminante ambiental.
- 2 Identificar la metodología para la marcha pasiva de SO<sub>2</sub>
- 3 Analizar las muestras con la metodología desarrollada y verificar su validez.
- 4 Determinar los niveles de SO<sub>2</sub> en el parque industrial y las zonas de mayor tráfico de Cuenca.

## 5. ESTADO DEL ARTE

### 1. CRECIMIENTO POBLACIONAL.

El crecimiento poblacional es uno de los factores clave que ha generado la elevación de los niveles de contaminación a nivel mundial, a partir de la segunda guerra mundial y la revolución industrial.

En los años setenta se hicieron varios informes con predicciones muy pesimistas sobre el futuro. El más famoso fue el titulado "Los límites del crecimiento" del Club de Roma (1972) en el que se pronosticaba un fin de siglo lleno de problemas: agotamiento del petróleo, insuficientes alimentos, etc. El error que cometieron este y otros informes similares fue calcular la capacidad de carga para el planeta sin tener en cuenta el progreso del ingenio y la ciencia que se ha demostrado el mejor recurso que el hombre tiene a su alcance. Las mejoras en la tecnología de cultivos, nuevos yacimientos de petróleo y de otros minerales, y muchos otros progresos, han hecho que nunca, hasta ahora, se hayan cumplido las numerosas previsiones catastrofistas que se han venido haciendo en los últimos siglos. (Echarri, 1998)

Hoy en día se puede comprobar que dicha teoría se sostiene en un escenario mundial, pues al tener un alto índice de crecimiento poblacional y al ser esta un ente netamente consumista da como lugar una demanda asombrosa para el campo industrial, ya que el combustible más usado en la actualidad por la industria es el diésel y a través de sus diferentes procesos de combustión tenemos a escala global la generación del contaminante más común en el medio, el dióxido de carbono. (Glynn, Henry; et al, 1999)

### 2. NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE SO<sub>2</sub> E INICIATIVAS DE MEJORA DEL AIRE AMBIENTE EN LAS CIUDADES DE PAÍSES DESARROLLADOS.

Desde varios años atrás los niveles de concentración del SO<sub>2</sub> se han hecho más notorios, pues los diversos estudios llevados a cabo en el transcurso del tiempo revelan que los indicadores de contaminación van en orden ascendente y desmesurado, los datos de las concentraciones son equivalentes a la capacidad industrial que posee cada país o ciudad. (Peña, Enrique Javier et al)

Al ver las afecciones causadas por el SO<sub>2</sub> y otros contaminantes atmosféricos, tanto en el medio biótico como abiótico, se ha dado el espacio para que se realicen cumbres importantes como la de Toronto en 1988, que es prácticamente la cumbre pionera que se realizó para tratar asuntos relacionados a los cambios en la atmósfera, de ahí en adelante se han desarrollado varios tratados y convenios (Cumbre de la Tierra, Protocolo de países Insulares, Protocolo de Río de Janeiro, comercio de emisiones, etc.) que han generado medidas de control y mitigación para los contaminantes atmosféricos presentes en el entorno. (AGENDA 21, 1992)

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), las concentraciones en el aire ambiente en las ciudades de los países desarrollados han disminuido en los dos o tres últimos decenios debido a controles más estrictos de las emisiones, al mayor uso de combustibles con bajo contenido de azufre y a la restructuración industrial. Como resultado de estas medidas las concentraciones ambientales altas en los últimos decenios han sido remplazadas por concentraciones medias anuales que oscilan entre 20 y 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en la mayoría de las ciudades de los países desarrollados y las medias diarias generalmente no son mayores de 125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Lamentablemente tenemos un panorama distinto, la situación es más compleja en los países en desarrollo, según los datos obtenidos de la OMS, las concentraciones medias anuales de SO<sub>2</sub> en el aire ambiente pueden variar de niveles muy bajos a 300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . (Miller, 2000)

Algunas alternativas para mejorar la calidad del aire ambiente toman lugar hoy en día, el SO<sub>2</sub> al ser un contaminante principal del calentamiento del planeta y por ser el resultado de la quema del combustible que ocupamos en las actividades humanas, países como Dinamarca, España, han tomado la iniciativa de tener una movilidad limpia, impulsando el uso de la bicicleta para movilizarse, ¿acercar la ciudad? es el término que utiliza esta iniciativa, que hace referencia a edificar estratégicamente estaciones (sucursales) de los lugares con mayor concurrencia de población en la zona central de la ciudad, en diferentes partes de las ciudades (zonas urbanas y rurales), además la fabricación de autos eléctricos que hacen eficiente el transporte de las personas en distancias largas, obteniendo la energía de fuentes renovables. (Better Place, 2012).

Existen otras alternativas para minimizar este impacto, una de ellas es el Protocolo de Kioto, un acuerdo entre países para reducir las emisiones de dióxido de carbono. Otro método es el de gravar las emisiones de carbono o aumentar los impuestos de los combustibles para consumo interno, ya que el subsidio de parte del Estado no hace que se refleje el costo real a la vista pública y la población no percibe dicho costo, así de esta manera, tanto la gente en sus actividades particulares como las empresas tengan conciencia de un uso adecuado de los combustibles y se optimice los recursos que se tiene a disposición. (AGENDA 21, 1992)

### 3. REPERCUSIONES SOCIALES CAUSADAS POR EL SO<sub>2</sub> SEGÚN LA OMS

Debido al gran impacto que tiene el SO<sub>2</sub> como contaminante en el ámbito social (afecciones a la salud, muertes), se ha desarrollado a través de varias conferencias a nivel mundial, estrategias de control para las emisiones que resultan de las actividades cotidianas del ser humano. Distintos estudios realizados por la OMS muestran que las altas concentraciones de SO<sub>2</sub> en algunas ciudades del planeta llegan a 1,9 millones de personas mueren cada año debido a la exposición a concentraciones altas de partículas suspendidas en ambientes interiores de áreas rurales, mientras que la mortalidad en exceso por la exposición a partículas suspendidas y dióxido de azufre en exteriores llega a 500.000 personas anualmente. Por la acción térmica, el SO<sub>2</sub> se puede oxidar a SO<sub>3</sub>, el cual, disuelto en agua, da lugar a la formación de la neblina ácida sulfúrica (OMS, Lima, 2004).

Un reseña que revela la afección y daños mortales que sufren los actores sociales debido a las altas concentraciones de SO<sub>2</sub> presentes en la atmósfera y apoya el estudio realizado por la OMS mencionado anteriormente se da en el año 2000 de aproximadamente 5000 muertes prematuras prevenibles (8% del total) en 11 ciudades canadienses fueron atribuibles a los efectos combinados de O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, y CO. En Pekín, China, Xu et al. Se encontraron una asociación significativa entre niveles de SO<sub>2</sub> y mortalidad diaria a lo largo de un año. El riesgo de mortalidad se estimó que crecería en un 11% cada vez que se duplicaran las concentraciones de SO<sub>2</sub> (los promedios eran de 120 y 67 µg/m<sup>3</sup> en 1998 y 2002 respectivamente). (Molina, 2004)

## 6. METODOLOGÍA

La metodología a seguir durante la el desarrollo de la proyecto se sintetiza a continuación:

Ubicación de los puntos de muestreo: Debido a la dirección del viento y la ubicación del parque industrial y las zonas de mayor tráfico como por ejemplo la feria libre; se utilizará un programa que simulará la dispersión de los contaminantes y al mismo tiempo dará la distancia a la que estos se concentran.

Teniendo esta distancia se establecerá la distancia a la que se debe colocar los puntos de muestreo para que los datos de las concentraciones sean verídicos;

El Software a utilizar se denomina Aermoth Screen; para este fin se simulará, y para luego por medio de la velocidad y dirección de viento y ejecutando la corrida del programa se obtendrá un supuesto de la forma en la que actúan los contaminantes.

Recolección de las muestras: Para recolectar las muestras de SO<sub>2</sub> es necesario preparar los contenedores de membrana mediante una marcha sencilla, los reactivos colocados en cada contenedor reaccionarán con el SO<sub>2</sub> ambiente de su punto de muestreo.

Cada contenedor se coloca en un contenedor de PVC diseñado para sujetar los mismos y para mantenerlos seguros.

Los contenedores se colocan a una altura por definida por la EPA en donde permanecerán durante 28 días antes de ser retirados, período en el cual absorberán todo el SO<sub>2</sub> posible.

Determinación de las concentraciones de SO<sub>2</sub>: Para determinar las concentraciones de SO<sub>2</sub> almacenadas en los contenedores durante los 28 días; se extraerá el SO<sub>2</sub> del reactivo que lo atrapa mediante una marcha analítica y luego se preparará la muestra con otra marcha analítica la cual será desarrollada e implementada en el transcurso de la proyecto para que la sustancia concentrada con el SO<sub>2</sub> sea inyectada en la columna que por medio de Cromatografía iónica emitirá las concentraciones de SO<sub>2</sub> respectivas.

Todos los análisis se llevaran a cabo en el laboratorio de Ciencias de la Vida de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca, el mismo que hoy en día cuenta con los equipos necesarios para el desarrollo del Proyecto.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

AGENDA 21. (1992). Agenda 21, Desarrollo Sostenible . Brazil .

Echarri, L. (1998). Ciencias de la tierra y del medio ambiente.

Glynn, Henry; et al. (1999). Ingeniería ambiental . Mexico.

Ambiental, G. (21 de 10 de 2008). Grupo Ambiental Bolivia. Recuperado el 26 de 10 de 2012, de <http://contaminacionindustrialbolivia.blogspot.com/>

Cantos, A. (2009). Repositorio Digital UPS. Recuperado el 26 de 10 de 2012, de <http://dspace.ups.edu.ec>

- Guevara, C. (2001). Metodología de la investigación. Cuenca.
- Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2008). Análisis y diseño de experimentos. México, D.F. León, C., & al, e. (2008). Repositorio Digital UPS. Recuperado el 2012 de 11 de 11, de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/697/3/Capitulo1.pdf>
- León, C., & al, e. (2008). Repositorio Digital UPS. Recuperado el 2012 de 11 de 11, de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/697/3/Capitulo1.pdf>
- Lima, B. (2006). Metodología de la Investigación Científica . Cuenca.
- Molina, M. J. (6 de 2004). Tecnologiasostenibilitat.cus.upc. Recuperado el 6 de 11 de 2012, de <http://tecnologiasostenibilitat.cus.upc.edu/continguts/exemples-dinsostenibilitat-social.-el-cas-de-rwanda/bibliografia/Megaciudades%20y%20contaminacion%20atmosferica.pdf>
- OMS. (Lima,2004). Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 6 de 11 de 2012, de <http://cdam.minam.gob.pe:8080/bitstream/123456789/114/1/CDAM0000017.pdf>
- Wikimapia.org. (2013). Obtenido de <http://wikimapia.org/13109226/Parque-Industrial-de-Cuenca>
- Wikipedia.org.(2012). Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Ficha>
- Energías renovables.com (11 de septiembre de 2012). Energías Renovables. Alemania y Dinamarca Obtenido de <http://www.energias-renovables.com/articulo/alemania-y-dinamarca-encabezan-el-ndice-global-20120911>
- MotorpasionFuturo.com (2 de octubre de 2012) Coche electrónico gracias a Better Place Obtenido de <http://www.motorpasionfuturo.com/coches-electricos/ahora-ya-podemos-ir-de-copenhague-a-aalborg-en-coche-electrico-gracias-a-better-place>
- INEC.gov.ec (2010) Instituto Nacional de estadísticas y Censos Obtenido de <http://www.inec.gob.ec/cpv/>
- Miller, G. T. (2000). Ciencia Ambiental: Preservemos la Tierra.
- Peña, Enrique Javier el al. (s.f.). Algas como indicadoras de contaminación.

## 8. RESULTADOS ESPERADOS

Tras el desarrollo del proyecto de investigación, se espera:

Directamente:

- Establecer una red de monitoreo para las emisiones producidas por el parque industrial y las zonas de mayor tráfico de Cuenca, tomando en cuenta la dispersión de los contaminantes por las distintas corrientes de aire que afectan al sitio la misma que estará disponible durante la duración del proyecto.
- Desarrollar la marcha para el análisis de las muestras recolectadas en la red de monitoreo.
- Conocer la situación de la contaminación generada por el parque industrial y las zonas de mayor tráfico de Cuenca.
- Tener un diagnóstico validado de las zonas de impacto directo e indirecto afectada por las emisiones del Parque industrial.
- Conocer los rangos de Contaminación producida y las distancias a las que se dispersan dichos contaminantes.
- Redacción de un Paper, con miras a ser publicado en una revista científica; exponiendo los objetivos del proyecto, el desarrollo y los resultados obtenidos.
- Generación de vínculos laborales con una institución pública (EMOV), obteniendo así el reconocimiento de la Ciudad.

Indirectamente:

- Generación de otros proyectos de investigación basados en la presente investigación.
- Enriquecimiento en la formación investigativa de los participantes del proyecto.
- Incentivar al uso de los equipos del laboratorio.

## 9. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y/O SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

El punto de relevancia del proyecto es la distribución de una red de Monitoreo específica para el Parque Industrial; siendo este el sector con mayores emisiones de procesos industriales, y el foco de contaminación que afecta a Cuenca; razón por la cual se ha tomado este sector como zona de estudio, y además tomando en cuenta que la red de Monitoreo de la EMOV no contempla algunas zonas hacia las cuales se dispersan los contaminantes generados en dicho sector, se podrá corroborar los datos de contaminación ya obtenidos por la EMOV con los datos obtenidos con el presente estudio y establecer un rango de Impacto.

Sumado a esto otro punto a considerar es la implementación de la marcha analítica pasiva para la determinación de SO<sub>2</sub>, cabe recalcar que en la ciudad de Cuenca ningún laboratorio cuenta con dicha marcha,

lo que hace imperioso el interés por investigar y desarrollar esta tecnología, con lo cual los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana darán a conocer a la comunidad cuencana que posee equipos con tecnología de punta en la investigación, generando tecnologías para beneficio de la ciudad y que los resultados alcanzados pueden estar a libre disposición.

Por medio del proyecto se prevé capacitar a un mínimo de 22 personas incluidas los estudiantes involucrados en el proyecto en lo que concierne a Cromatografía Iónica, para lo cual se traerá a un técnico experto en el manejo del cromatógrafo y sus aplicaciones para nuevos proyectos.

A través del proyecto se adquirirá un software (AERMOTH SCREEN) diseñado para determinar las dispersiones de los contaminantes aéreos, el mismo será instalado en un laboratorio de la Universidad con el cual se pretende incrementar el conocimiento de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental que tendrán la posibilidad de incursionar en el uso de un software específico y sofisticado.

## **10. IMPACTOS DEL PROYECTO**

El Proyecto de investigación tendrá un impacto positivo tanto dentro de la Universidad como en la Ciudad de Cuenca.

Debido a los alcances que tiene el proyecto se aportará con los niveles de S02 que afectan a las comunidades aledañas al Parque industrial, hacia las que se dispersa dicho contaminante por causa de las dos corrientes de aire que pasan por el parque industrial.

Además se dará a conocer como son afectadas las zonas de mayor tráfico de Cuenca, lugares que actualmente no poseen un análisis específico de los niveles de Contaminación.

Por medio del proyecto se prevé capacitar a un mínimo de 22 personas incluidas los estudiantes involucrados en el proyecto, en lo que concierne a Cromatografía Iónica.

Adquisición del software AERMOTH SCREEN diseñado para determinar las dispersiones de los contaminantes aéreos, el mismo que será instalado en un laboratorio de la Universidad; se pretende incrementar el conocimiento de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental y Biotecnología de los Recursos Naturales, que tendrán la posibilidad de incursionar en el uso de un software sofisticado e incrementar sus conocimientos sobre la realidad que vive Cuenca en cuanto a la contaminación ambiental, esperando que con este incentivo se generen más proyectos posteriores a éste.

## **11. INFORMACIÓN DE COFINANCIADORES (en caso de que existieran)**

