

# APLICACIÓN DEL MODELO DE DISPERSIÓN ISCLT PARA SIMULAR NIVELES DE DIÓXIDO DE AZUFRE EN EL AIRE DE MAMONAL Y SU ÁREA DE INFLUENCIA

CARLOS MEÑACA GUERRERO

Estudiantes de pregrado química, Universidad de Cartagena

DARLIS GUERRERO CASTRO

Químico Farmacéutico, Laboratorio de Calidad Ambiental, Cardique

ILDEFONSO CASTRO ANGULO

Docente Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco.



## RESUMEN

El presente trabajo tiene por objeto medir los niveles de concentración de  $\text{SO}_2$  en aire respirable medidos en la zona industrial de Mamonal y su área de influencia, y compararlos con la predicción obtenida del modelo de dispersión atmosférica ISC-LT, lo que permitirá a futuro a las autoridades ambientales competentes junto con otros entes proponer acciones correctivas y preventivas en caso de contaminación por  $\text{SO}_2$  en el complejo industrial y las comunidades cercanas. Los niveles de  $\text{SO}_2$  fueron determinados por espectrofotometría UV-VIS, utilizando el método de muestreo de la pararrosanilina, hallando valores de  $9,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el hospital del municipio de Turbana;  $13,61 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el centro de salud del corregimiento de Pasacaballos y  $5,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el colegio Fé y Alegría del barrio Membrillal. Estos valores están por debajo de los límites máximos permisibles referenciados en la resolución 601 de 2006 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial ( $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , para un tiempo de exposición 24 horas). Se aplicó el modelo de dispersión atmosférico ISCLT a las emisiones de  $\text{SO}_2$  provenientes de las fuentes fijas más representativas de la zona industrial, para simular los niveles de concentración del contaminante y su dispersión en el área de estudio. Se compararon los resultados proyectados por el modelo con los medidos directamente en campo (método de la pararrosanilina), utilizando la prueba estadística t-test con un 95% de confiabilidad, hallándose diferencias

estadísticamente significativas entre ambos métodos. Los resultados de la modelación permitieron elaborar un mapa de contorno y uno de dispersión del SO<sub>2</sub>, utilizando el sistema de información geográfica, permitiendo observar e identificar las áreas o zonas de altas y bajas densidades de SO<sub>2</sub> en la zona.

Palabras clave: Dispersión atmosférica, calidad del aire, sistema de información geográfica, receptor, modelo ISCLT, dióxido de azufre, contaminación atmosférica.

## INTRODUCCIÓN

El problema de la contaminación atmosférica de origen industrial en la ciudad de Cartagena está localizado en la zona de Mamonal, basado en las emisiones de contaminantes por fuentes fijas, móviles y de área; esto es, procesos de combustión industrial, tráfico automotor y actividad constructora. La mayor parte de los efectos del dióxido de azufre sobre la salud humana están relacionados con la irritación del sistema respiratorio, afectando particularmente a personas con asma y enfermedades en el pulmón o el corazón. Para determinar la concentración de SO<sub>2</sub> en el aire, éste es absorbido en una solución de tetracloromercurato de potasio, la absorbancia de la solución es medida mediante espectrofotometría UV-VIS a 548nm, y es directamente proporcional a la cantidad de SO<sub>2</sub> colectado. Debido a la variedad de fuentes fijas emisoras de SO<sub>2</sub> localizadas en el complejo industrial y su área de influencia, fue pertinente evaluar la calidad del en estos sitios, aplicando un modelo de dispersión atmosférica a las emisiones de dióxido de azufre, considerando factores meteorológicos como la dirección y velocidad del viento. Los modelos de simulación de la calidad del aire son herramientas para evaluar la contaminación, pues permiten identificar las zonas críticas y las fuentes que mas contribuyen a agravar el problema. Como complemento a la aplicación del modelamiento se utilizó un sistema de información geográfica SIG, que le permite al

modelador caracterizar y reconocer áreas con incrementos potenciales o mejoramiento en situaciones de contaminación del aire.

## OBJETIVOS

Recopilar los datos de las fuentes de emisión de SO<sub>2</sub> más representativas de la zona de Mamonal, utilizando el archivo documental del laboratorio de calidad ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique CARDIQUE.

Analizar y describir el comportamiento de la velocidad y dirección del viento en la zona de estudio, a través de los registros meteorológicos del IDEAM.

Determinar la concentración ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de SO<sub>2</sub> en los puntos receptores localizados vientos abajo de las fuentes de emisión, considerando el uso del suelo y la densidad demográfica.

Aplicar el modelo de dispersión atmosférica ISCLT, para simular los niveles de concentración de SO<sub>2</sub> en la zona industrial de Mamonal y su área de influencia.

Comparar los valores de concentración de SO<sub>2</sub>, proyectados por el modelo con los obtenidos a través del método de la pararrosanilina.



**Ingeniería**

Obtener mapas de contorno y dispersión del SO<sub>2</sub> de la zona de estudio, mediante el uso del sistema de información geográfica.

**METODOLOGÍA**

El proceso metodológico seguido para realizar este proyecto fue:

1. Selección de puntos receptores vientos debajo de las fuentes de emisión, basado en los siguientes criterios: comportamientos de los vientos, usos del suelo, densidad demográfica cercana al complejo industrial.
2. Realización de muestreos (durante 24 horas) en cada sitio escogido para determinar la concentración de dióxido de azufre presente en el aire por el método de la pararosanilina, utilizando un muestreador de tres gases marca graseby modelo 209068.
3. Aplicación del modelo de dispersión atmosférica ISCLT, a la base de datos de emisiones de SO<sub>2</sub> de las principales fuentes de la Zona Industrial de Mamonal para simular los niveles de concentración de dióxido de azufre proporcionándole las siguientes rutas de entrada: ruta de control CO, ruta de fuentes SO, ruta receptores RE, ruta meteorológica ME y la ruta de salida OU.
4. Obtención de un mapa de contorno para visualizar la dispersión del contaminante en el área de estudio, mediante el uso del sistema de información geográfica.
5. Comparación de los valores obtenidos en el método experimental con los resultados de la modelación.

Direcciones predominantes del viento	Frecuencia %	Velocidad media del viento, m/s
Norte	68,10	2,00
Noreste	15,00	1,90
Noroeste	7,51	0,63
Oeste	6,10	0,91
Suroeste	2,35	<0,60

Tabla 1. Velocidad del viento



Figura 1. Área de estudio

**ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Estimativos precisos de la dispersión de contaminantes requieren conocimiento de la frecuencia de distribución de la dirección y su velocidad. Para el periodo de 20 años de registros meteorológicos para Cartagena muestra como dirección principal la Norte, en menor escala la Noreste; como lo ilustra la tabla 1. Este resultado también fue corroborado a través de la rosa de los vientos, ilustrada en la figura 1. En síntesis la mayor parte del tiempo los vientos en Cartagena provienen del norte y van hacia el sur de la ciudad

Los máximos valores de concentración proyectados por el modelo ISCLT para la zona de estudio corresponden a zonas verdes no pobladas con  $43,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Además son presentan valores de  $21,98 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en cercanías de empresas como Petroquímica y Propilco;  $35,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en los alrededores de Cabot y  $20,83 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en predios de Texaco. Para el caso de los puntos receptores el modelo proyecta valores de  $6,52 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en Pasacaballos;  $2,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en Turbana;  $2,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en Membrillal y  $0,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el punto referente Cardique. Los mapas mostrados en las figuras 2 y 3, indican las áreas donde ocurre la mayor convergencia y dispersión del  $\text{SO}_2$  por la contribución de las fuentes de emisión, ilustrando lo descrito con anterioridad.

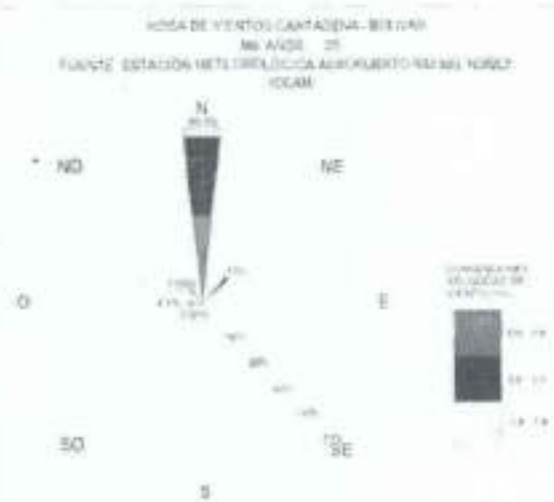


Figura 2. Rosa de vientos

En la tabla 2 se presenta las concentraciones de  $\text{SO}_2$ , determinados por el método de la parrosanilina en los puntos de muestreos seleccionados, encontrándose niveles de inmisión relativamente altos en el centro de salud del corregimiento de Pasacaballos y el hospital regional del municipio de Turbana, debido a que están ubicados vientos debajo de las fuentes de emisión. Caso contrario a lo que ocurre con el punto de referencia Cardique.

Receptor	$\text{SO}_2$ proyectado por modelo, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\text{SO}_2$ medido en campo, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Cardique	0,00	1,72
Turbana	2,17	9,28
Membrillal	2,17	5,15
Pasacaballos	6,52	13,61

Tabla 2. Niveles promedio de  $\text{SO}_2$  medidos y modelados

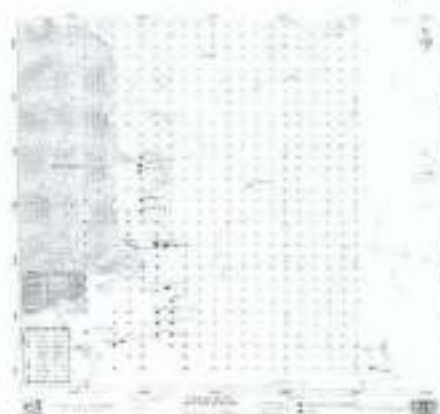


Figura 3. Resultado de modelación  $\text{SO}_2$



Figura 4. Interpolación niveles de SO<sub>2</sub>

Con base en los resultados obtenidos en términos generales la concentración de SO<sub>2</sub> proyectada por el modelo es inferior a la medida en cada punto receptor, como se muestra en la tabla 2. Al aplicar la prueba estadística t-test con un nivel de significación  $p=0.05$ , para comparar el método teórico con el experimental se encontró diferencias estadísticamente significativas en todos los casos ilustrados en la figura 5.

Concentración de SO<sub>2</sub> teórico Vs experimental

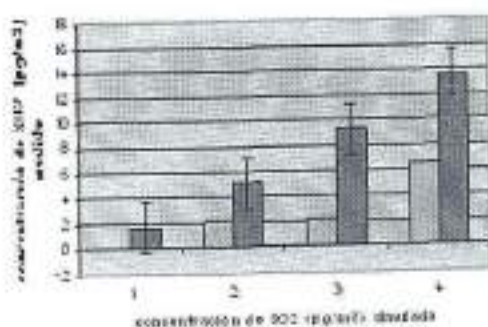


Figura 5. Comparación niveles So<sub>2</sub>

## CONCLUSIONES

Las concentraciones proyectadas por el modelo para los puntos receptores seleccionados en este trabajo: Pasacaballos, Membrillar y Turbana y las concentraciones determinadas por mediciones de campo muestran en todo instante que probablemente estos sitios no presentan escenarios de contaminación de aire por dióxido de azufre.

La modelación en la zona de Mamonal y su área de influencia es una herramienta teórica rápida para conocer las concentraciones de emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes fijas e interpretar los posibles impactos negativos de las mismas a la salud y el ambiente y proceder a la implementación de las medidas para evitar, corregir y mitigar los mismos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Bedoya Julián. Contaminación del aire y meteorología. DYNAN° 99, 1980. pp. 5-9.
2. MAMONAL, diagnóstico físico socio-económico y cultural de la zona. Fundación Carvajal, programa de vivienda y medio ambiente urbano, 1997. pp. 22-25.
3. Puliafito E., Guevara M. and Puliafito C. Characterization of urban air quality using GIS as a management system. Environmental Pollution, vol 112, 2003. 105-117.
4. Runca E., Melli P and Zannetti P. Computation of long-term average SO<sub>2</sub> in Venetian area. Applied Mathematical Modeling. Vol 1, 1976. 9-15.
5. Van Aardenne J.A. Builtjes, P.J and Hordijk L. Using wind-direction dependent differences between model calculations and field measurements as indicator of the inaccuracy of emission inventories. Atmospheric Environment, vol 36. 2002. 1195-1204.