

Evaluación preliminar del impacto ambiental de una tecnología para la reducción del dióxido de azufre en los gases de la combustión

Isnel BENÍTEZ CORTES^{1*}; Luís Beltrán RAMOS SÁNCHEZ¹; Agustín GARCÍA RODRÍGUEZ²; Fernando PRIETO MONTENEGRO³.

¹ Universidad de Camaguey, Carretera Circunvalación Norte km 51/2, Camaguey, Cuba.

² Universidad Central de Las Villas, Carretera de Camajuani, km 51/2, Santa Clara, Villa Clara, Cuba

³ Central Termoeléctrica 10 de octubre, Bufadero, Nuevitas, Camaguey, Cuba.

*Autor para la correspondencia. Tlf. 0053 23 26 1192. Correo-e: isnel.benites@reduc.edu.cu

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo realizar un estudio preliminar del impacto ambiental de la introducción de una tecnología para la reducción del dióxido de azufre en los gases de la combustión en una central termoeléctrica. Para el desarrollo del mismo se utiliza en software SimaPro 6.0 de pre'Consultants, utilizando la metodología del ecoindicador 99 (H) V2 / Europa EI 99 H/H.

Para determinar los niveles de SO₂ emitidos se realiza un experimento factorial simulado y se realizan los balances de masa y energía en el generador de vapor con el fin de obtener los volúmenes de gases de la combustión.

Los resultados muestran que la introducción de la tecnología tiene un impacto positivo en la salud humana, la calidad del ecosistema y la acidificación. Por su parte, no tiene una influencia en el cambio climático.

Palabras-claves: óxidos de azufre, impacto ambiental, cambio climático.

INTRODUCCIÓN

El fenómeno de la contaminación tiene una estrecha vinculación con el desarrollo industrial y poblacional. La degradación del medio ambiente, debido a la actitud adoptada por los seres humanos hacia la naturaleza durante el último siglo, ha dado lugar a uno de los problemas capitales que la humanidad tiene planteados en la actualidad: la contaminación (Yáñez, 1993).

De las diferentes formas de contaminación que existen, la causada por la emisión de gases a la atmósfera, ya sea por la utilización de combustibles fósiles o como residuales de plantas químicas, ha sido una de las que más han afectado al medio ambiente y tienen la particularidad de que sus efectos pueden palparse a grandes distancias de los principales

emisores, llegando a resultar un problema global que puede involucrar a varias naciones.

Entre los gases que se emiten a la atmósfera, el dióxido de azufre (SO₂), es uno de los más importantes por las consecuencias catastróficas que tiene sobre el medio ambiente y los seres humanos (Seager y Stoker, 1982; Feliú y Andrade, 1991).

Desde hace unos años, a raíz de la crisis energética mundial los precios de los combustibles en el mercado internacional se han incrementado. Debido a este problema, Cuba se ha visto en la necesidad de utilizar el crudo nativo para la generación de energía eléctrica y otras producciones. Este petróleo tiene un alto contenido de azufre, lo que ha traído como consecuencia, un incremento en las emisiones del SO₂ a la atmósfera.

Actualmente, no existen tecnologías instaladas en las plantas generadoras de potencia para la reducción

de este gas contaminante, por lo que el desarrollo de una tecnología por vía seca, puede darle respuesta a esta problemática.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es evaluar el impacto ambiental de la introducción de esta tecnología realizando un inventario de las emisiones antes y después de su introducción.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolla en la Unidad N° 6 de 125MW en la Central Termoeléctrica 10 de octubre, del municipio Nuevititas, en la provincia de Camaguey (Cuba). Con un total de 3600 datos de una serie histórica durante cinco meses, se utilizan los valores de los flujos de petróleo así como su contenido de azufre y, en función de estos, se determinan el volumen, flujo y composición de los gases de la combustión (Tanquero, 1985).

Posteriormente, se obtiene la estadística descriptiva de la potencia de generación, la cual tiene un comportamiento de ateorio, donde se destaca que en el rango entre 70-110 MW es donde se ajusta a una distribución normal, por lo que se escogen estos valores como máximo y mínimo para la determinación del impacto ambiental de la tecnología.

Posteriormente, se programa en una hoja de cálculo en Microsoft Excel, los balances de masa y energía, teniendo en cuenta los consumos del aditivo que se introduce en los gases de la combustión para

Con los resultados, se realiza una evaluación del impacto ambiental por concepto de emisiones en el proceso de combustión antes y después de aplicar la tecnología. Para ello, se emplea el Software SimaPro 6.0 de pre'Consultants, utilizando la metodología del ecoindicador 99 (H) V2 / Europa EI 99 H/H.

Se le llama *potencia I* al producto del proceso de generación de 70 MW y *potencia II* al de 110 MW definido como el valor máximo y mínimo del rango en estudio. Estos casos corresponden al sistema de generación sin aplicarse la tecnología. Por otra parte, se denomina *potencia III* a la generación de 70 MW una vez aplicada la tecnología y *potencia IV* a la generación de 110 MW después de aplicarse la tecnología.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra el inventario de datos considerados comparando las fases del producto (Emisiones en cada caso base 1 seg). Se realiza un análisis comparativo de los cuatro procesos.

La Figura 1 muestra los resultados de la caracterización en la evaluación de impactos ambientales. Se observa que las emisiones de dichos procesos contribuyen al impacto ambiental por las categorías de impactos analizadas: efectos respiratorios por compuestos inorgánicos (SO₂), cambio climático (CO₂) y relación acidificación/eutrofización (SO₂).

**TABLA 1. Inventario de datos considerados comparando fases del producto.
(Emisiones en cada caso base 1 seg).**

No	Sustancia	Compartimento	Unidad	Potencia	Potencia II	Potencia III	Potencia IV
1	Argon-41	Aire	Bq	374	547	374	547
2	Dióxido de carbono, fósil	Aire	kg	6,71	9,8	6,71	9,8
3	Nitrogeno	Aire	kg	22	32,2	22	32,2
4	Oxígeno	Aire	kg	3,28	4,79	3,28	4,79
5	Dióxido de azufre	Aire	g	293	427	15	21
6	Agua	Aire	kg	2,48	3,62	2,48	3,62

remover el SO₂. Con estos consumos, y teniendo en cuenta los requerimientos de reducción de este gas en el mundo, (<http://www.power.alstom.com/>; Kraminsky, 2002) se determinan los valores de sus emisiones.

Por otra parte, según estudios cinéticos realizados (Allen, 1996; Dennis, 1990), las conversiones del sólido que se alcanzan son muy bajas, sobre todo a bajas temperaturas (Benítez, 2004). Por lo tanto, se diseña un experimento factorial 23 simulado en el Microsoft Excel para obtener los valores de las emisiones de SO₂, sin la introducción de la tecnología (estado actual) y con la introducción de la tecnología.

En la categoría de cambio climático, el efecto de potencia es menor que el de potencia II con diferencia del orden 0,65e⁻⁶, lo que se justifica por la menor magnitud de las emisiones de CO₂ a la atmósfera en este caso. Similarmente, se manifiestan Potencia III y Potencia IV. No obstante, Potencia y Potencia III, así como Potencia II y Potencia IV muestran valores similares dado porque la tecnología aplicada no produce cambios en las emisiones de CO₂.

En el caso de la categoría de impactos sobre los efectos respiratorios de compuestos inorgánicos, se observan similares comportamientos de Potencia a Potencia II y de Potencia III a Potencia IV.

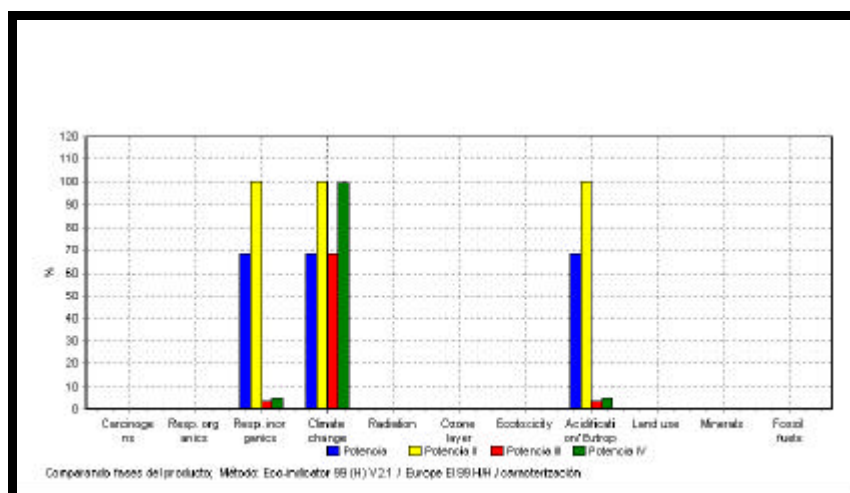


FIGURA 1. Resultados de la caracterización en la evaluación de impactos ambientales.

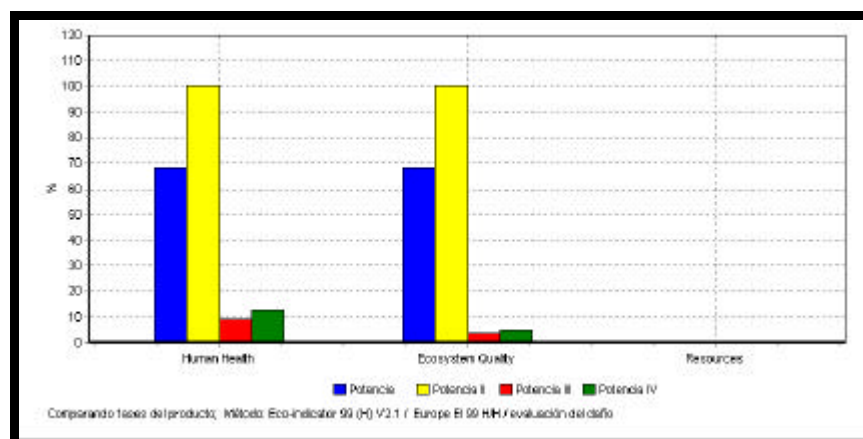


FIGURA 2. Resultados por categorías de la evaluación del daño.

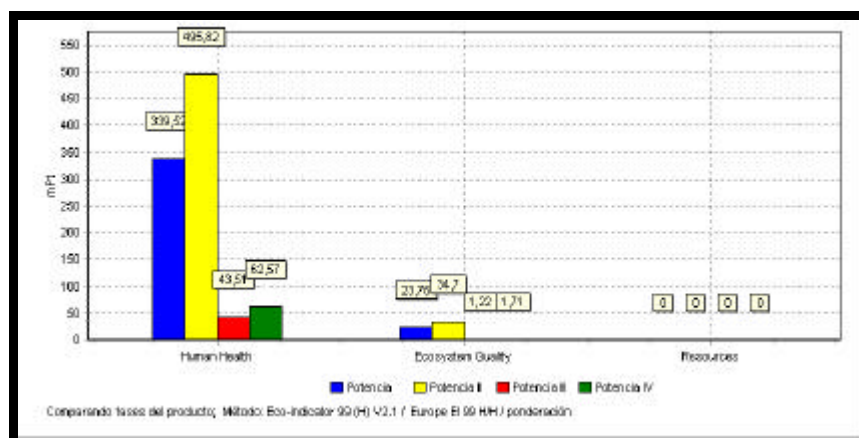


FIGURA 3. Comparación de las fases del producto. Resultados ponderados.

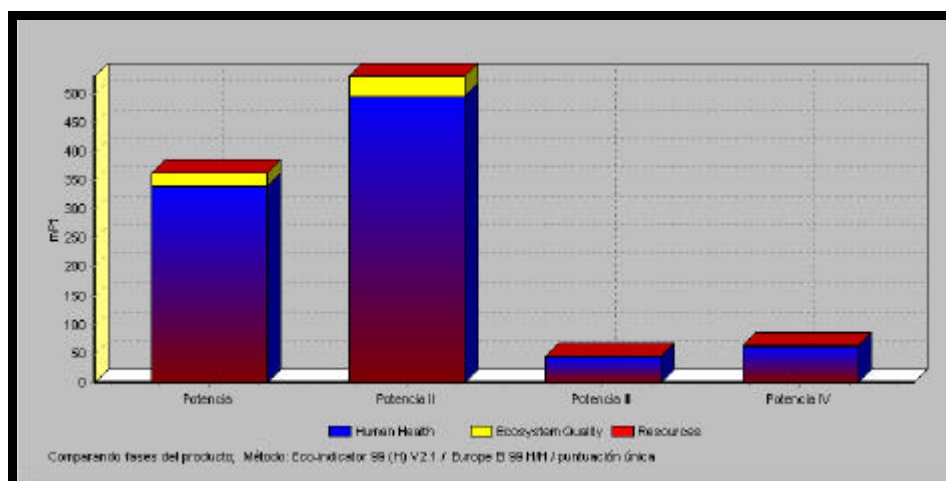


FIGURA 4. Comparación de las fases del producto. Resultados ponderados.

Categoría de Impacto	Unidad	Potencia	Potencia I	Potencia II	Potencia IV
Total		0,363	0,531	0,0447	0,0643
Cancerígenos	Pt	X	X	X	X
Resp. Orgánicos	Pt	X	X	X	X
Resp. inorgánicos	Pt	0,312	0,456	0,016	0,0224
Cambio climático	Pt	0,0275	0,0402	0,0275	0,0402
Radiación	Pt	X	X	X	X
Capa de ozono	Pt	X	X	X	X
Ecotoxicidad	Pt	X	X	X	X
Acidificación	Pt				
Eutroficación	Pt	0,0238	0,0347	0,00122	0,00171
Uso de tierras	Pt	X	X	X	X
Minerales	Pt	X	X	X	X
Combustibles fósiles	Pt	X	X	X	X

Tabla 2. Resultados de la contribución total por categorías de impacto.

Sin embargo, de Potencia a Potencia III se observa una disminución significativa del impacto ambiental, del orden de $8,19e^{-7}$ hasta $1,6e^{-5}$ y de Potencia II a Potencia IV, una disminución de $1,15e^{-6}$ a $2,33e^{-5}$. Esto justifica que la introducción de la tecnología en la zona de bajas temperaturas, favorecería la disminución de los efectos respiratorios de los gases de la combustión, específicamente el SO_2 .

Similar análisis se puede realizar para la categoría de impacto acidificación /eutrofización.

En la Figura 2, se muestran los resultados por categorías de la evaluación del daño. Similarmente, se observa la disminución del impacto a la salud humana y a la calidad del Ecosistema con la introducción de la tecnología.

En la Figura 3, se muestran los resultados ponderados [en Pt (ecopuntos)]. Se destaca que Potencia II muestra el mayor ecopuntaje y que el

mayor impacto es a la salud humana en todos los casos. El impacto disminuye significativamente de Potencia a Potencia III ($0,363$ a $0,0447$) y de Potencia II a Potencia IV ($0,531$ a $0,0643$).

Similar análisis se puede realizar en la Figura 4.

En la Tabla 2 se muestran los resultados de la contribución total por categorías de impactos, pero ponderados (9 en puntos).

BIBLIOGRAFÍA

- TANQUERO, N. Guía metodológica para proyectos de curso de generadores de vapor. / N. Tanquero; L. M. Aballe; N. Reyes. 1985.
- KAMINSKY, J. Technologies and costs of SO_2 -emissions reduction for the energy sector. / J. Kaminsky. Enero, 2003.

3. BENITEZ, I. Obtención de las curvas cinéticas de la reacción entre el dióxido de azufre y la cal. / I. Benítez y colaboradores. En *Revista Tecnología Química*, vol XXXIV, no 3, 2004.

4. DENNIS, J.S. Mechanism of the sulphation of calcined limestone particles in combustion gases./ J.

S. Dennis, Hayhurst, A.N. En *Chemical Engineering Science*, 45 (5): 1175-1187, 1990.

5. ALLEN, D. Kinetics pf the reaction between gaseous sulfur trioxide and solid calcium oxide. / D. Allend, A.N. Hayhurst. En *Journal Chemical Society, Faraday Trans*, 92 (7), 1996.