



Ciencia en su PC

ISSN: 1027-2887

cpc@megacen.ciges.inf.cu

Centro de Información y Gestión Tecnológica
de Santiago de Cuba
Cuba

Uribazo Díaz, Pedro Celestino; Tito Ferro, Daria; Ochoa Estévez, Juan Omar

INFLUENCIA DE LAS CALDERAS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

Ciencia en su PC, núm. 3, julio-septiembre, 2006, pp. 1-13

Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba

Santiago de Cuba, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181322792006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

INFLUENCIA DE LAS CALDERAS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

Autor(es): Ing. Pedro Celestino Uribazó Díaz

Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA)

E-mail: uribazo@cnea.uo.edu.cu

Lic. Daria Tito Ferro

Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA)

E-mail: daria@cnea.uo.edu.cu

Tec. Juan Omar Ochoa Estévez

Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA)

E-mail: juan@cnea.uo.edu.cu

RESUMEN

El trabajo tiene como objetivo dar a conocer algunos elementos que muestran la influencia sobre el medio ambiente de los gases de escape, producto de la combustión, emitidos a través de las chimeneas de las calderas de vapor de agua instaladas en industrias, hospitales y centros turísticos. Incluye, además, resultados obtenidos en investigación realizada, durante el año 2004, en instalaciones de calderas de los Hospitales Infantil Norte, Materno Norte y Provincial Saturnino Lora, ubicados en una zona densamente poblada del Municipio de Santiago de Cuba.

ABSTRACT

The work has as objective to give to know some elements that show like they influence on the environment the escape gases, product of the combustion, emitted through the chimneys of water's steam boilers installed in industries, hospitals and tourist centers, also includes results obtained in carried out investigation, during the year 2004, in facilities of boilers of the Hospitals Infantile North, Maternal North and Provincial Saturnine Lora, located in an area densely populated of the Municipality of Santiago from Cuba.

Palabras claves: Calderas, contaminación ambiental (Boilers, environmental contamination).

INTRODUCCIÓN

Las calderas son equipos o sistemas capaces de transformar en energía térmica la energía contenida en un combustible, mediante su combustión, y transferirla al agua para producir vapor, que se usará como sustancia de trabajo en otros equipos o sistemas.

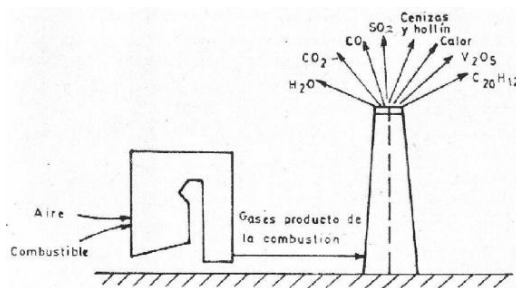


Figura 1. Contaminantes emitidos a través de las chimeneas de calderas

Los efectos producidos por la contaminación atmosférica dependen principalmente de la concentración de contaminantes, del tipo de los contaminantes presentes, ver Figura 1, del tiempo de exposición y de las fluctuaciones temporales en las concentraciones de contaminantes, así como de la sensibilidad de los receptores y los sinergismos entre contaminantes. Hay que tener muy en cuenta la graduación del efecto a medida que aumentan la concentración y el tiempo de exposición.

I. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

1.1 Efectos sobre la salud humana

Se ha comprobado la relación existente entre la contaminación atmosférica, producida por partículas en suspensión y el anhídrido sulfuroso (SO_2), y la aparición de bronquitis crónica caracterizada por la producción de flemas, la exacerbación de catarrros y dificultades respiratorias tanto en los hombres como en las mujeres adultas. Se ha observado igualmente, que cuando las concentraciones tanto de SO_2 como de partículas en suspensión superan los 500 microgramos / metro cúbico de aire, como promedio de 24 horas, se produce un aumento de la mortalidad en la población en general, siendo los grupos más sensibles los individuos con procesos cardíacos o pulmonares. Con promedios diarios de 250 microgramos / metro cúbico de SO_2 y de humos se ha registrado el empeoramiento en los enfermos con afecciones pulmonares.

Es de destacar que las concentraciones de partículas en suspensión y de SO_2 que pueden provocar la aparición de efectos sobre la salud, pueden variar de un lugar a otro según cuáles sean las características físicas y químicas de las partículas, y en función de la presencia en el aire de otros contaminantes que puedan producir efectos sinérgicos con aquellos.

La presencia en el aire de elevadas concentraciones de monóxido de carbono (CO) representa una amenaza para la salud. El CO inhalado se combina con la hemoglobina de la sangre, dando lugar a la formación de carboxihemoglobina, lo que reduce la capacidad de la sangre para el transporte de oxígeno desde los pulmones hasta los tejidos.

Se ha comprobado que una saturación de carboxihemoglobina por encima del 10% puede provocar efectos sobre la función psicomotora que se manifiesta con síntomas de cansancio, cefaleas y alteraciones de la coordinación. Por encima del 5% de saturación se producen cambios funcionales cardíacos y pulmonares y se aumenta el umbral visual. No se han encontrado pruebas que indique efectos significativos con una concentración de carboxihemoglobina inferior al 2%.

Los óxidos de nitrógeno, NO_x, son contaminantes igualmente peligrosos para la salud. La mayor parte de los estudios relativos a los efectos de los NO_x se han ocupado, sobre todo, del NO₂ ya que es el más tóxico. Los efectos producidos por el NO₂ sobre los animales y los seres humanos afectan, casi por entero, al tracto respiratorio. Se ha observado que una concentración media de 190 microgramos de NO₂ por metro cúbico de aire, superada el 40% de los días, aumenta la frecuencia de infecciones de las vías respiratorias en la población expuesta.

Otras sustancias tóxicas presentes en el aire tales como el Benzopireno (C₂₀H₁₂), pueden provocar modificaciones genéticas y malformaciones en los fetos, siendo algunos de ellos cancerígenos.

El pentóxido de vanadio (V₂O₅) irrita la piel y mucosas (0,1 miligramos / metro cúbico después de 8 horas) y actúa como un tóxico sanguíneo, hepático y renal. Los síntomas de intoxicación por exposición crónica son: bronquitis, neumonía, anemia, lesiones hepáticas y renales (concentraciones de 0,1 - 0,4 miligramos / metro cúbico) durante 10 años pueden generar cambios en las mucosas nasales, bronquitis crónica y decoloración de la lengua (HORN,1989). El efecto depende del tamaño de las partículas: los aerosoles > 5 µm no pueden penetrar a los pulmones. 40-60% son excretados por vía urinaria después de 1-3 días y el 10-12% es excretado por vía intestinal. El pentóxido de vanadio inhibe las enzimas y no permite la síntesis del ácido ascórbico y de los ácidos grasos además de afectar al ADN (HORN, 1989).

Las partículas sólidas dispersas en la atmósfera como el hollín (C) y las cenizas, cuyo diámetro va de 0.3 a 10 µm en su fracción respirable, tienen la particularidad de penetrar en el aparato respiratorio hasta los alvéolos pulmonares provocando irritación en las vías respiratorias; su acumulación en los pulmones agrava el asma y las enfermedades cardiovasculares.

1.2 Efectos sobre las plantas

Las plantas muestran una especial sensibilidad a la mayor parte de los contaminantes del aire, y sufren daños significativos a concentraciones mucho más bajas que las necesarias para causar efectos perjudiciales sobre la salud humana y animal.

Es muy difícil establecer valores límites de la contaminación atmosférica a partir de los cuales los efectos negativos se empiezan a manifestar, ya que estos dependen de la constitución de la planta y de la especie de que se trate, es decir, hay una especificidad de respuestas.

Por otra parte, los efectos producidos por la contaminación atmosférica se pueden manifestar por la alteración de diversos mecanismos vitales de las plantas. Así, las funciones metabólicas y los tejidos vegetales se pueden ver afectados como consecuencia de la acción de gases como el anhídrido sulfuroso (SO_2) y el monóxido de carbono (CO). Los daños causados se manifiestan en forma de necrosis foliar en áreas localizadas que presentan un color marrón-rojizo-blanco, de clorosis, adquiriendo el tejido una coloración verde pálida o amarilla, o por la aparición de manchas puntuales necróticas. Si la acción del contaminante es muy fuerte puede llegar a paralizar el crecimiento de la planta.

Entre los distintos contaminantes que se presentan generalmente en el aire ambiente, el SO_2 es el que tiene mayor importancia debido a la gran toxicidad que tiene para la vegetación.

Los daños producidos por el SO_2 a las plantas obedecen a la exposición a altas concentraciones durante períodos cortos; o por la exposición a concentraciones relativamente bajas durante largos períodos.

Los daños agudos se producen como consecuencia de exposiciones cortas a concentraciones elevadas. Exposiciones medias diarias de 130 microgramos de SO_2 por metro cúbico de aire durante el período de crecimiento, pueden causar daños en las coníferas más sensibles. Estos daños se caracterizan por la aparición de necrosis apicales de color rojo o anaranjado.

La exposición a menores concentraciones durante tiempos de exposición más largos ocasiona lesiones crónicas. Exposiciones medias anuales de anhídrido sulfuroso de 50 microgramos por metro cúbico de aire pueden causar daños a especies forestales sensibles. Estas se manifiestan por un gradual amarillamiento de la hoja que se va extendiendo desde la zona apical a la base de la misma, causada por dificultades en el mecanismo sintetizador de la clorofila. En las plantas dañadas se encuentran grandes cantidades de sulfato en las hojas con síntomas crónicos.

Las brumas de ácido sulfúrico (SO_4H_2), causadas por la presencia en el aire de los óxidos de azufre, producen daños en las hojas, caracterizados por la aparición de manchas producidas por las gotas de ácido depositadas sobre las hojas humedecidas por el rocío o la niebla. Concentraciones relativamente bajas de SO_2 pueden causar daños importantes en la vegetación sensible, como consecuencia de la

acción sinérgica de este contaminante con el ozono y los óxidos de nitrógeno (NO_x), aunque estos se presenten en bajas concentraciones en el aire.

Entre los óxidos de nitrógeno solo el NO_2 es tóxico para las plantas, a pequeñas concentraciones y largo tiempo de exposición. Los daños se manifiestan por la aparición de necrosis y clorosis de color negro o marrón rojizo en las hojas. Los sinergismos de NO_2 y SO_2 provocan a bajas concentraciones alteraciones en la vegetación. Este hecho se ha observado en las zonas urbanas.

El hollín (C) y las cenizas interfieren en la fotosíntesis de las plantas.

1.3 Efectos sobre los materiales

Cada vez se está prestando más atención, tanto por sus repercusiones económicas como por los daños irreparables que causa sobre los objetos y los monumentos de alto valor histórico-artístico, a los efectos que la contaminación atmosférica produce sobre los materiales.

La acción de los contaminantes atmosféricos sobre los materiales puede manifestarse por la sedimentación de partículas sobre la superficie de los mismos, afeando su aspecto externo, o por ataque químico al reaccionar el contaminante con el material. Los óxidos de azufre (SO_x) causan daños a muchos tipos de materiales, bien directa o indirectamente. Un alto contenido de SO_x en el aire produce la aceleración de la corrosión de los metales tales como el acero al carbono, zinc, acero galvanizado, compuestos del cobre, níquel y aluminio. Esta aceleración se ve favorecida por la presencia de partículas depositadas por la humedad y por la temperatura.

En general, puede señalarse que la corrosividad de una atmósfera depende de condiciones meteorológicas y factores de contaminación. Se han observado correlaciones entre tasas de corrosión en metales y concentraciones de SO_2 en la atmósfera, dándose las tasas de corrosión más altas en zonas industrializadas. Las nieblas de ácido sulfúrico procedentes de la conversión catalítica del SO_2 a SO_3 en la atmósfera, atacan a los materiales de construcción como el mármol, la caliza y la argamasa, convirtiendo los carbonatos en sulfatos solubles en el agua de lluvia. Esto unido a que el volumen específico de los sulfatos es mayor que el de los carbonatos, hace que en la piedra aparezcan escamas y se debilite mecánicamente.

Los compuestos de azufre pueden producir daños en pinturas plásticas, papel, fibras textiles y sobre los contactos eléctricos de los sistemas electrónicos, dando lugar a deficiencias en su funcionamiento. La acción de los oxidantes fotoquímicos se produce sobre todo en los cauchos y elastómeros en los que causan un rápido envejecimiento y agrietamiento. Los óxidos de nitrógeno (NO_x) decoloran y estropean las fibras textiles.

El hollín (C) y las cenizas deterioran los materiales de construcción y otras superficies.

1.4 Efectos Globales

Cada vez está más admitida la necesidad de realizar estudios sobre los posibles efectos que a largo plazo puede producir la contaminación atmosférica sobre los distintos ecosistemas, sobre el clima y sobre la estratosfera. Tanto las modificaciones de las características de los suelos, debidas al lavado de los elementos del mismo por las lluvias ácidas, como los cambios producidos en las grandes masas de agua por el aumento de la concentración de metales tóxicos, pueden tener consecuencias ecológicas irreversibles.

El aumento de las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) y de otros contaminantes en la atmósfera puede dar lugar a una elevación general de la temperatura del globo terráqueo, el llamado “**efecto invernadero**”, que modificaría el régimen de lluvias, lo que produciría alteraciones sobre las tierras cultivables y la extensión de los desiertos. Por otra parte, los sulfatos y las partículas finas que disminuyen la visibilidad, como el hollín (C) y las cenizas, puede igualmente reducir la intensidad de la radiación solar.

1.5 Efectos sobre los ecosistemas (lluvias ácidas)

Los primeros efectos producidos por las precipitaciones ácidas se detectaron en cientos de lagos de Escandinava, alrededor de los años 60. En la actualidad, más de 18,000 lagos están acidificados, en Suecia alrededor de 6,000 de ellos muestran graves daños sobre la biología acuática, y unos 2,000 de los situados en la zona meridional y central han perdido sus poblaciones piscícolas.

La acidificación de las aguas interiores tiene efectos muy graves sobre los ecosistemas acuáticos. Se ha demostrado que todos los tipos de organismos integrantes de los ecosistemas de agua dulce son sensibles a la acidificación, produciéndose cambios en todos los niveles tróficos. La acidificación de los lagos y de las masas de agua se está extendiendo progresivamente cada vez a mayor número de países, afectando día a día a más extensas áreas.

Las zonas más propensas a la acidificación del agua tienen suelos ácidos de poca profundidad, superpuestos a rocas graníticas o son suelos arenosos muy erosionados. El aumento de la acidez del agua de los lagos y ríos provoca un fuerte aumento del contenido de iones aluminio disuelto en el agua. El ión aluminio es muy tóxico para la mayor parte de los organismos y se cree que la causa última de la muerte de las poblaciones de peces en los lagos acidificados se debe al envenenamiento por aluminio. Otros metales tales como el cadmio, zinc y plomo tienen igualmente una mayor facilidad para disolverse, por lo que son más accesibles para los animales y plantas acuáticas.

Los suelos presentan, por lo general, una mayor resistencia a la acidificación que el agua. No obstante, el grado de sensibilidad puede variar muy ampliamente de unas zonas a otras dependiendo, principalmente, del espesor de la capa de humus, de la consistencia del sustrato, así del tipo de rocas y suelo. Uno de los efectos más importantes de la acidificación de los suelos es, probablemente, el incremento de la movilidad con las consiguientes pérdidas por lixiviación de ciertos cationes metálicos de carácter básico tales como el calcio, magnesio, potasio y aluminio.

En Europa Central, las altas deposiciones de compuestos de azufre y nitrógeno han producido graves daños sobre amplias áreas de suelo y bosques. El daño a los bosques probablemente ha sido causado por la acción combinada de ácidos y metales en el suelo y por las altas concentraciones de SO_2 presentes en el aire de estas zonas. La combinación de un bajo pH en el agua del suelo unido a la presencia de metales, principalmente aluminio, produce daños en las raíces de los árboles, a través de las cuales absorben gran cantidad de nutrientes. Este hecho produce una pérdida de vitalidad haciéndolos especialmente sensibles a las plagas.

1.6 Efectos sobre el clima (efecto invernadero)

Observaciones realizadas en Suecia, Australia, Alaska y Hawai muestran que la concentración de CO_2 , que oscilaba entre 265 y 290 ppm antes de los años cincuenta del pasado siglo XX, llegó a ser de 330 ppm en 1976, aumentando a un ritmo de alrededor de 1 ppm en el curso de los últimos años.

Se cree que el incremento de CO_2 en la atmósfera es debido a las alteraciones que las actividades humanas producen en el ciclo biogeoquímico del carbono ya que, por una parte, en la combustión de combustible fósiles y en los incendios forestales se producen grandes cantidades de CO_2 , y por otra parte, estos mismos incendios y la tala progresiva de bosques, que ocasionan una disminución de las masas forestales mundiales, la degradación del suelo y la creciente desertificación, y una disminución de la tasa de la absorción total del CO_2 presente en la atmósfera por la vegetación.

El incremento de la concentración del CO_2 en la atmósfera puede alterar la temperatura de la Tierra debido a que el CO_2 es transparente a la radiación solar recibida del sol, dejándola pasar libremente, pero absorbe la radiación infrarroja emitida desde la tierra. El efecto total es que cuanto mayor sea la concentración de CO_2 en la atmósfera, mayor es la cantidad de energía recibida por la Tierra desde el Sol que queda atrapada en la atmósfera en forma de calor. Este fenómeno que se conoce con el nombre de “**efecto invernadero**” produciría un recalentamiento de la atmósfera.

Se ha estimado que, de duplicarse la concentración actual de CO_2 en la atmósfera, podría aumentar en dos o tres grados centígrados la temperatura de la misma. En las zonas lluviosas se incrementarían las

precipitaciones y las zonas áridas serán aún más áridas, mientras que los hielos polares comenzarán a derretirse.

Las partículas finas presentes en la atmósfera, como el hollín y las cenizas, pueden tener igualmente efectos sobre el clima. Las partículas finas tienen una doble acción sobre la radiación solar: por una parte, difunden la luz incidente y, por otra, absorben una parte de esta radiación, lo que ocasiona un calentamiento de las partículas y la emisión de radiación infrarroja. Los efectos atmosféricos que producen dependerán de la altitud a que las partículas se encuentren.

Las de baja altura disminuyen el flujo solar sobre el suelo, pero contribuyen a aumentar el efecto invernadero. A más alta altura, el efecto de barrera solar es preponderante, produciendo un enfriamiento de la baja atmósfera y un calentamiento en la estratosfera. Las partículas pueden causar también efectos sobre el clima de forma indirecta al actuar como núcleos de condensación del vapor de agua y jugar éste un importante papel en los cambios de calor atmosférico.

1.7 Normas de Concentraciones Máximas

La presencia de sustancias contaminantes en el aire atmosférico ha conducido a la necesidad de establecer normas de Concentraciones Máximas Admisibles (CMA) para dichos sustancias nocivas en la atmósfera.

Tabla 1. Normas de Concentraciones Máximas de Contaminantes Atmosféricos

Contaminantes	Formula química	Concentraciones Máximas Admisibles (CMA) miligramos / metro cúbico	
		Máx. Instantáneo (en 20 minutos)	Media diaria (Promedio en 24 horas)
Benzo-a-pireno	C ₂₀ H ₁₂	-	1 x 10 ⁻⁶
Dióxido de Azufre	SO ₂	0.50	0.05
Dióxido de Nitrógeno	NO ₂	0.085	0.04
Hollín	C	0.15	0.05
Monóxido de Carbono	CO	5.00	3.00
Monóxido de Nitrógeno	NO	0.6	0.06
Pentóxido de Vanadio	V ₂ O ₅	-	0.002

En la Tabla 1 se muestran las CMA de los principales contaminantes emitidos a través de las chimeneas de las Calderas, según la norma cubana NC 93-02-202, de 1987, que está vigente actualmente (año 2004).

La concentración máxima admisible de una sustancia nociva es aquella para la cual no es posible descubrir su influencia directa o indirecta sobre el hombre y la naturaleza. La existencia de normas de calidad del aire permite dirigir los esfuerzos en la lucha contra la contaminación atmosférica de forma más racional, fundamentalmente en aquellas zonas en las cuales la contaminación de la atmósfera sobrepasa el valor de la concentración máxima admisible.

Las concentraciones máximas admisibles (CMA) de contaminantes atmosféricos pueden ser:

1. CMA máxima momentánea (en 20 minutos)
2. CMA media diaria (promedio en 24 horas)

La concentración máxima admisible media diaria es la de mayor importancia, ya que normaliza la influencia nociva como resultado de la acción de los contaminantes en un periodo de tiempo largo.

II. RESULTADOS DE UNA INVESTIGACIÓN ENERGÉTICA-AMBIENTAL

En el Municipio Santiago de Cuba existen decenas de calderas de baja y media presión, instaladas en hospitales, industrias y centros turísticos, las cuales emiten diariamente a la atmósfera un gran volumen de sustancias contaminantes a través de sus chimeneas, por esta razón fue desarrollado, durante el año 2004, un proyecto titulado “Investigación de la Contaminación Ambiental en el Entorno de Calderas del Municipio Santiago de Cuba”.

El proyecto que se ejecutó perseguía como **objetivo fundamental** investigar el impacto ambiental que provocan las emisiones de contaminantes a través de las chimeneas de calderas pertenecientes a los hospitales: Provincial “Saturnino Lora”, Infantil Norte y Materno Norte del Municipio Santiago de Cuba, debido a las quejas de pobladores del Reparto Sueño referentes a las emisiones de Hollín, que es un contaminante visible, pero como se conoce junto con este también salen por las chimeneas otros contaminantes.

La investigación fue llevada a cabo por dos grupos de trabajo, el primero estuvo formado por los integrantes del Grupo de Asesoría y Diagnostico de Instalaciones de Calor (GADIC) del Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA), y el segundo grupo estuvo formado por personal de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Oriente.

Entre las tareas fundamentales que se realizaron, durante la investigación, se encuentran:

- a) Diagnósticos Energético-ambientales.
- b) Encuestas a la población, especialistas y médicos de la familia.

2.1 Diagnósticos Energéticos-ambientales

Fueron realizados 3 Diagnósticos Energéticos- ambientales, uno en cada centro. A través de ellos, efectuados en tres hospitales, fueron obtenidos los resultados que se muestran en la Tabla 2.

Como puede verse, en la Figura 2a, el mayor porcentaje de sobreconsumo de combustible, y por tanto de baja eficiencia energética, corresponde al Hospital Provincial Saturnino Lora.

En las Figura 2b, 2c y 2d se muestra que, en el caso de las emisiones de las sustancias contaminantes, coincide que el Hospital Provincial Saturnino Lora es el que más aporta en la cantidad de sustancias contaminantes emitidas en exceso, siguiéndole el Hospital Infantil Norte.

Tabla 2. Concentraciones Máximas (miligramos /metro cúbico)

Entidad	Contaminante	CM	CMA
Hospital Infantil Norte	Dióxido de Azufre (SO₂)	1.41	0.5
	Monóxido de Carbono (CO)	0.261	5
	Hollín (C)	3.628	0.15
Hospital Materno Norte	Dióxido de Azufre (SO₂)	0.877	0.5
	Monóxido de Carbono (CO)	0.154	5
	Hollín (C)	0.753	0.15
Hospital Provincial Saturnino Lora	Dióxido de Azufre (SO ₂)	0.215	0.5
	Monóxido de Carbono (CO)	0.0.32	5
	Hollín (C)	0.552	0.15
CM = Concentración máxima obtenida.			
CMA = Concentración máxima admisible.			

La Tabla 2 muestra que el Hollín es la sustancia contaminante que alcanza valores mas altos de concentración en la zona, siempre mayores que la CMA, seguida por el Dióxido de Azufre. En el caso del Monóxido de Carbono los valores obtenidos siempre están por debajo de la CMA. El Hospital Infantil Norte es el que provoca las más altas concentraciones de contaminantes, seguido por el Hospital Materno Norte, porque sus chimeneas son las de más baja altura (10 y 11 metros respectivamente) y el Hospital Provincial Saturnino Lora es el que menos incide en las concentraciones pues la altura de su chimenea es de 25 metros.

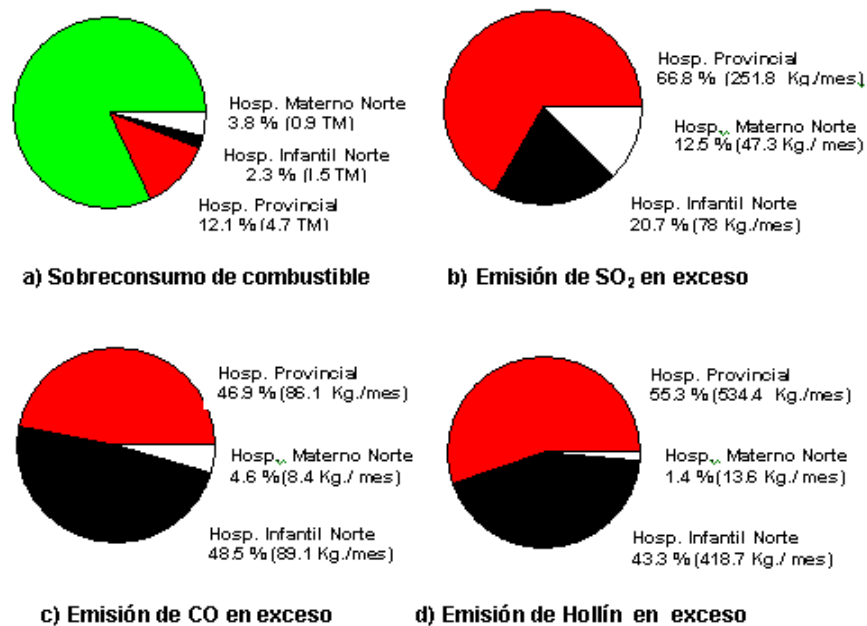


Fig. 2. Resultados de los Diagnósticos Energético-ambientales

2.2 Encuestas a la población, especialistas y médicos de la familia.

La población objeto de estudio estuvo constituida por todas las personas que son atendidas por los dos Consultorios del Médico de Familia (CMF) de la zona, entre los cuáles aleatoriamente, se escogieron las personas que asistieron a consultas en días alternos del período investigativo, hasta completar el tamaño de muestra determinado de 100 encuestados.

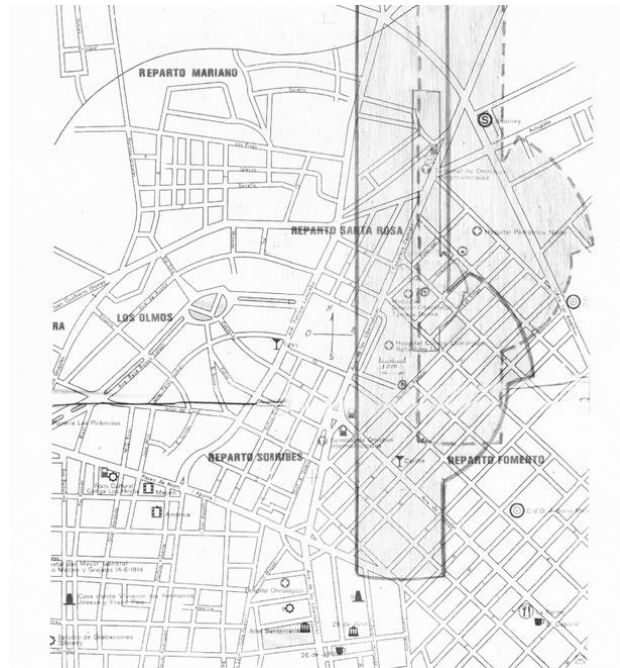
Basados en el principio del muestreo teórico, fueron seleccionados como Expertos los médicos de los 2 consultorios mencionados, y 5 operadores de las calderas. También se consideraron Informantes Claves a 25 personas escogidas entre adultos mayores y madres de niños menores de 5 años por ser considerados grupos de riesgo.

El total de encuestados fue de 132 personas.

Como resultado de la encuesta realizada, durante la ejecución del proyecto, por el grupo de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Oriente, en los Consultorios del Médico de la Familia, se manifestó la gran incidencia de casos de bronquitis y asma, sobre todo entre los niños de la zona evaluada, lo cual demuestra la acción perjudicial del Hollín y del Dióxido de Azufre y que no existe un programa de intervención comunitaria dirigido a capacitar a la población que atienden los médicos de la familia sobre el tema y sus consecuencias.

2.3 Área de afectación

En la Figura 3, se muestra el área que afecta las emisiones de Hollín provenientes de las chimeneas de las calderas de los tres hospitales evaluados.



- - - - - Área abarcada por Hollín emitido por Calderas del Hospital Infantil Norte
- Área abarcada por Hollín emitido por Calderas del Hospital Materno Norte
- Área abarcada por Hollín emitido por Calderas del Hospital Provincial Saturnino Lora

Fig. 3. Área de contaminación por Hollín

CONCLUSIONES

1. La ineficiencia energética de las calderas provoca una cantidad adicional de emisiones de sustancias contaminantes al Medio Ambiente.
2. Las bajas alturas de las chimeneas de las calderas producen valores más altos de concentraciones, de las sustancias contaminantes del medio ambiente, en las zonas aledañas a estas instalaciones.
3. Existe gran incidencia de casos de bronquitis y asma, sobre todo entre los niños, en la zona evaluada, lo cual demuestra la acción perjudicial del Hollín y del Dióxido de Azufre.
4. El personal médico especializado en los dos CMF estudiados, tiene conocimientos básicos sobre la contaminación, pero no tienen estructurada un programa de intervención comunitaria dirigido a capacitar a la población que atienden sobre el tema y sus consecuencias.

5. El personal de las calderas de los tres hospitales investigados posee un conocimiento insuficiente sobre la contaminación que genera su puesto de trabajo, aunque de manera empírica aplican algunas medidas para mejorar la situación.

RECOMENDACIONES

1. Deben tomarse las medidas necesarias para aumentar la eficiencia energética de las Calderas y disminuir con ello las emisiones de sustancias contaminantes al medio ambiente.
2. Deben aumentarse las alturas de las chimeneas en los centros evaluados, para disminuir las CM hasta valores por debajo de las CMA, en la forma siguiente:
 - En el Hospital Infantil Norte, desde los 10 que tienen actualmente hasta los 37 metros.
 - En el Hospital Materno Norte, desde los 11 que tienen actualmente hasta los 37 metros.
 - En el Hosp. Prov. Saturnino Lora, desde los 25 que tiene actualmente hasta los 33 metros.

REFERENCIAS

FLORENZANO A. I., Protección e higiene (Curso facultativo). Ciudad de la Habana.

INTERNET, sitios Web varios.

LEY 81 DEL MEDIO AMBIENTE, Cuba, 1997.

NC 39: 1999, Calidad del Aire. Requisitos Higiénico- Sanitarios.

OLIVA RUIZ, LUÍS OSCAR, Y COL. Explotación y materiales constructivos de generadores de vapor. Ediciones ISJAM, Santiago de Cuba, 1988, Págs. 255-259.

RIJTER L. A. Y COL. , Protección de las Fuentes de Agua y Aire de las Emisiones de las Centrales Eléctricas, en ruso, Editorial Moscú (en ruso), 1981.

SILVESTRE M. Y COL: Biología General 3 (12 grado). Editorial Pueblo y Educación. Ministerio de Educación, 1997.