

Estudio de efectividad de un modelo matemático de dispersión de contaminantes atmosféricos para las condiciones meteorológicas en la Central 9 de Enero en Colón

Ing. Rodolfo E. BATISTA e Ing. Félix HENRÍQUEZ, Centro de Investigación Energética y Ambientales, Fac. de Ing. Mecánica e Ing. Civil / U.T.P.

Extracto General

El trabajo de investigación titulado: Estudio de Efectividad de un Modelo Matemático de Dispersión de Contaminantes Atmosféricos para las Condiciones Meteorológicas en la Central 9 de Enero en Colón, utilizando los modelos matemáticos de dispersión CDM 2.0 (Climatological Dispersion Model) y ISC2 (Industrial Source Complex), fue orientado a obtener una herramienta adecuada para el diagnóstico teórico de los niveles de concentración de gases contaminantes de la atmósfera monóxido de carbono, dióxido de carbono y azufre con el fin de conocer los posibles impactos negativos de los mismos sobre la salud y el ambiente, en base a las normas permisibles establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA, por sus siglas en inglés).

Metodología desarrollada para el monitoreo de campo y recolección de contaminantes de las fuentes estacionarias

El objetivo principal del estudio en campo (sitios receptores), es la captación de los niveles de concentración de Monóxido de Carbono y Dióxido de Azufre (calidad de aire), en cada punto receptor, lo cuales serán utilizados como control local o normativa (testigo), para comparar resultados evidentes coadyuvando a mejorar la precisión de la hipótesis de investigación y por consiguiente la aplicación de los modelos para estudios futuros en nuestro país.

Para el monitoreo directo de los gases de combustión y cálculos respectivos y dadas las condiciones óptimas (mecánicas y operativas) fue utilizada la caldera No.2 a la cual, en el extremo del conducto de salida de los gases que comunica con la chimenea de ésta, se hizo un orificio que permitió introducir la sonda del equipo analizador de gases, las mediciones se llevaron a cabo durante las horas pico de demanda de electricidad (08:00 a las 14:00) con una frecuencia de mediciones de 15 a 30 minutos.

Los parámetros analizados en esta caldera fueron Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Carbono (CO₂), Oxígeno (O₂), Temperatura Ambiental y Velocidad del Viento (m/s); las mediciones de velocidad del viento fueron realizadas a una altura de 2.8 (m) sobre el nivel del suelo, además, fueron registradas las temperaturas de los gases de combustión en el ducto de salida hacia la chimenea y eficiencia de operación de la caldera.

Resultados.

- a. Al ejecutarse la corrida de los modelos los resultados de las concentraciones de los gases Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Azufre (SO₂), obtenidos en cada sitio receptor muestran que se encuentran dentro de los valores o rangos máximos registrados durante el monitoreo en campo (≤ 1.0 a ppm, equivalente a $\leq 10^6$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- b. La hipótesis de investigación ($H_a \leq 1.0$ ppm ó 10^6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) se acepta, lo que hace elocuente la aplicación de estos modelos en zonas industriales como una herramienta teórica rápida para conocer las concentraciones de emisiones de contaminantes atmosféricos (gases, partículas) de las fuentes puntuales o estacionarias 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.
- c. Culminando con esta investigación se pudo observar que debido a la privatización del IRHE se incrementó el consumo de Energía por lo que se instalaron otras máquinas de combustión interna a sí como la entrada en servicios de las unidades que se encontraban en reparación durante el desarrollo del estudio y la instalación de nuevas unidades (ciclo combinado), por lo tanto se recomienda realizar otro monitoreo en la zona estudiada, ya que la generación de CO y SO₂ pudo aumentar en proporción directa a la demanda de energía.

Gráficas y Tablas con resultados

Tabla No. 1
Resultados de las Tasas de Emisión Q (g/s), Para Las
Condiciones Promedio Y Máxima.

	Monóxido Carbono CO		Dióxido Azufre SO ₂		Dióxido Carbono CO ₂	
	Prom.	Max.	Prom.	Max.	Prom.	Max.
U.No.1	0.62	1.06	42.74	80.43	-	-
U.No.2	20.143	21.471	162.04	180.09	10,430	10,453
U.No.4	1.45	1.91	99.81	144.77	-	-
Tgas 6	1.73	2.42	40.80	63.57	-	-
Caterp (1)	1.332	1.512	0.601	0.83	-	-

Tabla No. 2
Parámetros de Operación y Diseño Utilizados en los Modelos Matemáticos de Dispersión.

	Chimenea		Combustible		Veloc. Gas		T °C. Gas		Oxigeno	
	(m)		Gal/hra.		(m/s)		Salida		O ₂	
	H	D	Prom.	Max.	Prom.	Max.	Prom.	Max.	Prom.	Max.
U.No.1	30.2	1.7	982.1	1,680	10.70	18.40	167.0	167.0	-	-
U.No.2	33.6	2.6	3,049	3,056	12.70	13.00	151.4	158.0	4.5	4.1
U.No.4	33.6	2.6	2,293	3,024	9.54	10.04	180.0	180.0	-	-
T.Gas 6	12.9	3.9	1,985	2,772	23.00	26.50	560.0	560.0	-	-
Caterp.	6.4	0.3	88.78	100.8	48.55	48.55	412.0	412.0	-	-

Tabla No. 3
Parámetros Ambientales Promedio del Monitoreo

Temp. Ambiental °C	Veloc. Viento (m/s)	Dirección Viento	Altura Mezclado* (m)
29.0	1.48	Datos de la Rosa de los Vientos	750

* FUENTE: Promedio de valores típicos en los E.U., Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire, Noel de Nevers, 1997.

Tabla No. 4
Resultados de las Emisiones Obtenidas por el Modelo
Cdm 2.0 para Condiciones Promedio de Monóxido de Carbono y Dióxido de Azufre

PUNTO	RECEPTOR	MONOXIDO CARBONO CO (ppm)	DIOXIDO AZUFRE SO ₂ (ppm)
No.1	Puerto Pílon	0.0	37.0 E-06
No.2	Nuevo Colón	0.0	13.0 E-06
No.3	San Judas Tadeo	3.0	46.0 E-06
No.4	IDAAN	0.0	46.0 E-06
No.5	Cativá	0.0	44.0 E-06
No.6	Matadero	21.0 E-06	48.0 E-06
No.7	Hosp.CSS	0.0	115.0 E-06
Total		24.0 E-06	349.0 E-06

TABLA No. 5
Resultados de las Emisiones Obtenidas por el Modelo
CDM 2.0 para Condiciones Máximas de Monóxido de Carbono y Dióxido de Azufre

PUNTO	RECEPTOR	MONOXIDO CARBONO CO (ppm)	DIOXIDO AZUFRE SO ₂ (ppm)
No.1	Puerto Pilón	0.0	38.0 E-06
No.2	Nuevo Colón	0.0	34.0 E-06
No.3	San Judas Tadeo	0.0	50.0 E-06
No.4	IDAAN	0.0	46.0 E-06
No.5	Cativá	0.0	45.0 E-06
No.6	Matadero	21.0 E-06	51.0 E-06
No.7	Hosp.CSS	0.0	115.0 E-06
Total		21.0 E-06	379.0 E-06

Conclusiones y recomendaciones

- a. Referente a los equipos portátiles o instrumentación disponible para realizar los monitoreos, cabe mencionar que los mismos no fueron los más adecuados, el rango de medición es muy amplio (ppm), presentan baja sensibilidad y confiabilidad de los datos registrados, sin embargo, el interés y esfuerzo realizado, así como los resultados obtenidos en esta investigación exploratoria y descriptiva, revelan que la aplicación de estos modelos en nuestro país, para la autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), Ministerio de Salud y otras instituciones o *agencias que lo requieran, pueden servir de método orientador de diagnóstico rápido y oportuno para conocer el grado de los niveles de concentraciones emitidas por una fuente puntual o estacionaria.*
- b. El tiempo de monitoreo establecido, de las condiciones meteorológicas y climáticas existentes al momento de la investigación, las condiciones de diseño y operativas de las unidades de la térmica y otros parámetros indispensables no aplicados en la corrida de los modelos de dispersión (topografía del terreno, altura de edificios y de mezclado, fuentes no monitoreadas), son factores que influyeron en los resultados de los niveles de concentraciones de los gases contaminantes CO y SO₂ arrojados por los modelos.
- c. El valor de altura de mezclado utilizado para el desarrollo del estudio, el cual es 750 metros, es un parámetro indispensable para la corrida de los modelos y resultados esperados. El mismo representa un concepto clave en la meteorología de la contaminación del aire; como parámetro, determina el límite superior para la dispersión de los contaminantes atmosféricos y su principal efecto es producir un buen mezclado vertical de los contaminantes incluyendo aquellos liberados a nivel del suelo.

Dado que en Panamá no existe la instrumentación adecuada para el registro de este parámetro requerido en la corrida de los modelos, el valor promedio fijado está basado en los valores típicos de la altura de mezclado en los Estados Unidos durante la estación de verano en horas de la mañana.

- d. Los resultados arrojados por los modelos teóricos de dispersión en cada estación de interés (receptor), demuestran que existe correlación significativa entre los valores de campo y los obtenidos por los modelos ISC2 y CDM 2.0 por tal razón, la Hipótesis de Investigación ($Ha \leq 1.0 \text{ ppm} \text{ ó } 10^6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) se acepta, lo que hace elocuente la aplicación de estos modelos en zonas industriales como una herramienta teórica rápida para conocer las concentraciones de emisiones de contaminantes atmosféricos (gases, partículas) de las fuentes puntuales o estacionarias e interpretar los posibles impactos negativos de las mismas a la salud y al ambiente y proceder a la implementación de las medidas para evitar, corregir y mitigar los mismos.
- e. Los resultados arrojados por los modelos teóricos (ISC2 y CDM 2.0) para cada estación de interés (receptor) bajo las condiciones existentes (climáticas, de índole operativo y otros factores incontrolables) revelan que durante el corto tiempo programado de experimento, los niveles de concentraciones de los gases estudiados no sobrepasaron los valores máximos permisibles establecidos por la OMS / OPS / EPA, es decir, el impacto no fue significativo.

Referencias

1. Warner, Peter O. "Análisis de los Contaminantes del Aire", Editora Paraninfo, 1985.
2. Arthur C. Stern, "Air Pollution", Third edition, Vol.I, Academic Press, New York, 1976.

3. John S. Irwin, Thomas Chico and Joseph Catalano, "Climatological Dispersion Model", User's Guide, EPA/600/8-85/029 November 1985.
4. B. Retallack "Compendio de Meteorología", Vol.I, Parte 2-Meteorología Física, OMM-No.364.
5. Kenneth Wark; Cecil F. Warner "Contaminación del Aire: Origen y Control", Editora Limusa.
6. Douglas C. Montgomery; "Diseño y Análisis de Experimentos", Grupo Editorial Iberoamérica.
7. P. Aarne Vesilind, J. Jeffrey Peirce, Ruth F. Weiner, "Environmental Pollution and Control", Third Edition, Butterworth-Heinemann.
8. Dr. Mariano Seoanez Calvo y Equipo de Colaboradores, "Ingeniería del Medio Ambiente", Ediciones Mundi-Prensa, Catelló 37-28001 Madrid.

