



# CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA INTRADOMICILIARIA VIVIENDO CON EL ENEMIGO



**Las estufas y cocinas sin expulsión de gases al exterior<sup>1</sup> son responsables de las principales causas de la contaminación del aire al interior de las viviendas.**

GABRIEL RODRÍGUEZ JAQUE  
PROFESOR DE FÍSICA DE LA CONSTRUCCIÓN,  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL,  
UNIVERSIDAD DE CHILE

**E**L AIRE ATMOSFÉRICO puro y seco se compone de 78,03% de nitrógeno (N), 20,99% de oxígeno (O) y pequeñas cantidades de otros gases tales como 0,94% de argón, 0,03% de dióxido de carbono y trazas de otros. Además contiene humedad, agua en forma de gas (vapor), en cantidades variables del orden del 2% (dependiendo de la temperatura del aire y a presión normal). El aire respirable contiene además pequeñas cantidades de otros gases extraños, cuya concentración se expresa en partes por millón (ppm) en volumen. De hecho, el aire se considera tolerable si contiene menos de 1 ppm de monóxido de carbono, 0,01 ppm de dióxido de azufre, 0,01 ppm de óxidos de nitrógeno, 1 ppm de hidrocarburos y hasta 330 ppm de dióxido de carbono.

El principal efecto de la quema de combustibles consiste en la producción de gases y humos contaminantes, tales como hollín

(partículas de carbono), monóxido y dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, de azufre y otros. Si la combustión se realiza al interior de la vivienda con braseros, estufas de llama abierta, cocinas sin campana y fumadores, entonces el aire que respiramos en nuestro hogar estará más contaminado que el exterior. Cuando utilizamos estufas con chimenea al exterior y cocinas con campana extractora, estos gases se envían a la atmósfera exterior donde se diluyen y los vientos los disipan. Sin vientos, se acumulan y forman el smog como ocurre en Santiago y Temuco, especialmente.

La contaminación intradomiciliaria produce efectos en los habitantes, como enfermedades bronquiales, asma, irritación de mucosas y alergias, entre otras. Además, la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera es causa importante del efecto de invernadero cuya principal consecuencia consiste en el calentamiento global de la Tierra.

**La mayor contaminación al interior de la vivienda se debe casi exclusivamente al fenómeno de la combustión libre o de llama abierta que produce la quema de un combustible.**

## Humos y gases en la vivienda

Se denomina "humos" al conjunto de partículas suficientemente finas para mantenerse en suspensión en el aire, mezcladas con el resto de los gases producto de la combustión. Ésta, al interior de la vivienda, suele producirse por aparatos de calefacción a leña, carbón, kerosene y gas (licuado, natural y de ciudad) y en cocinas y calefones. Los aparatos a gas producen escaso humo, el que pasa desapercibido y se manifiesta en los conductos y campanas sólo después de largo tiempo por el depósito de fino hollín.

El aire atmosférico contiene cierto porcentaje de humedad que aumenta al interior del hogar por la evaporación de agua a causa de cocción de alimentos, duchas, plantas de interior, estufas sin expulsión de gases al exterior y secado de ropa, entre otros. Como el aire que ingresa a edificios y casas ya viene contaminado por la ciudad, la atmósfera hogareña contendrá gases, humos y vapor de agua. Las actividades de la vivienda productoras de contaminantes y vapor de agua son:

1. Calefacción con estufas a kerosene de llama abierta (a mecha).
2. Calefacción con estufas a gas licuado, natural o de ciudad de llama abierta.
3. Calefacción por medio de braseros a carbón.
4. Preparación de alimentos en cocinas a gas o kerosene sin campana expulsora de gases quemados al exterior.
5. Humo de cigarrillos.
6. Cantidad de personas y su actividad física.

La mayor contaminación se debe casi exclusivamente al fenómeno de la combustión

libre o de llama abierta que produce la quema de un combustible, afectando directamente al ambiente de la casa. Las actividades y aparatos contaminantes generan:

- Dióxido de carbono llamado también anhídrido carbónico ( $\text{CO}_2$ ).
- Monóxido de carbono (CO) en pequeñas cantidades dependiendo de cuán completa sea la combustión, causada por desperfectos o suciedad de los quemadores de estufas y cocinas.
- Agua de combustión en forma gaseosa (vapor invisible).
- Óxidos de nitrógeno y azufre en pequeñas cantidades producto de impurezas de los combustibles.
- Reducida cantidades de material particulado o humo (depende del estado de los quemadores).
- Pequeñas cantidades de breas y aerosoles dependiendo del tipo de combustible usado.
- A esto se suma, si hay fumadores, el humo de cigarrillos

Cuando los combustibles se queman, se combinan con el oxígeno del aire formando óxidos (llamados productos de la combustión) y generando calor (ver diagrama).

Hay que considerar que cuando hay cierta escasez de aire para la combustión, ésta se desarrolla en forma incompleta generando más monóxido de carbono y finas partículas de carbono que forman el hollín o humo oscuro. ¿Qué tan dañinos son los productos de la combustión? Veamos los principales gases y partículas que generan.

**Monóxido de carbono (CO).** Se trata de un gas incoloro, inodoro, insípido que no irrita las mucosas, por tanto no es captado por nuestros sentidos. No obstante, es sumamente tóxico aún mezclado en peque-



INGENIERIA EN LAMINACION DE MADERAS

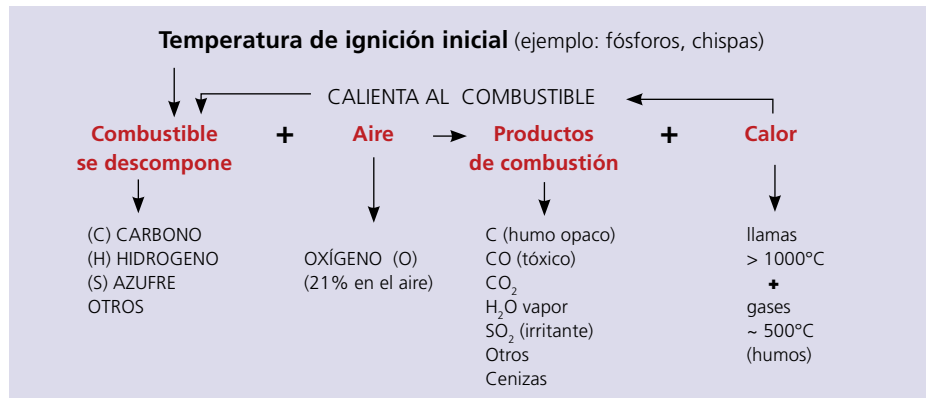


**DISEÑO  
FABRICACIÓN  
MONTAJE  
CALIDAD**

Oficina Administrativa  
Dr. Manuel Barros Borgoño 384  
Providencia  
Santiago - Chile  
Tel.: (56-2) 365 2900  
Fax: (56-2) 445 8910

Planta Industrial  
Av. Las Industrias 1530, Valle Grande  
Panamericana Norte  
Santiago - Chile  
Fono / Fax: (56-2) 7386792  
E-mail: [ingelam@ingelam.cl](mailto:ingelam@ingelam.cl)  
Página Web: [www.ingelam.cl](http://www.ingelam.cl)

### DIAGRAMA DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN DE COMBUSTIBLES CORRIENTES TALES COMO DERIVADOS DEL PETRÓLEO, GAS, CARBÓN Y LEÑA



ños porcentajes con el aire. Por ejemplo, concentraciones tan bajas como 0,01 % produce cefaleas, 0,1% produce efectos de incoherencia mental, 1% de concentración produce la muerte en 1 minuto. Ello se debe a que a nivel pulmonar el monóxido de carbono forma una toxina con la hemoglobina de la sangre a una velocidad 200 veces mayor que la oxigenación de la sangre. Este gas se produce en todas las combustiones en que escasea el aire, cuando los quemadores de los aparatos (estufas, cocinas, calefones y carburadores de autos) están sucios o mal regulados. También al inicio de la combustión cuando los aparatos aún no entran en régimen especialmente en los braseros a carbón y en los fuegos abiertos.

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).** Es un gas incoloro, inodoro, insípido, no irrita las mucosas y no es tóxico. Sin embargo apura el ritmo de la respiración. Por cada 2% de concentración el ritmo de la respiración aumenta en un 50%, con 4% se duplica. Esto trae por consecuencia que si también hay monóxido de carbono u otros gases irritantes o tóxicos (cosa frecuente) estos son inhalados con mayor rapidez. Cuando la concentración de CO<sub>2</sub> aumenta se producen además cefaleas, mareos y desfallecimientos. Sobre 10% de concentración provoca la muerte por taquicardias

y falta de oxígeno. El CO<sub>2</sub> se produce en todos los fuegos o combustiones justamente cuanto la combustión es perfecta.

**Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y otros gases.** Los combustibles de uso casero no suelen contener azufre o sólo en ínfima proporción, tal como en el caso de algunos petróleos, carbón mineral y otros. Es un gas muy irritante para las mucosas y de olor penetrante, por lo cual se capta fácilmente. Además los combustibles suelen contener otras impurezas que al quemarse producen pequeñas cantidades de gases que pueden ser dañinos.

**Carbono o humo negro u hollín (C).** Se produce cuando hay escasez de oxígeno, vale decir en artefactos con quemadores sucios, defectuosos o mal regulados. También en fuegos abiertos de leña y materiales plásticos (donde además se desprenden aerosoles) y en la combustión ígnea del cigarrillo. Produce el típico humo negro de la mayoría de los fuegos. Es fácilmente visible por estar constituido

por material particulado carbonoso, que queda en suspensión en el aire al que le quita transparencia. A sus depósitos sobre superficies se le llama hollín.

**Vapor de agua (H<sub>2</sub>O).** Los hidrocarburos, al contener hidrógeno, forman agua con el oxígeno del aire, que se desprende al estado gaseoso (vapor). El vapor de agua no es dañino para el ser humano aún cuando la atmósfera se sature al 100%. No obstante, humedades mayores del 75% producen ambientes insanos y sin confort. Ésta se condensa sobre vidrios, muros y otras superficies y materiales de la vivienda, por ejemplo, daña ropa en los closets en época de invierno. Es producido por los artefactos de llama abierta que funcionan con gas de cañería, gas licuado, gas natural y kerosene creando condiciones de insalubridad. Las cantidades de agua-vapor y CO<sub>2</sub> que se producen no son pequeñas. La tabla de esta página muestra aproximadamente estos valores, según cada combustible, suponiendo combustión prácticamente completa.

**TABLA. PRODUCCIÓN APROXIMADA DE CONTAMINANTES POR kg DE COMBUSTIBLES**

COMBUSTIBLE 1 kg	APARATOS	DIÓXIDO CARBONO kg	VAPOR AGUA kg	MONÓXIDO CARBONO Y OTROS	HUMOS
<b>KEROSENE</b>	Estufas y cocinas	3,1	2,5	*	*
<b>GAS LICUADO</b>	Estufas y cocinas	3,0	1,6	*	*
<b>GAS NATURAL</b>	Estufas y cocinas	2,75	2,25	*	*

\* Pequeñas cantidades que aumentan según el contenido de impurezas o si la combustión es incompleta

Cada kg de vapor de agua ocupa aproximadamente 1,4 m<sup>3</sup>.

Cada kg de dióxido de carbono ocupa aproximadamente 0,55 m<sup>3</sup>.

### Otras ventajas y riesgos

Los artefactos señalados además de contaminar el aire encierran el riesgo de incendio por uso descuidado y quemaduras especialmente en niños. En resumen, sólo las estufas a gas o kerosene con chimeneas para expulsar los gases quemados al exterior, así como las cocinas con campana con expulsión de gases al exterior no contaminan la vivienda y no presentan riesgo de quemaduras ni de incendio. Tales artefactos son de tiro balanceado, calefactores ambientales, salamandras y las chimeneas

## LAS RECOMENDACIONES

**1** Para calefacción permanente preferir estufas a gas o kerosene con chimenea para la expulsión de humos y gases quemados al exterior, tal como las llamadas ambientales o de tiro balanceado.

**2** Evitar el uso de estufas portátiles a kerosene por el riesgo de contaminación, quemaduras e incendio.

**3** Las estufas portátiles a gas son más seguras y menos contaminantes que las estufas a kerosene, pero no deben usarse por largo tiempo ni en dormitorios, ni en recintos de bebés, ancianos y enfermos.

**4** En dormitorios de bebés, ancianos o enfermos es recomendable usar estufas eléctricas que son las únicas que no contaminan, cualquiera sea el tipo: radiantes, a convección, óleo-eléctricas y turbo, entre otros.

**5** El brasero, tan usado en el sur y en zonas rurales, es el más riesgoso de todas pues produce monóxido de carbono, seca el aire ambiente y tiene alto riesgo de quemaduras e incendio.

**6** En el caso de tener que usar estufas de llama abierta, no encenderlas por más de dos horas y ventilar los recintos.

**7** Sobre toda cocina debe instalarse una campana con extractor de gases al exterior.

**8** Las campanas que sólo tienen filtros sin expulsión de gases al exterior, son inútiles.

**9** El fumar al interior de las habitaciones no sólo afecta al fumador sino que expone al resto de la familia a los mismos daños.

**10** Colocar en la puerta del recinto cocina un resorte o cierra puerta automático para evitar el paso de gases, humos y olores hacia el resto de la casa.

**11** Usar en cocinas y baños extractores de aire al exterior que produzcan aproximadamente 10 renovaciones de aire por hora mientras esos recintos estén en uso.

a leña. Estas últimas no obstante producen gran cantidad de humo mientras entran en régimen o cuando la leña está húmeda, no siendo recomendables en las grandes ciudades como Santiago en invierno en que no hay vientos que disipen tales humos.

Los aparatos de llama abierta no son convenientes y no hay que usarlos indiscriminadamente menos en recintos cerrados como dormitorios sin ventilación. Deberían evitarse totalmente cuando hay enfermos, ancianos y niños pequeños. Una estufa a gas o kerosene puede producir (ver tabla) sobre 3.000 gramos de dióxido de carbono y 2.000 gramos de agua en forma de vapor por cada kilogramo de combustible que se quema, además de generar pequeñas cantidades de

monóxido de carbono, humo y otros gases como óxidos nitrogenados según el contenido de impurezas. Entre las medidas para evitar la contaminación intradomiciliar se destaca la normalización para limitar el máximo contenido de azufre y otras impurezas que puede contener el kerosene. ■

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

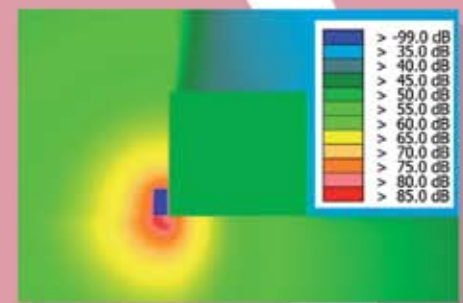
- Rodríguez J., Gabriel "Artefactos de calefacción para viviendas" IV JORNAPRASO, Santiago, 1988 y VII ALASEHT, Buenos Aires, 1989.
- Rodríguez J., Gabriel "Pequeños artefactos de calefacción para la vivienda, características, usos y riesgos" Revista ONDAC, Santiago, abril 1992.
- DICTUC S.A. "Control de Emisiones Intramuro 2000" Santiago, 2000.
- Rodríguez J., Gabriel "Cómo ahorrar energía y agua, contaminar menos y vivir mejor" Libro en preparación.

# EL MUNDO SE ESTÁ CONTAMINANDO.

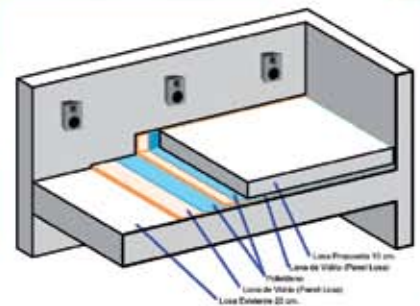
## EL RUIDO ES POLUCIÓN QUE NO SE VE



### Equipos y mediciones de ruido & vibraciones



### Software para evaluación de impacto ambiental del ruido



### Soluciones y proyectos en acústica y sonido

**spevi**  
acústica · audio · video

Malaquias Concha 086 - Providencia - Santiago de Chile  
CP 7501552 - Fono +56(2) 222 5281 - Fax +56(2) 665 2728  
Email [spevi@spevi.cl](mailto:spevi@spevi.cl) - Sitio web <http://www.spevi.cl>