



XIV Seminario Nacional de Energía

***Estimación de factores de emisiones a
partir de mediciones de gases en
instalaciones generadoras de electricidad.***



*MSc. Elieza Meneses Ruiz
División de energía
CUBAENERGÍA
emeneses@cubaenrgia.cu*

¿Qué son los FE?

- Los factores de emisión pueden ser expresados en diferentes unidades, y relacionan la cantidad de contaminante que se emite por unidad de combustible o energía empleada.
- Son propios de cada tecnología.
- Se utilizan principalmente cuando se carecen de mediciones de contaminantes en el flujo de gases de escape.

Tecnología empleada para medición de gases en CUBAENERGIA



TESTO 350

O₂, CO, CO₂, NO_x, SO₂, H₂S e hidrocarburos totales (HC)

Metodología

- Se obtuvieron las concentraciones promedios, en ppm, en el flujo de gases de escape por tipo de contaminante para cada tecnología (se tomaron datos de mediciones realizadas en los últimos cinco años)
- Las concentraciones obtenidas en ppm se convierten a emisiones en g/s a partir de la metodología que involucra al flujo volumétrico de gases de escape, FGE_v .
- Las emisiones estimadas se dividieron por el consumo de combustible en el periodo evaluado para obtener FE en g/Nm^3 (gas) y g/kg, por tipo de tecnología.

Metodología (cont.)

- Se realizaron comparaciones con valores propuestos por la AP 42.

U.S. EPA, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP-42, Volume I: Stationary Point and Area Sources <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/>

- Se compararon los valores medidos de CO₂, con los calculados a partir del principio de estequiometria de la combustión.

$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ (kg)} = 1000 * M * MF_{\text{CARBON}} * CFC_{\text{MW}}$$

Donde:

M, es la masa de combustibles quemado (ton)

MF_{CARBON}, fracción de masa de carbón en el combustible.

CFC_{MW}, conversión del peso molecular de C a CO₂ = (44.01/12.01) = 3.664

Resultados

Valores obtenidos por mediciones y estimados a partir de la composición del combustible de los FE (g/kg) para el CO₂ por tecnología y combustible

Tecnología por combustible	Valores obtenidos por mediciones	Valores estimados por la ecuación	Diferencia relativa (%)
Caldera, Fuel Oil, CTE de 150 MW	3173	3 100	2
Caldera, Crudo, CTE de 100 MW	2744	3064	12
Caldera, Crudo, CTE de 250 MW	3004	3089	3
Caldera, Crudo, CTE de 330 MW	3008	2877	4

Resultados (cont.)

Tecnología por combustible	Valores obtenidos por mediciones	Valores estimados por la ecuación	Diferencia relativa (%)
Motores, Fuel Oil, Baterías 4 x 1.7 MW	3125	3135	0.3
Motores, Fuel Oil, MAN de 3.85 MW	3124	3157	1
Motores, Fuel Oil, BASAN de 3.45 MW	3140	3129	0.4
Motores, Diesel, MTU serie 2000 0.92 MW	3041	3241	6
Motores, Diesel, MTU serie 4000 1.89 MW	3046	3240	6
Motores, Diesel, Scania 0.34 MW	3213	3241	1

Resultados (cont.)

Comparación con los resultados de la base de Datos AP-42

Tecnología	Combustible	Contaminante	FE obtenido	FEAP-42
Turbinas 35 MW	Gas natural	CO	0.43	1.23
		CO ₂	2 064.92	1 654.45
		NO _x	4.08	4.81
		SO ₂	0.08	0.03
Turbinas 26 MW	Gas natural	CO	0.31	1.23
		CO ₂	1 733.91	1 654.45
		NO _x	2.44	4.81
		SO ₂	0.02	0.03
Pequeñas Calderas de procesos	Gas natural	CO	0.45	1.35
		CO ₂	2 052.84	1 922.20
		NO _x	0.64	2.24
		SO ₂	0.00	0.01
Calderas recuperadoras	Gas natural	CO	0.39	1.35
		CO ₂	2 067.92	1 922.20
		NO _x	4.22	2.24
		SO ₂	0.00	0.01

Resultados (cont.)

Tecnología	Combustible	Contaminante	FE obtenido	FE AP-42
Calderas CTE	Fuel Oil #5	CO	<u>5.18</u>	0.62
		CO ₂	3172.86	ND*
		NO _x	4.44	5.85
		SO ₂	39.07	41.24
Calderas CTE	Crudo (Fuel Oil #6)	CO	<u>25.19</u>	0.06
		CO ₂	2892.56	ND*
		NO _x	4.78	5.85
		SO ₂	128.85	150.5

Para el CO los valores medidos son superiores a los valores propuestos por la AP-42.

Resultados (cont.)

Tecnología	Combustible	Contaminante	FE obtenido	FE AP-42
Motores Combustión Interna Baterías Hyunday 4x1.7 MW	Fuel Oil #5	CO	<u>3,93</u>	0.06
		CO ₂	<u>3125,34</u>	2 684.70
		NO _x	<u>26,30</u>	15.05
		SO ₂	<u>31,62</u>	0.35
Motor BASAN 3.45 MW	Fuel Oil #5	CO	<u>4,64</u>	0.06
		CO ₂	<u>3140,15</u>	2 684.70
		NO _x	<u>37,66</u>	15.05
		SO ₂	<u>35,88</u>	0.35
Motores Combustión Interna MAN 3.85 MW	Fuel Oil #5	CO	<u>1,21</u>	0.06
		CO ₂	<u>3124,83</u>	2 684.70
		NO _x	<u>29,15</u>	15.05
		SO ₂	<u>38,63</u>	0.35
Motores Combustión Interna MTU serie 2000 1.15-2.3 MW	Diesel	CO	<u>6,83</u>	0.06
		CO ₂	<u>3041,26</u>	2 684.70
		NO _x	<u>18,74</u>	15.05
		SO ₂	<u>10,14</u>	0.35
Motores Combustión Interna Scania 0.42-0.5 MW	Diesel	CO	<u>6,87</u>	0.06
		CO ₂	<u>3213,01</u>	2 684.70
		NO _x	<u>22,82</u>	15.05
		SO ₂	<u>6,82</u>	0.35
Motores Combustión Interna MTU serie 4000	Diesel	CO	<u>3,84</u>	0.06
		CO ₂	<u>3046,46</u>	2 684.70
		NO _x	<u>19,88</u>	15.05
		SO ₂	<u>6,93</u>	0.35

Resultados

Se determinaron las incertidumbres de dichos valores empleando la metodología descrita por el IPCC obteniéndose para casi todos los valores un intervalo de confianza cerca del 95 %.

Tecnología	Factor de emisión (g/kg)			
	CO	CO ₂	NO _x	SO ₂
Crudo (Calderas CTE)	<u>25.2 ± 7.3</u>	2892.6 ± 71.5	<u>4.8 ± 1.3</u>	128.9 ± 4.9
Fuel Oil (Calderas CTE)	<u>5.2 ± 3.7</u>	3172.9 ± 12.7	4,4 ± 0,2	39,1 ± 0,5
Diesel (motores)	5,8 ± 0,4	3106.8 ± 19.0	21,0 ± 0,7	7,6 ± 0,4
Fuel Oil (motores)	2,6 ± 0,4	3130.5 ± 13.8	29,3 ± 0,9	35,6 ± 0,8

Para las Calderas se obtuvieron altos valores de incertidumbre para CO y NO_x (crudo)

Fuente: Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero

Conclusiones

- Los FE pueden sustituir los datos de mediciones de gases contaminantes en ausencia de tecnología de medición. “Estado óptimo es medir”.
- Los datos de FE obtenidos constituyen un paso de avance para sustituir aquellos obtenidos por “otros”, bajo condiciones tecnológicas diferentes a las nuestras.
- Los resultados muestran valores aceptables para la mayoría de los contaminantes. Sin embargo, es necesario continuar los trabajos para mejorar los resultados.
 - Mejorar el tratamiento estadístico de los resultados.
 - Incorporar mayor número de muestras (mediciones)