

**ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
AL INTERIOR DE LAS VIVIENDAS EN TRES BARRIOS
DE LA CAPITAL DOMINICANA**

Georgina Espinal*
Sócrates Nivar**

RESUMEN

En todo el mundo, la finalidad primordial de los edificios es proteger al ser humano de los peligros y molestias del exterior y ofrecer un lugar seguro y cómodo para vivir y desarrollar sus actividades.

El tema de la calidad del ambiente al interior de las viviendas está siendo estudiado a profundidad desde distintos ángulos por los efectos adversos que causa a la salud humana.

Organizaciones como la Oficina Panamericana de la Salud (OPS), preocupada por los indicadores que señalaban el incremento de las enfermedades causadas por la falta de agua, saneamiento y hábitos de higiene, dio inicio en 1999 al Proyecto regional “Mejoramiento de las condiciones Ambientales de las Comunidades Indígenas”, en el que esta incluído el tema de la calidad de aire interior.(1)

En esta experiencia se estudiaron 3 barrios de la Ciudad Capital, donde se realizaron evaluaciones guiadas en cada vivienda, se midieron contaminantes como el monóxido de Carbono (CO) y el Dióxido de

* Profesora del Área de Ciencias de la Salud del INTEC

** Técnico de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Nitrógeno (NO₂) al interior. Además, se midieron los niveles de ruido y se determinó peso de los desechos sólidos producidos en un día.

Al realizar un análisis general de los datos encontrados se pudo concluir que las condiciones de la vivienda tienen influencia en la calidad ambiental al interior y ésta a su vez en los niveles de seguridad, confort y la salud de sus habitantes.

PALABRAS CLAVES

Calidad de aire interior, contaminación interior.

Introducción

En todo el mundo, la finalidad primordial de los edificios es proteger al ser humano de los peligros y molestias del exterior y ofrecer un lugar seguro y cómodo para vivir y desarrollar sus actividades.

El tema de la calidad del ambiente al interior de las viviendas está siendo estudiado a profundidad desde distintos ángulos por los efectos adversos que causa a la salud humana.

Una vez se conoce la cantidad de contaminantes que hay en las calles de las ciudades, la tendencia es a permanecer más tiempo en los hogares y lugares de trabajo, con el fin de salvaguardarse de estos problemas. Sin embargo, al interior también se detectan contaminantes, no menos peligrosos y agresivos que los del exterior.

Organizaciones como la Oficina Panamericana de la Salud (OPS), preocupada por los indicadores que señalaban el incre-

mento de las enfermedades causadas por la falta de agua, saneamiento y hábitos de higiene, dio inicio en 1999 al Proyecto regional “Mejoramiento de las condiciones Ambientales de las Comunidades Indígenas”, en el que está incluido el tema de la calidad de aire interior.(1)

Uno de los países donde se han efectuado más estudios de este tipo es Guatemala, la mayoría de ellos realizados por el Dr. Kirk Smith y cols., quienes desde 1993 han demostrado una reducción en los valores de Monóxido de Carbono (CO), Partículas Totales Suspendidas y Partículas de diferentes diámetros (PM_{10} y $PM_{2.5}$), entre las cocinas tradicionales de leña y las cocinas mejoradas conocidas como “Planchas Mejoradas”.(2)

Este mismo equipo de investigadores realizó un estudio transversal entre los años 1993 y 1994, con el fin de conocer la situación de la contaminación del aire interior en viviendas que empleaban cocinas a gas, cocina Lorena, la plancha y la tradicional a fuego abierto, con relación a la concentración en exteriores de CO y $PM_{2.5}$, hallando que los niveles eran más altos cuando se usaba cocina tradicional y menores con las cocinas a gas. Los niveles de CO y $PM_{2.5}$ encontrados al exterior estuvieron muy por debajo que los hallados al interior.(3)

Similares resultados encontraron Albalak y Col., en un estudio efectuado en 1998, en Quetzaltenango, para el cual tomaron otras variables como los factores socioeconómicos y el tipo de material de la vivienda.(4)

Otro estudio relaciona la exposición al CO con el bajo peso al nacer y en este Boy y Cols., encuentran que los niños de madres expuestas a humo de cocina tradicional nacían con 63 gramos menos de peso. Esta investigación fue publicada en el 2002.(5)

Pérez padilla y Cols., en un estudio publicado en México, en el 2001, reportaron una asociación entre la tuberculosis pulmonar y el uso de biomasa como combustible para cocinar. (6)

El problema de la Contaminación Interior

La contaminación interior posee varios componentes: **la contaminación del aire**, producida por las actividades cotidianas que se realizan dentro de las casas, por las emisiones de los materiales de construcción, por los productos de uso corriente para la limpieza y el mantenimiento, por las emisiones de la combustión de gas propano, del ruido, del humo de tabaco y por la influencia de la contaminación del exterior.

Los contaminantes, por lo general, no están de forma aislada, sino forman parte de mezclas complejas y dinámicas, las cuales cambian con el tiempo y las actividades humanas. Aun cuando la interacción entre contaminantes es desconocida, la mezcla de éstos podría explicar la aparición de efectos en la salud asociados a la mala calidad de aire al interior de las viviendas. (1)

Monóxido de Carbono (CO)

Tal y como lo define la secretaria de Estado de Medio Am-

biente y Recursos Naturales, en sus “Normas Ambientales sobre la calidad de aire y control de emisiones atmosféricas”, éste es “un gas incoloro, inodoro e insípido, no irritante. Se combina con la hemoglobina y desplaza al oxígeno del sitio de enlace. Obstaculiza la liberación de oxígeno en los tejidos y forma carboxihemoglobina. Puede llegar a concentraciones letales.” Es un producto de la combustión incompleta de los derivados de hidrocarburos y carbón. (7)

Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

El NO₂ es un gas amarillo parduzco picante, se produce en la combustión a altas temperaturas en industrias y vehículos, tormentas eléctricas y en las reacciones químicas atmosféricas. (7) En ambientes interiores las fuentes son el humo del tabaco y las cocinas a gas. Investigaciones sobre sus efectos en la salud humana indican que este contaminante es irritante del pulmón a altas concentraciones. (6)

Dióxido de Azufre (SO₂)

Es una sustancia incolora, pungente, irritante, soluble en agua y gas reactivo. La respuesta fisiológica básica a la exposición es una broncoconstricción en grado menor. Las concentraciones de SO₂ en interiores es escasa, debido a que ocurre una absorción o difusión del mismo por las paredes, muebles, ropa, cortinas, etc. (1)

Material Particulado (PM)

Representa una compleja mezcla de sustancias orgánicas e inorgánicas y generalmente se tiende a separar en 2 grupos, las que tienen un diámetro mayor que 2,5 micras y las aerodinámicas, menores a este diámetro.(1)

Puede ser emitido por un gran numero de fuentes, naturales (volcanes) y artificiales (tráfico vehicular, procesos industriales, quema de combustibles, actividades domésticas, entre otras). (8)

Las partículas respirables pueden ser irritantes respiratorios, especialmente para asmáticos. En los ambientes no industriales la principal fuente de partículas finas (2-3 mm) es el humo de cigarrillo y los aerosoles procedentes de distintos tipos de pulverizadores. Los aerosoles de partículas de mayor tamaño (3 - 1 mm) incluyen fibras desprendidas de alfombras, escamas de piel humana, suciedad transportada desde el exterior, etc. A menudo la exposición a partículas en el interior de un edificio es superior a la existente en el exterior. (9)

Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs)

Los efectos en la salud de los VOCs son variados, pueden producir efectos agudos (irritación de ojos y vías respiratorias, cefaleas, debilitamiento, etc), crónicos o adversos. Todos estos efectos son reversibles y desaparecen al terminar la exposición, excepto de algunos como el benceno y el formaldehído que se asocian a algunos tipos de cáncer. Las fuentes de emi-

sión son muchas: materiales de construcción, muebles, ropa, químicos en el hogar, etc. (1)

Radón

Algunos contaminantes presentes en los suelos que rodean los edificios pueden también infiltrarse en el mismo a través de grietas en los cimientos, como es el caso del radón. El radón es un elemento gaseoso radioactivo procedente de la desintegración del radio y perteneciente a la familia de los gases nobles que emite partículas alfa. La exposición a esta emisión se ha relacionado con deterioro de tejidos e incluso con cáncer. El radón y sus productos de desintegración se encuentran en las zonas graníticas y en yacimientos de fosfatos. En algunos casos pueden también formar parte de los materiales de construcción. (9)

Otro componente de la mala calidad del ambiente interior es **la contaminación del agua**, producida por el mal estado de las redes de distribución o por el manejo que le dan los usuarios; **contaminación por desechos sólidos**, al interior de la vivienda que se da por la acumulación de los mismos en lugares no apropiados; **la contaminación biológica**, que viene dada por la presencia de bacterias, hongos, ácaros, mohos, insectos y roedores, la que es favorecida por la elevada humedad que caracteriza los países tropicales como República Dominicana, la propia acumulación de desechos y la falta de higiene oportuna. Por último, **la contaminación sonora**, cuya fuente al

interior de la vivienda esta dada por las conversaciones, timbre de teléfono, electrodomésticos en funcionamiento, equipos de música y sonidos del exterior.

El problema general de la contaminación de interiores es triple, primero, cada vez hay más productos y equipos de uso en hogares y oficinas que desprenden humos y vapores potencialmente peligrosos. Segundo, los edificios están cada vez mejor sellados y aislados, por tanto, los contaminantes quedan atrapados y se acumulan en concentraciones que podrían ser nocivas. Tercero, la gente está más expuesta a la contaminación interior que a la exterior. Las personas pasan el 90% del tiempo en interiores y quienes lo hacen son las más vulnerables: niños pequeños, mujeres embarazadas y puérperas, ancianos y enfermos crónicos. (8)

Efectos de los Contaminantes del Aire Interior en la Salud

En general, los contaminantes presentes en el aire penetran en el organismo por inhalación y por tanto afectan inicialmente al tracto respiratorio, pudiendo también ser absorbidos y afectar a otros órganos o acumularse en distintos tejidos. Asimismo, puede haber contaminantes que provoquen irritación en los ojos o que generen problemas dérmicos (erupciones y picores). Los efectos sobre el tracto respiratorio son irritación de nariz, garganta y bronquios, con posibilidad de provocar cambios en la reactividad bronquial, o liberación de un mediador inducida por

alérgenos que conducen a la aparición de rinitis, asma o neumonitis hipersensitivas. Por otra parte los contaminantes microbianos pueden provocar enfermedades infecciosas.(10)

Los síntomas que se relacionan con una deficiente calidad del aire en el interior de un edificio son: dolor de cabeza, mareos, náuseas, fatiga, piel seca, irritación de ojos, congestión de senos nasales y tos. Es a menudo difícil diferenciar entre los causados directamente por el medio ambiente y los de origen psicológico. No hay que olvidar que un aire de pobre calidad provoca discomfort, pudiendo desencadenar reacciones psicológicas complejas, cambios de humor, de estado de ánimo y dificultades en las relaciones interpersonales. (8)

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) en su Documento Técnico del Informe Ambiental del 2003, señala que los efectos en la salud más importantes relacionados con una mala calidad del aire interior son: dolor de cabeza, procesos alérgicos, irritación de mucosas y cansancio. Efectos más serios incluyen cáncer y exacerbación de las enfermedades respiratorias crónicas como el asma.(11)

Actividades causantes de Contaminación Interior

En las áreas residenciales las actividades domésticas son la causa principal de la emisión de contaminantes. Las siguientes son unas cuantas actividades y tipos de contaminantes que se emiten: (10)

Actividad	Contaminantes Emitidos
Calentamiento de espacios	CO, CO ₂ , NO _x , SO _x , hollín, humo.
Cocina	Grasas (Sólidas, líquidas y vapores), partículas y olores
Limpieza	Vapores de disolventes, polvos, pelusa, propelentes de lata (aerosoles)
Jardinería	Plaguicidas y fertilizantes
Pintura	Vapores de disolventes, Plomo
Lavado de Ropa	Partículas, detergentes, jabón, pelusa

La EPA ha estudiado por décadas la contaminación al interior de las casas, pero su accionar se ha basado en estudios limitados.

Aunque existen métodos de medición y monitoreo de calidad de aire, no es práctico realizar estudios nacionales, ya que en los Estados Unidos existen millones de residencias, miles de lugares de trabajo y cientos de miles de escuelas y conseguir muestras representativas para este tipo de estudio sería inaccesible y costoso.

Lo mismo sucede en nuestro medio, por lo que el presente estudio se limitó a una muestra de 3 barrios de la Ciudad Capital, donde se realizó una inspección y evaluación inicial guiada en cada vivienda y se midieron contaminantes como el monóxido de Carbono (CO) y el Dióxido de Nitrógeno (NO₂), se midieron los niveles de ruido y la determinación del peso de los desechos sólidos producidos en un día.

Materiales y Métodos

Se eligieron 3 barrios de la Ciudad, sin tomar en cuenta la división territorial actual y de estos se seleccionaron 10 viviendas al azar para la realización del estudio.

Los barrios elegidos fueron: Los Minas, Alma Rosa y Villa Francisca. De estos se seleccionaron 10 casas al azar. En cada casa fueron explicados los objetivos del estudio y las condiciones en que éste se realizaría. Cada cabeza de familia firmó un consentimiento informado en el que se autorizaba la realización de este estudio.

Este estudio de tipo prospectivo descriptivo fue diseñado siguiendo las directrices de la Nota técnica de Prevención # 431, del Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo de España (12), en la cual se presenta un esquema para realizar, de forma ordenada y efectiva, una investigación básica de calidad de aire interior en una edificación, la cual consta de los pasos siguientes:

- 1. Inspección inicial de la edificación**, para la cual se aplicó una guía de observación, ésta recogió datos sobre las condiciones físicas de las casas, las medidas del área de construcción y de solar, los materiales de construcción, la distribución del espacio interior, las condiciones de instalaciones eléctricas, sanitarias y las condiciones del ambiente exterior.
- 2. Evaluación inicial de las actividades de la vivienda**, la que se realizó aplicando una encuesta, la cual recogió

datos del nivel de escolaridad de los habitantes de las casas, composición de la familia, actividades que realizan dentro de la vivienda, productos de uso común en la vivienda y signos y síntomas mas frecuentes en los miembros de la familia.

- 3. Determinación de Compuestos específicos,** esta fase consistió en la medición de los parámetros considerados como contaminantes fundamentales del interior, como Monóxido de Carbono y Dióxido de Nitrógeno, mediante el método colorimétrico, en 3 horarios diferentes.

Estos compuestos fueron determinados y las mediciones realizadas según la Norma General de toma de Muestras con Soluciones Absorbentes (NTP 22) (13), con un captador activo, que consiste en una bomba de aspiración marca LaMOTTE y un kit de reactivos de la misma marca para la medición de CO y NO₂.

Los niveles de ruido, fueron medidos en las 24 horas, con un sonómetro EXTECH, modelo 407703. Se determinó además, la cantidad de desechos sólidos producidos al final de cada día de las mediciones.

Resultados y discusión

1. Condiciones de la muestra en el barrio Villa Francisca

1.1 Datos Familiares

La composición de la familia del Barrio Villa Francisca, no

se puede calificar como homogénea, aquí se encontró la tradicional familia formada por padre, madre e hijos en un 50%, un 25 % por parejas sin hijos y un 25 % formada sólo por la madre y una hija.

En el 100% de los casos los componentes de las familias tenían algún nivel de escolaridad: graduados en un 60 % de los casos, universitario en un 10 %, bachilleres en un 10%, en educación básica en un 10% y sin escolaridad en un 10%.

Los ingresos mensuales estuvieron comprendidos entre \$2,000.00 y \$ 8,000.00.

Las personas que pasan más tiempo en las viviendas son las madres, abuelos y los hijos. En ningún caso se encontraron personas fumadoras ni animales domésticos al interior de la vivienda.

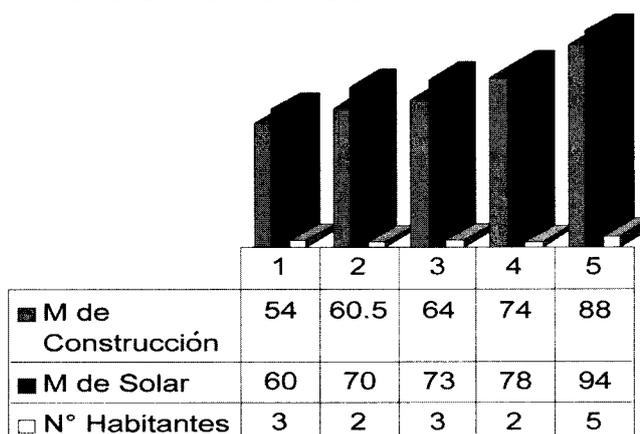
1.2 Condiciones físicas del interior de las viviendas

El 100 % de las casas fueron de un nivel, los materiales de construcción fueron blocks y concreto en un 80%, blocks y Zinc en un 20%. En todos los casos el piso era de cemento (60%) o cerámica (40%).

El área construida de las viviendas osciló entre 54 y 88 m² y el área de solar osciló entre 60 y 94 m², estas fueron relacionadas con el número de habitantes por vivienda encontrados, en la gráfica N° 1, que presentamos a continuación.

GRÁFICA 1

Comparación del Área de la Vivienda con el N° de Habitantes en Villa Francisca



Se puede observar que el área es pequeña para la cantidad de personas y haciendo un promedio se puede determinar que la cantidad de metros cuadrados por persona es igual a 22, a los cuales hay que descontarle el espacio que ocupan muebles y divisiones internas.

El número de ventanas osciló entre 8 y 4, el número de puertas en el 100 % de los casos fue de 2, una trasera y una delantera. Solo el 20 % de las viviendas tenía patio.

La iluminación interior estuvo dada en el 100% de los casos por una combinación de luz natural y artificial.

Las instalaciones eléctricas del 40 % de las viviendas, se puede considerar como inadecuadas por la presencia de alambres visibles en mal estado, aunque en ningún caso se obser-

varon circuitos sobrecargados por extensiones o instalaciones eléctricas cercanas a fuentes de agua.

Las instalaciones de agua en todas las viviendas presentaban buenas condiciones, ya que no había fugas visibles ni filtraciones en techo o paredes.

En muchos lugares de este barrio el agua no llega a las casas o llega de forma irregular, por lo que hay que almacenarla, un 20 % de las viviendas presentó acumulaciones de agua con larvas de mosquito.

En el 40 % de los casos se verificó humedad al interior, presencia de aguas negras, malos olores, mosquitos y roedores.

1.3 Condiciones del medio circundante

En la zona donde se tomó la muestra se encontró un tráfico vehicular moderado, calles con asfaltado en mal estado, lo que le da al lugar un aspecto general descuidado, aunque cuentan con aceras.

El año pasado se inició la instalación de acometidas en este barrio, aunque funcionan 2 cisternas, que proveen el agua diariamente, con la condicionante de que hay que ir a buscarla o pagar para que la transporten.

Entre los negocios informales en las aceras, se encontraron reparaciones de automóviles y expendio de alimentos.

Se verificó la ausencia de industrias formales en el barrio.

1.4 Situación de los desechos sólidos

Aunque los camiones recolectores del ayuntamiento pasan diariamente, excepto los sábados y domingos, ciertas zonas del barrio presentan vertederos improvisados, sobretodo de desechos de electrodomésticos y escoria. Esto, sumado al mal estado en que se encuentran algunas calles, da al barrio un aspecto descuidado.

El peso de los desechos domiciliarios generados en un día osciló entre 7 y 15 lb.

El 60 % de estos desechos fueron clasificados como desecho orgánico (compuesto por desechos de alimentos procesados y sin procesar). El 40 % restante lo constituyeron papeles, contenedores de alimentos y de productos de uso común en las viviendas.

Las familias no discriminan los desechos para descartarlos, éstos son acumulados en fundas plásticas, latas o cubetas hasta la hora en que pasa el camión recolector, el cual las compacta tal como se las van colocando.

1.5 Actividades cotidianas que ocasionan contaminación ambiental

Según la percepción de los habitantes, las actividades cotidianas que causan contaminación ambiental al interior de la vivienda son fregar, despolvar, lavar, planchar, trapear y cocinar. La contaminación que se produce viene dada por el

uso de limpiadores detergentes y no detergentes, el levantamiento de partículas de polvo y grasa y la acumulación de desechos sólidos.

De los negocios informales del barrio, los que se encuentran en las viviendas son los colmados (5 0%), ventorrillos (15%), expendio de alimentos cocinados (10%), reparación de electrodomésticos (5%), venta de ropa y cosméticos (5%), talleres de mecánica automotriz (5%) entre otros (sastrerías, reparación de zapatos, cortadoras de cristales, etc) (10 %).

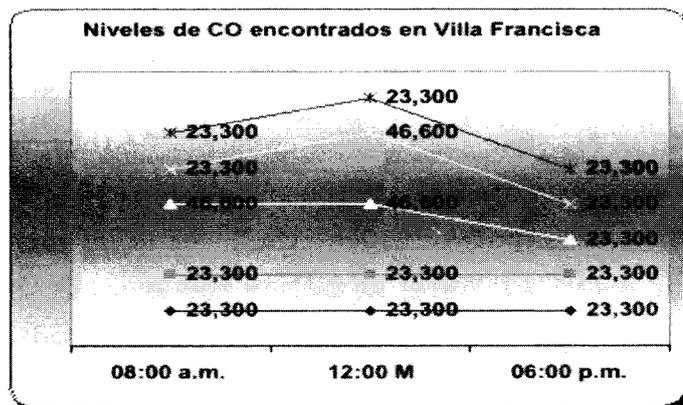
1.6 Determinación de compuestos específicos

Los compuestos específicos medidos fueron el Monóxido de Carbono (CO) y el Dióxido de Nitrógeno (NO₂), por ser los mas frecuentes en combustión incompleta de combustibles fósiles. Se realizaron mediciones en 3 horarios diferentes: 8:00 a.m. - 12:00 m. - 6:00 p.m.

a) Monóxido de Carbono (CO)

Los niveles de CO al interior de la vivienda se pueden observar en la siguiente gráfica que muestra los valores encontrados en 3 horarios diferentes, como lo evidencia la gráfica siguiente:

GRÁFICA 2



Las Normas Ambientales sobre la calidad de aire establecen un valor de $40,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como límite permisible para CO. (3) Sin embargo, en varios de los puntos muestreados encontramos niveles que sobrepasan este estándar, sobretodo en el horario de mediodía.

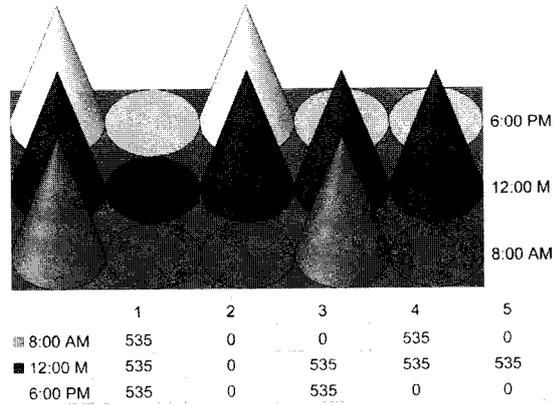
b) Dióxido de Nitrógeno (NO_2)

Las Normas Ambientales sobre la calidad de aire establecen un valor de $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como límite permisible para NO_2 . (3) Sin embargo, en varias de las casas que conformaron la muestra se encontraron niveles que sobrepasan este estándar, sobretodo en el horario del mediodía.

Los niveles de NO_2 al interior de la vivienda se pueden observar en la siguiente gráfica que muestra los valores encontrados en 3 horarios diferentes:

GRÁFICA 3

NIVELES DE NO₂ EN mg/m³ EN EL BARRIO VILLA FRANCISCA

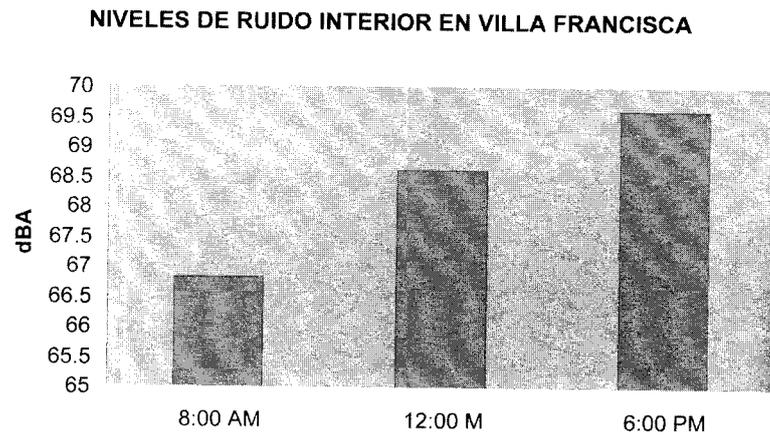


c) Niveles de Ruido Interior

Los niveles de ruido al interior de las viviendas son producidos por las conversaciones, radio, TV y el que viene del exterior. La norma de la Secretaria de Estado de Medioambiente y Recursos naturales para ruido interior diurno en zonas residenciales es de 55 dBA. (4)

En este caso los valores encontrados oscilaron entre 67 dBA y 69.5 dBA, los que se consideran superiores a la norma, como lo muestra la siguiente gráfica.

GRÁFICA 4



1.7 Factores relacionados con el mantenimiento de condiciones adversas al ambiente interior en Villa Francisca

En este sector un 40 % de los pobladores admitieron que al interior de sus viviendas existía contaminación, dada sobretodo, según la percepción de ellos, por el flujo del tráfico vehicular y la cercanía de la Planta de generación eléctrica del Timbeque.

El área requerida por persona son 12 m² (15) , en este barrio se calculó un promedio de 22 m² por persona, sin embargo, el

espacio luce insuficiente para la cantidad de personas y los enseres que coexisten en las casas. Este es uno de los factores más importantes, ya que el hacinamiento y la pobre ventilación favorecen la concentración de contaminantes al interior.

Otro de los factores es el nivel de escolaridad y la falta de conocimiento de los mecanismos de la contaminación y la forma de evitarla o combatirla. En Villa Francisca las personas la han hecho parte de su cotidianidad y hacen poco por defenderse de ella. A esto se le suma el bajo poder adquisitivo de las personas del sector, pues aunque el nivel de escolaridad es elevado, la gente no tiene medios para transformar el ambiente, de forma tal que se propicien mejores condiciones ambientales.

La falta de agua ha traído como consecuencia que los pobladores de este barrio tengan que transportarla y almacenarla, lo cual trae el problema de los vectores al interior y aunque hace poco se instalaron las acometidas, aun queda parte del sector sin agua.

Sumado a lo anterior está el problema de los desechos sólidos, los cuales se observan almacenados en lugares inapropiados y de forma desorganizada, aunque el camión recolector pasa diariamente por la zona. La existencia de negocios informales (como la venta de metales, colmados, ventorrillos, etc) agudiza cada vez más el problema, ya que la producción de desechos de los mencionados negocios es elevada y diversa y a veces el personal recolector no tiene forma de llevarse estos desechos y se van acumulando en aceras y contenes.

Cada vez más se están utilizando productos químicos para las labores cotidianas del hogar, los cuales son reconocidos como peligrosos, tal es el caso del ácido muriático en todas sus modalidades, el amoniaco, el cloro y los detergentes. Las personas los utilizan con mucha frecuencia y sin las debidas precauciones.

Otros químicos frecuentemente utilizados en el hogar son los insecticidas, tanto en aerosol como en forma de velas, estos últimos al ser quemados no sólo producen contaminación por el veneno emitido sino también por dióxido de carbono.

Los compuestos específicos medidos al interior de las casas fueron el monóxido de carbono (CO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂). Los niveles de CO encontrados en el 90 % de las viviendas en horas de la mañana se encontraban entre los límites permitidos, excepto en 2 casos donde se encontraron niveles elevados. Hacia las 12 m. se elevaban y luego al atardecer volvían a registrarse valores dentro de lo establecido en la norma.

Esto se explica por el movimiento que se genera al medio día donde la gente se moviliza por la hora de almuerzo, en el 100 % de las casas encuestadas se percibió esta movilización: las amas de casa encienden las estufas en su totalidad, para acelerar el proceso de cocción de los alimentos, los niños llegan de la escuela, otros que salen a la tanda vespertina. Los mayores llegan del trabajo toman su almuerzo y luego retornan a la faena.

Todo este movimiento implica uso de combustible tanto al interior como al exterior de la vivienda, lo que explica el incremento de los gases que se producen por la combustión incompleta de los combustibles fósiles.

Según la norma establecida por la Secretaría de Estado de Medioambiente y Recursos Naturales, los niveles de ruido en este sector se encuentran por encima de la norma, de forma cotidiana, lo que tiene implicaciones en la salud de sus pobladores, pues la norma para ambientes interiores es de 55 dBA y en Villa Francisca se encontraron niveles que oscilaron entre 67 dBA y 69.5 dBA entre las 8:00 AM y las 6:00 PM.

Estos factores relacionados al sostenimiento de condiciones adversas al interior de las casas, tienen relación con la salud humana. Al cuestionar los habitantes de Villa Francisca sobre las enfermedades, signos y síntomas más frecuentes respondieron en un 80 % que no padecían enfermedades con frecuencia, en un 4 % se aquejaban de gripe, en un 16 % de dolores de cabeza y cansancio. Síntomas estos relacionados con la mala calidad del ambiente interior.

2. Condiciones de la muestra en el barrio Alma Rosa

2.1 Datos familiares

La composición de la familia del Barrio Alma Rosa, en la zona seleccionada no se puede calificar como homogénea, aquí se encontró la tradicional familia formada por padre, madre e hijos en un 50%, un 15 % por parejas sin hijos y un 35 % formada solo por la madre y una hija.

En el 100% de los casos los componentes de las familias tenían algún nivel de escolaridad: graduados en un 70 % de los casos, universitarios en un 10 %, bachilleres en un 10%, en educación básica en un 10%.

Los ingresos mensuales estuvieron comprendidos entre \$5,000.00 y más de \$ 11,000.00.

Las personas que pasan más tiempo en las viviendas son los hijos.

En ningún caso se encontraron personas fumadoras.

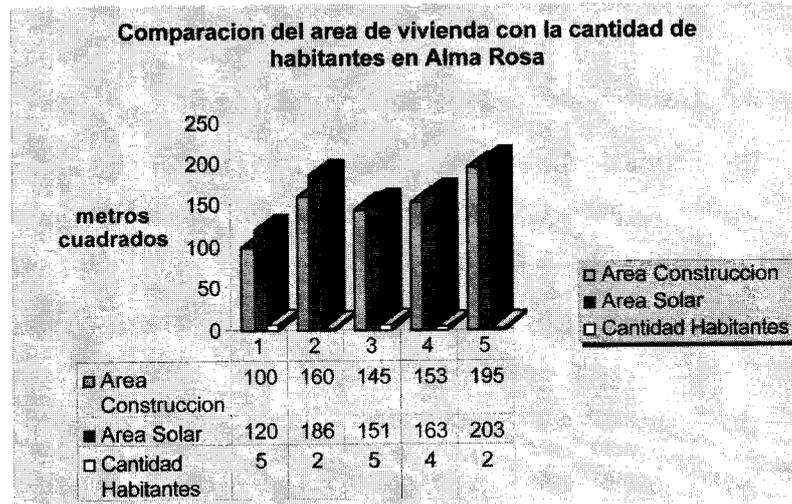
En un 25 % tenían animales domésticos al interior de la vivienda.

2.2 Condiciones físicas del interior de las viviendas

El 60 % de las casas fueron de un nivel y el 40 % de 2 niveles. Los materiales de construcción fueron blocks y concreto en un 100 %. En todos los casos el piso era de cerámica.

El área construida de las viviendas osciló entre 100 y 195 m² y el área de solar osciló entre 120 y 203 m². Estas fueron relacionadas con el número de habitantes por vivienda encontrados, en la gráfica N° 5, que presentamos a continuación.

GRÁFICA 5



El número de ventanas osciló entre 8 y 9, el número de puertas en el 100 % de los casos fue de 2, una trasera y una delantera. El 100 % de las viviendas seleccionadas tenía patio y jardín.

La iluminación interior estuvo dada en el 100% de los casos por una combinación de luz natural y artificial.

Las instalaciones eléctricas del 100 % de las viviendas, se pueden considerar como adecuadas por la ausencia de alambres visibles en mal estado, en ningún caso se observaron circuitos sobrecargados por extensiones o instalaciones eléctricas cercanas a fuentes de agua.

Las instalaciones de agua en todas las viviendas presentaban buenas condiciones, ya que no había fugas visibles ni filtraciones en techo o paredes.

No se verificó, en ningún caso, humedad al interior, presencia de aguas negras, malos olores, mosquitos y roedores.

2.3 Condiciones del medio circundante

En la zona donde se tomó la muestra se encontró un tráfico vehicular de poco frecuente a nulo, calles con asfaltado en buen estado, con sus aceras y contenes.

Entre los negocios informales en las aceras, se encontraron solamente lugares de expendio de alimentos, sobretodo cercanos a los colmados y que operaban sólo en horario nocturno.

Se verificó la ausencia de industrias en el barrio.

2.4 Situación de los desechos sólidos

Los camiones recolectores del ayuntamiento no pasan, las personas tienen que pagar para que les descarten los desechos, sin embargo, no hay vertederos improvisados en las calles. El peso de los desechos domiciliarios generados en un día osciló entre 7 y 13 lb.

El 70 % de estos desechos fueron clasificados como desecho orgánico (compuesto por desechos de alimentos procesados y sin procesar). El 30 % restante lo constituyeron papeles, contenedores de alimentos y de productos de uso común en las viviendas.

Las familias no discriminan los desechos para descartarlos, estos son acumulados en fundas plásticas, latas o cubetas hasta la hora en que los retiren.

2.5 Actividades cotidianas que ocasionan contaminación ambiental

Según los habitantes, las actividades cotidianas que causan contaminación ambiental al interior de la vivienda son fregar, despolvar, lavar, planchar, trapear y cocinar. La contaminación que se produce viene dada por el uso de limpiadores detergentes y no detergentes, el levantamiento de partículas de polvo y grasa y la acumulación de desechos sólidos. Aunque al cuestionársele sobre si en su vivienda percibían dicha contaminación respondieron que no.

De los negocios informales del barrio, los que se encuentran en las viviendas son los colmados (65 %) y venta de artículos variados (ropa, cosméticos, entre otros)(35 %).

2.6 Determinación de compuestos específicos

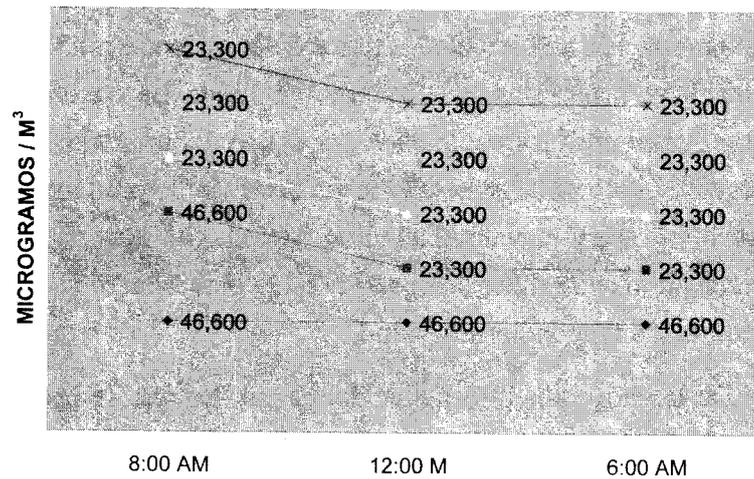
Los compuestos específicos medidos fueron el Monóxido de Carbono (CO) y el Dióxido de Nitrógeno (NO₂), por ser los más frecuentes en combustión incompleta de combustibles fósiles. Se realizaron mediciones en 3 horarios diferentes: 8:00 a.m. - 12:00 m. – 6:00 p.m.

a) Monóxido de Carbono (CO)

Los niveles de CO al interior de la vivienda se pueden observar en la siguiente gráfica que muestra los valores encontrados en 3 horarios diferentes: 8 am, 12 m y 6 pm.

GRÁFICA 6

NIVELES DE CO EN VIVIENDAS DE ALMA ROSA



Las Normas Ambientales sobre la calidad de aire establecen un valor de $40,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como limite permisible para CO. (3) Sin embargo, en varios de los puntos muestreados se encontraron niveles que sobrepasan este estándar, sobretodo en las primeras horas del día.

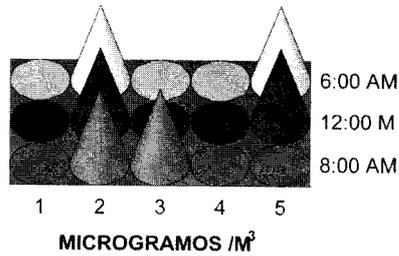
b) Dióxido de Nitrógeno (NO_2)

Las Normas Ambientales sobre la calidad de aire establecen un valor de $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como limite permisible para NO_2 (3). Sin embargo, en varias de las casas se encontraron niveles que sobrepasan este estándar, en todos los horarios en que se tomo muestras para esta determinación.

Los niveles de NO₂ al interior de la vivienda se pueden observar en la siguiente gráfica que muestra los valores encontrados en 3 horarios diferentes: 8 am, 12 m y 6 pm.

GRÁFICA 7

NIVELES DE NO₂ EN VIVIENDAS DE ALMA ROSA



	1	2	3	4	5
8:00 AM	0	535	535	0	0
12:00 M	0	535	0	0	535
6:00 AM	0	535	0	0	535

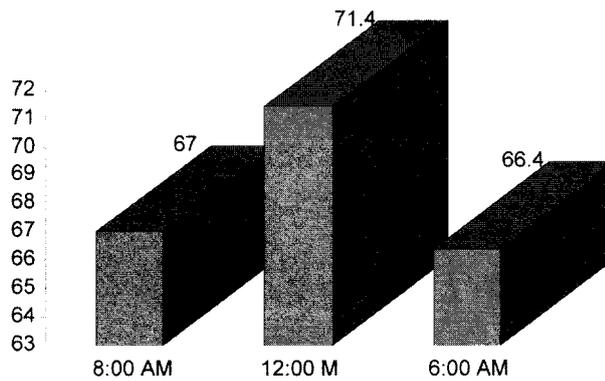
c) Niveles de Ruido Interior

Los niveles de ruido al interior de las viviendas son producidos por las conversaciones, radio, TV y el que viene del exterior. La norma de la Secretaría de Estado de Medioambiente y Recursos naturales para ruido interior diurno en zonas residenciales es de 55 dBA. (4)

En este caso los valores encontrados oscilaron entre 66.4 dBA y 71.4 dBA, los que se consideran superiores a la norma, como lo muestra la grafica siguiente.

GRÁFICA 8

Niveles de Ruido Interior en Alma Rosa



2.7 Factores relacionados con el mantenimiento de condiciones adversas al ambiente interior en Alma Rosa

En este sector un 100 % de los pobladores dijeron que al interior de sus viviendas no existía contaminación. En el 100 % de las casas elegidas el área de vivienda estuvo adecuada a la cantidad de habitantes.

En sentido general las condiciones físicas de las viviendas encuestadas y del barrio se pueden considerar como adecuadas, atendiendo a la ausencia de grandes vertederos improvisados al interior del barrio, a pesar de que no pasan camiones recolectores por este sector.

El agua llega de manera regular y las viviendas encuestadas la almacenaban, pero en cisternas habilitadas para estos fines, por lo que no se encontraron almacenajes de agua al descubierto.

Cada vez más se están utilizando productos químicos para las labores cotidianas del hogar, los cuales son reconocidos como peligrosos, tal es el caso del ácido muriático en todas sus modalidades, el amoníaco, el cloro y los detergentes. Las personas los utilizan con mucha frecuencia y sin las debidas precauciones.

Otros químicos frecuentemente utilizados en el hogar son los insecticidas, tanto en aerosol como en forma de velas, estos últimos al ser quemados no solo producen contaminación por el veneno emitido sino también por humos.

Uno de los compuestos específicos medidos al interior de las casas fue el monóxido de carbono (CO), el cual presentó sus niveles mas elevados al inicio y final del día, lo que se explica por la movilidad laboral de las personas, es decir, estas no van al mediodía a almorzar.

Según la norma establecida por la Secretaría de Estado de Medioambiente y Recursos Naturales, los niveles de ruido en este sector se encuentran por encima de la norma, de forma cotidiana, lo que tiene implicaciones en la salud de sus pobladores, pues la norma para ambientes interiores es de 55 dBA y en Alma Rosa se encontraron niveles que oscilaron entre 66.4 dBA y 71.4 dBA entre las 8:00 a.m. y las 6:00 p.m.

Estos factores relacionados al sostenimiento de condiciones adversas al interior de las casas, tienen relación con la salud humana, al cuestionar los habitantes de Alma Rosa sobre las enfermedades, signos y síntomas más frecuentes respondieron en un 90% que no padecían enfermedades con frecuencia, en un 10% se aquejaban de gripe.

3. Condiciones de las viviendas muestreadas en el barrio Los Mina (viejo)

3.1 Datos familiares

La composición de la familia del Barrio Los Mina (Viejo), en la zona tomada como muestra no se puede calificar como homogénea, aquí se encontró la tradicional formada por padre, madre e hijos en un 25%, un 50% por parejas sin hijos y un 25% formada solo por la madre y 3 hijos.

En el 90% de los casos los componentes de las familias tenían algún nivel de escolaridad: graduados en un 10% de los casos, universitarios en un 10%, bachilleres en un 60%, en educación básica en un 10% y sin escolaridad en un 10%.

Los ingresos mensuales estuvieron comprendidos entre \$2,000.00 y \$11,000.00.

Las personas que pasan más tiempo en las viviendas son las madres y los hijos.

En ningún caso se encontraron personas fumadoras ni animales domésticos al interior de la vivienda.

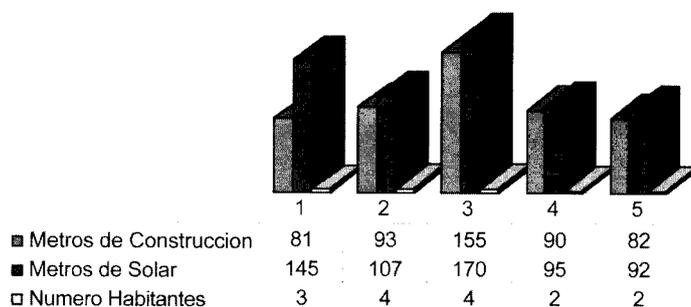
3.2 Condiciones físicas del interior de las viviendas

El 100% de las casas fueron de un nivel, los materiales de construcción fueron blocks y concreto en un 80%, blocks y Zinc en un 20%. En todos los casos el piso era de cemento (60%) o cerámica (40%).

El área construida de las viviendas osciló entre 54 y 88 m² y el área de solar osciló entre 81 y 155 m², estas fueron relacionadas con el número de habitantes por vivienda encontrados, en la gráfica N° 8, que presentamos a continuación.

GRÁFICA 9

Comparación entre el Área de la vivienda y el Número de Habitantes en Los Mina



El número de ventanas osciló entre 3 y 8, el número de puertas en el 60% de los casos fue de 2 y el 40 % poseían solo 1. Solo el 60 % de las viviendas tenía patio.

La iluminación interior estuvo dada en el 100% de los casos por una combinación de luz natural y artificial.

Las instalaciones eléctricas del 50 % de las viviendas, se pueden considerar como inadecuadas por la presencia de alambres visibles en mal estado, aunque en ningún caso se observaron circuitos sobrecargados por extensiones o instalaciones eléctricas cercanas a fuentes de agua.

Las instalaciones de agua en todas las viviendas presentaban buenas condiciones, ya que no había fugas visibles ni filtraciones en techo o paredes.

En muchos lugares de este barrio el agua no llega a las casas o llega de forma irregular, por lo que hay que almacenarla, un 20 % de las viviendas presentó acumulaciones de agua con larvas de mosquito.

En el 40 % de los casos se verificó humedad al interior, presencia de aguas negras, malos olores, mosquitos y roedores.

3.3 Condiciones del medio circundante

En la zona donde se tomó la muestra se encontró un tráfico vehicular de poco frecuente a moderado, calles con asfaltado en mal estado, lo que le da al lugar un aspecto general descuidado, aunque cuentan con aceras.

Entre los negocios informales en las aceras, se encontraron reparaciones de automóviles y expendio de alimentos.

Se verificó la ausencia de industrias formales en el barrio.

3.4 Situación de los desechos sólidos

Aunque los camiones recolectores del ayuntamiento no pasan diariamente, ciertas zonas del barrio presentan vertederos improvisados, sobretodo de desechos de electrodomésticos y escoria. Esto, sumado al mal estado en que se encuentran algunas calles, da al barrio un aspecto descuidado.

El peso de los desechos domiciliarios generados en un día osciló entre 5 y 10 lb.

El 60% de estos desechos fueron clasificados como desecho orgánico (compuesto por desechos de alimentos procesados y sin procesar). El 40% restante lo constituyeron papeles, contenedores de alimentos y de productos de uso común en las viviendas.

Las familias no discriminan los desechos para descartarlos, estos son acumulados en fundas plásticas, latas o cubetas hasta la hora en que pasa el camión recolector, el cual las compacta tal como se las van colocando.

3.5 Actividades cotidianas que ocasionan contaminación ambiental

Según la percepción de los habitantes, las actividades cotidianas que causan contaminación ambiental al interior de

la vivienda son fregar, despolvar, lavar, planchar, trapear y cocinar. La contaminación que se produce viene dada por el uso de limpiadores detergentes y no detergentes, el levantamiento de partículas de polvo y grasa y la acumulación de desechos sólidos.

De los negocios informales del barrio, los que se encuentran en las viviendas son los colmados (5 0%), ventorrillos (15%), expendio de alimentos cocinados (10%), reparación de electrodomésticos (5%), venta de ropa y cosméticos (5%), talleres de mecánica automotriz (15%).

3.6 Determinación de compuestos específicos

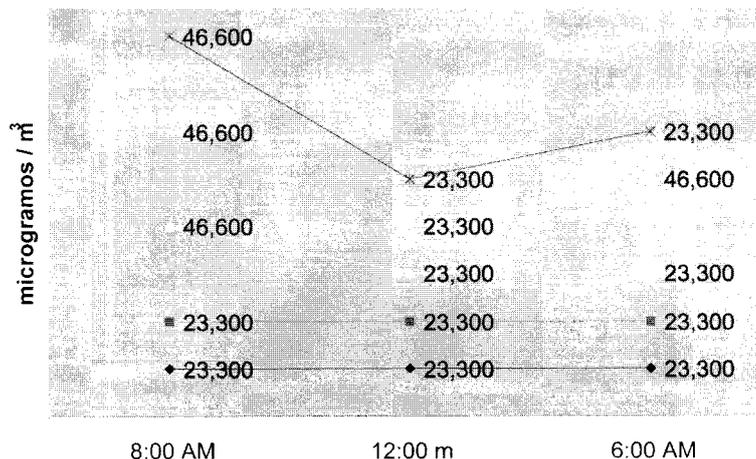
Los compuestos específicos medidos fueron el Monóxido de Carbono (CO) y el Dióxido de Nitrógeno (NO₂), por ser los más frecuentes en combustión incompleta de combustibles fósiles. Se realizaron mediciones en 3 horarios diferentes: 8:00 a.m. - 12:00 m. - 6:00 p.m.

a) Monóxido de Carbono (CO)

Los niveles de CO al interior de la vivienda se pueden observar en la siguiente gráfica que muestra los valores encontrados en 3 horarios diferentes:

GRÁFICA 10

NIVELES DE CO EN LOS MINA



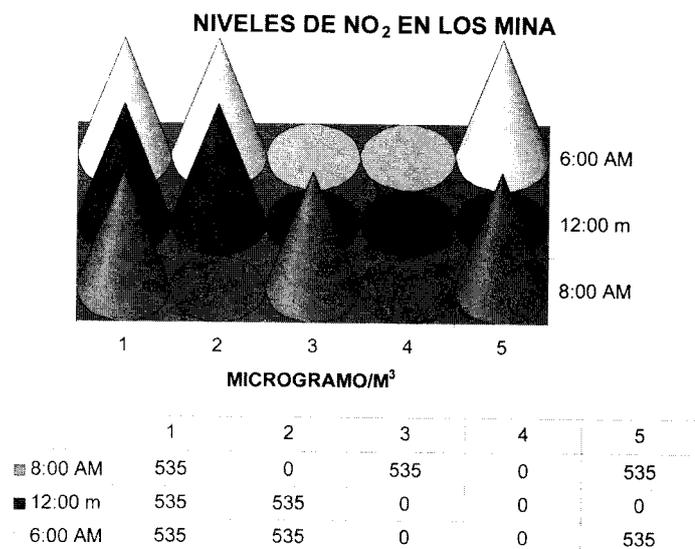
Las Normas Ambientales sobre la calidad de aire establecen un valor de $40,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como límite permisible para CO. (3) Sin embargo, en varios de los puntos muestreados encontramos niveles que sobrepasan este estándar, sobretodo a primera hora de la mañana.

b) Dióxido de Nitrógeno (NO_2)

Las Normas Ambientales sobre la calidad de aire establecen un valor de $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como límite permisible para NO_2 . (3) Sin embargo, en varios de los puntos muestreados encontramos niveles que sobrepasan este estándar, en todos los horarios en que se tomaron muestras.

Los niveles de NO₂ al interior de la vivienda se pueden observar en la siguiente gráfica que muestra los valores encontrados en 3 horarios diferentes:

GRÁFICA 11

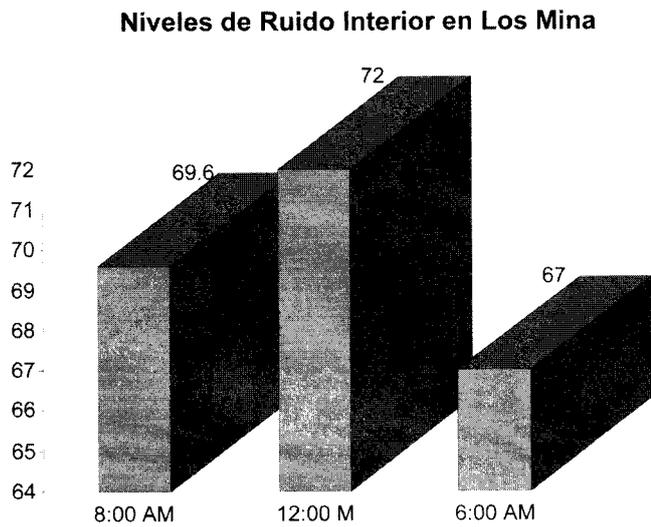


c) Niveles de Ruido Interior

Los niveles de ruido al interior de las viviendas son producidos por las conversaciones, radio, TV y el que viene del exterior. La norma de la Secretaria de Estado de Medioambiente y Recursos naturales para ruido interior diurno en zonas residenciales es de 55 dBA. (4)

En ste caso los valores encontrados oscilaron entre 67 dBA y 72 dBA, los que se consideran superiores a la norma, como lo muestra la gráfica siguiente.

GRÁFICA 12



3.7 Factores relacionados con el mantenimiento de condiciones adversas al ambiente interior en Los Mina

En este sector un 20 % de los pobladores admitieron que al interior de sus viviendas existía contaminación, dada sobretudo, según la percepción de ellos, por la acumulación de desechos en las calles y aceras. El área requerida por persona en este barrio estuvo adecuada.

La falta de agua ha traído como consecuencia que los pobladores de este barrio tengan que transportarla y almacenarla, lo cual trae el problema de los vectores al interior, además,

los pobladores se quejan de que el agua que reciben no es de calidad, según ellos tiene sales en exceso.

Sumado a lo anterior está el problema de los desechos sólidos, los cuales se observan almacenados en lugares inapropiados y de forma desorganizada, aunque el camión recolector pasa periódicamente por la zona y la existencia de negocios informales (como colmados, ventorrillos, las reparadoras de vehículos en las aceras, etc) agudizan cada vez más el problema, ya que la producción de desechos de los mencionados negocios es elevada y diversa, en algunos casos, el personal recolector no tiene forma de llevarse estos desechos y se van acumulando en aceras y contenes, limitando el espacio peatonal y añadiendo más contaminación y deterioro.

Cada vez más se están utilizando productos químicos para las labores cotidianas del hogar, los cuales son reconocidos como peligrosos, tal es el caso del ácido muriático en todas sus modalidades, el amoníaco, el cloro y los detergentes. Las personas los utilizan con mucha frecuencia y sin las debidas precauciones.

Otros químicos frecuentemente utilizados en el hogar son los insecticidas, tanto en aerosol como en forma de velas, estos últimos al ser quemados no solo producen contaminación por el repelente emitido sino también por dióxido de carbono.

Los compuestos específicos medidos al interior de las casas fueron el monóxido de carbono (CO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂). Los niveles de estos contaminantes encon-

trados en el 60% de las viviendas en horas de la mañana se mantuvieron por encima de los límites permitidos, excepto en el 40% de los casos, donde se encontraron niveles bajos. Hacia las 12 del mediodía se registraron valores bajos y luego al atardecer volvieron a encontrarse valores fuera de lo establecido en la norma.

Esto se explica por que la gente almuerza en el trabajo y no van a comer a la casa, quizás por la distancia de sus centros de trabajo. Además, las casas encuestadas cayeron en zonas residenciales donde el tránsito de vehículos era moderado.

Según la norma establecida por la Secretaría de Estado de Medioambiente y Recursos Naturales, los niveles de ruido en este sector se encuentran por encima de la norma, de forma cotidiana, lo que tiene implicaciones en la salud de sus pobladores, pues la norma para ambientes interiores es de 55 dBA y en Los Mina se encontraron niveles que oscilaron entre 67 dBA y 72 dBA entre las 8:00 AM y las 6:00 PM

Estos factores Predisponentes al sostenimiento de condiciones adversas al interior de las casas, tiene una relación con la salud humana. Al cuestionar los habitantes de Los Mina sobre las enfermedades, signos y síntomas más frecuentes respondieron en un 75% que no padecían enfermedades con frecuencia, un 25% refirieron gripe, un 5 % dolores de cabeza y cansancio y un 5% refirió asma y el 3% restante refirió diarreas. Síntomas estos relacionados con la mala calidad del ambiente interior.

CONCLUSIONES

En sentido general se puede concluir que, a la luz de los datos encontrados, las condiciones de la vivienda tienen influencia en la calidad ambiental al interior y ésta a su vez en los niveles de seguridad, confort y la salud de los habitantes.

Al comparar los valores encontrados en los 3 barrios se demostró que los pobladores de Los Minas y Villa Francisca poseen viviendas de inferior calidad (más pequeñas y fabricadas con materiales de menor calidad), lo que se refleja en los niveles de contaminantes encontrados al interior, con relación a los que se encontraron en el sector de Alma Rosa.

En las investigaciones realizadas en Guatemala se encontraron niveles de CO y NO₂ elevados relacionados con el uso de biomasa como combustible y se encontraron niveles menores en estufas a gas. En este estudio todas las viviendas de la muestra utilizaban estufas a gas propano, sin embargo, se evidenciaron niveles por encima de la norma, por lo que inferimos que las estufas padecen de problemas para realizar la combustión de manera adecuada.

Esto sumado a la falta de espacio y materiales de construcción deficientes genera riesgos para la salud de los habitantes de las casas en estudio, ya que estas condiciones favorecen la concentración y permanencia de los contaminantes, cuya presencia afectan directamente en mujeres, ancianos y niños, que son los que pasan más tiempo en la vivienda.

En los hogares de Villa Francisca y Los Mina se percibie-

va, además, muchas fallas de mantenimiento, sobretodo en las instalaciones eléctricas y de agua.

Una observación interesante es que, a pesar de que en ciertas zonas de Alma Rosa no pasa el camión recolector de desechos, no se veían tantos vertederos improvisados, como en el caso de Villa Francisca, cuyo servicio de recolección es diario y sin embargo el sector presenta gran cantidad de vertederos. Lo que evidencia una diferencia en el nivel educativo entre los pobladores de ambos sectores, esto solamente en lo referente al almacenaje y disposición de los desechos, pues en ninguno de los 3 sectores estos desechos eran clasificados.

En lo que respecta a los niveles de ruido se encontró que en los 3 sectores presentaron una fluctuación parecida y elevada, con respecto a la norma establecida por la Secretaria de Medioambiente y Recursos Naturales, cuyos valores son relativamente bajos con relación al nivel de decibeles que normalmente manejan los dominicanos. En este sentido, también habría que trabajar en la educación de los habitantes.

En lo concerniente a las actividades cotidianas que ocasionan contaminación interior, en los 3 sectores estuvieron de acuerdo en que los oficios domésticos y los negocios o pequeñas empresas al interior de las casas son los causantes principales.

En este aspecto, el sector de Alma Rosa volvió a salir aventajado frente a los otros dos, pues sus pobladores tienen un mejor acceso a la provisión de agua, lo que facilita la realiza-

ción de los oficios domésticos. Además, tiene menos negocios informales dentro de las casas que los demás.

Para finalizar se recomienda continuar los estudios relacionados con la calidad del ambiente en Republica Dominicana, que contribuyan a proyectar una política ambiental adecuada. Estos estudios descriptivos son de vital importancia para lograr mejorar las condiciones de seguridad, bienestar (confort), así como la calidad del ambiente que es fundamental para elevar el nivel de vida de la población.

BIBLIOGRAFÍA

1. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. *La Salud de las Poblaciones indígenas: mejoramiento de las condiciones ambientales (agua y saneamiento) en las comunidades indígenas*. OPS. Lima. 1999.
2. LP. Naeher, K.R., Smith, B.P., Leaderer. *Particulate matter and carbon monoxide in highland Guatemala: indoor and outdoor levels from traditional and improved wood stoves and gas stoves*. *Indoor Air* 2000. 10: 20-205. Dinamarca. 2000.
3. Oficina Panamericana de la Salud. *Diagnóstico comparativo de la calidad de aire de los interiores de la vivienda de 2 poblaciones indígenas del Perú*. OPS. Washington. 2003.
4. Albalak, Rachel. Nigel, Bruce, McCracken, Smith, Kirk y Gallardo, Thelma. *Indoor respirable particulate matter concentrations from an open fire, improved cookstove and LPG/open fire combination a rural guatemalan community*. *Environmental Science & Technology*/ Vol. 35 N° 13, 2001. USA. 2001.
5. Boy, Erick. Nigel, Bruce. Delgado, Hernan. *Birth Weight and*

- exposure to kitchen wood smoke during pregnancy in rural Guatemala*. Environmental Health Perspectives. Vol. 110, # 1, Enero 2002. USA. 2002.
6. Pérez Padilla, R. Pérez Guzmán, C. Báez Saldaña, A. Torres Cruz, A. *Cooking UIY Biomasa stoves and tuberculosis: a case control study*. International Journal of Tuberculosis and Lung Disease. 5 (5); 441-447. México 2001.
 7. Secretaría de Estado de Medioambiente y Recursos Naturales. *Normas sobre la calidad de aire y control de emisiones atmosféricas*. Editora Búho. Santo Domingo. 2001.
 8. Glynn, Henry J. Heinke, Gary. *Ingeniería Ambiental*. 2 ED. Pearson. México. 1999.
 9. Berenguer Subils, M^a José. Martí Solé, M^a Carmen. *Ambientes. Nota Técnica de Prevención 243*. Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo. España. 1995.
 10. Kiely, Gerard. *Ingeniería Ambiental*. 1 ED. McGraw-Hill. España. 1999.
 11. Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (EPA). *Documento técnico del informe ambiental 2003*. Washington. 2003
 12. Berenguer Subils, M^a José. *Caracterización de la calidad del aire en ambientes interiores. Nota Técnica de Prevención 431*. Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo. España. 1995.
 13. Martí Veciana, Antonio. *Toma de muestras de contaminantes con soluciones absorbentes. Norma General*. NTP-22. Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo. España. 1985.
 14. Secretaría de Estado de Medioambiente y Recursos Naturales. *Normas sobre ruido*. Editora Búho. Santo Domingo. 2001.
 15. *Who. Guidelines for air quality*. Who. Genova 2000.

16. Nebel, Bernard J. *Ciencias Ambientales, Ecología y Desarrollo Sostenible*. 6 ED. Pearson. México .1999.
17. Secretaría de Estado de Medioambiente y Recursos Naturales. *Normas sobre los desechos sólidos*. Editora Búho. Santo Domingo. 2001.
18. NIOSH. Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (EPA). *Building air quality: a guide for building owners and managers*. Washington. 1996.
19. Cuesta Santos, Osvaldo. González, María L. Sánchez Navarro ,Pedro. Collazo Aranda , Arnaldo. Wallo Vázquez, Antonio. Guevara Velazco, Antonio. *Comapración de la calidad del aire en ambiente interior y exterior en el trópico húmedo (Cuba)*. OPS. 1997.
20. Andrés, Daniel Antonio. Ferrero, Eduardo Joaquín. Mackle, César Eliécer. *Monitoreo de las concentraciones de dióxido de nitrógeno en interiores de viviendas*. Universidad Tecnológica Nacional. 1999. Cuba.
21. Andrés, Daniel Antonio, y Col. *Comparación de los niveles de contaminación por dióxido de nitrógeno entre el ambiente interno de las viviendas familiares y el ambiente exterior*. Universidad Tecnológica Nacional. 1999. Cuba.