

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y EFECTOS SOBRE LA SALUD DE LA POBLACIÓN Medellín y su área metropolitana

Vigilancia Epidemiológica

documento 4 de 4



Alcaldía de Medellín



Alcaldía de Itagüí



**Sistema de Vigilancia Epidemiológica
sobre la Calidad del Aire en el Valle del Aburrá**

Fernando Daniels Cardozo
Elkin Martínez López
Maria Patricia Arbeláez Montoya
Juan Fernando Saldarriaga

**Centro de Investigaciones
Facultad Nacional de Salud Pública
Universidad de Antioquia
Medellín. Colombia
2007**

CONTENIDO

1. Introducción.....	5
1.1 Fundamentos y criterios orientadores	
2. Antecedentes para la puesta en marcha de un sistema de vigilancia epidemiológica ambiental de la calidad del aire para el área metropolitana del Valle de Aburrá.....	9
3. Estructura y funciones del sistema de vigilancia.....	13
3.1 Objetivos del sistema	
3.2 Eventos bajo vigilancia	
3.2.1 Eventos ambientales	
3.2.2 Eventos de salud	
3.2.3 Estrategias de vigilancia	
3.3 Indicadores	
4. Tratamiento de la información.....	25
4.1 Recolección de información	
4.1.1 Fuentes de datos	
4.1.2 Datos mínimos recomendados	
4.1.3 Consolidado periódico de datos	
4.2 Análisis de información	
4.2.1 Indicadores ambientales	
4.2.2 Indicadores epidemiológicos	
4.2.3 Indicadores de intervención	
4.3 Alertas	
4.4 Divulgación y retroalimentación de resultados	
4.5 Estrategia de participación ciudadana	
4.6 Estructura operativa del sistema de vigilancia epidemiológica	
5. Responsabilidades del sistema de vigilancia.....	41
6. Evaluación del Sistema.....	45
Bibliografía.....	49
Anexo	53

PROPUESTA PARA LA PUESTA EN MARCHA DE UN SISTEMA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL AMVA

1. Introducción

La contaminación del aire se ha convertido en una de las grandes preocupaciones de la salud pública en los conglomerados urbanos, particularmente en los países en desarrollo donde las concentraciones de contaminantes alcanzan niveles críticos. La exposición repetida a los contaminantes antropogénicos comúnmente encontrados en la atmósfera se ha relacionado con un aumento de riesgo de mortalidad y morbilidad debido a una variedad de condiciones, principalmente las enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Este riesgo es particularmente importante en ciertos grupos poblacionales vulnerables como niños, ancianos, mujeres embarazadas y personas que presentan problemas cardiorrespiratorios^{8,12}, así como en ciertos subgrupos poblacionales que por sus condiciones de trabajo en ambientes exteriores contaminados se encontrarían más expuestos.

Por ello, actualmente es necesario establecer estructuras técnico científicas que desarrollen acciones de vigilancia que permitan identificar poblaciones en riesgo, caracterizar la exposición a contaminantes del aire exterior y cuantificar los efectos adversos que esta exposición representa para la salud humana y la calidad de vida, con el fin de proveer a las autoridades políticas, sanitarias, ambientales y otros actores implicados información que se apoye sobre evidencia científica que permita definir prioridades y aclarar acciones públicas para mejorar la gestión de la calidad del aire y la definición de políticas públicas saludables.

1.1 Fundamentos y criterios orientadores

La vigilancia epidemiológica es la recolección, análisis e interpretación sistemática de datos sanitarios esenciales para la planificación, implementación y evaluación de la práctica en salud pública, estrechamente integrada a la difusión oportuna de dichos datos a quienes precisan conocerlos⁹. Los datos de vigilancia proporcionan información a los interesados en apoyo a los procesos de toma de decisiones, ayudan a definir las acciones de salud pública necesarias y a evaluar la eficacia de los programas¹.

Esta definición hace referencia a tres nociones de base: la vigilancia epidemiológica es un proceso continuo y no únicamente un evento puntual; la rapidez del tratamiento de la información y de la difusión de resultados es indispensable para su buen funcionamiento y, la finalidad del sistema es proveer información que pueda servir para la toma de medidas de prevención de un problema de salud pública ².

El objetivo de la vigilancia es describir la ocurrencia de enfermedades en determinada área geográfica con relación a persona, tiempo y lugar. La vigilancia proporciona así los medios para determinar la magnitud de un problema de salud pública y estimar la frecuencia de la ocurrencia de enfermedades. La vigilancia permite igualmente identificar subgrupos poblacionales vulnerables, evaluar cambios en los patrones de enfermedad en el tiempo y comparar la ocurrencia de enfermedad entre grupos poblacionales. Esto ayuda a establecer las necesidades de acción en salud pública y evaluar los efectos de los programas de control.

En los últimos años ha habido un cambio significativo en la práctica de la vigilancia epidemiológica ya que se ha ampliado el concepto tradicional, consistente en monitorear episodios de morbilidad o mortalidad de un evento sanitario, para incorporar la vigilancia de los factores de riesgo y, en el caso de la vigilancia ambiental, incorporar los gradientes de exposición y riesgos ¹⁰.

antecedentes

2. Antecedentes para la puesta en marcha de un sistema de vigilancia epidemiológica ambiental de la calidad del aire para el área metropolitana del Valle de Aburrá.

Las alteraciones del medio ambiente interfieren directamente en la salud humana e incrementan los costos asociados al tratamiento de enfermedades que pudieran prevenirse. Así, la gestión de los factores de riesgo en salud que provienen de los problemas ambientales debe ser parte integrante de la vigilancia de salud a nivel local, regional y nacional.

Ante la necesidad de conjugar esfuerzos que permitan implementar medidas eficaces para disminuir los niveles de contaminación del aire, el Área Metropolitana está promoviendo la creación de un Comité Epidemiológico Ambiental o una instancia de concertación para el desarrollo de orientaciones y estrategias para el cuidado y uso adecuado de los recursos ambientales.

Esta instancia cuenta con la participación de autoridades municipales, autoridades ambientales, secretarías de salud, de tránsito y transporte, universidades y otros actores que puedan contribuir a la solución del problema de la contaminación del aire y tiene como objetivos desarrollar estrategias, orientaciones y políticas para mejorar la calidad del aire en el AMVA, formular programas e iniciativas enfocados al diagnóstico y prevención de factores de riesgo de la calidad del aire para la salud de la población y promover productos y acuerdos entre los municipios y los diferentes sectores implicados para el control de los factores asociados a la calidad del aire.

En Colombia las acciones de vigilancia en salud pública se encuentran normalizadas por el Ministerio de la Protección Social, según el Decreto No. 3518 de 2006. Dentro de dicha normatividad se destaca la importancia de desarrollar subsistemas de vigilancia que aborden factores de riesgo para la salud, con la participación no solo de las autoridades sanitarias sino también con la participación de diferentes sectores y de la comunidad.

De manera específica el plan de salud ambiental para el país (PLANASA) para el periodo 2000-2010 establece dentro de sus actividades la minimización de factores de riesgo para la salud asociados con la calidad del aire, que comprende el diseño de instrumentos orientados al levantamiento de la información en terreno relacionada con la calidad del aire, de las estadísticas de morbilidad y mortalidad por eventos asociados en relación con el diagnóstico sanitario de las fuentes de emisión; todo lo anterior para efectuar acciones de concertación y coordinación con las autoridades sanitarias y ambientales para lograr la aplicación de medidas de mitigación y control.

estructura

3. Estructura y funciones del sistema de vigilancia

3.1 Objetivos del sistema

El sistema de vigilancia epidemiológica ambiental estará orientado por los siguientes objetivos:

- a. Integrar y articular la información útil necesaria para estimar y monitorear los efectos de la contaminación del aire en la salud de la población.
- b. Caracterizar y monitorear los contaminantes criterio que representan mayores riesgos para la salud de la población.
- c. Estimar los efectos de la contaminación del aire en la salud de la población mediante la correlación de la exposición a los contaminantes monitoreados con los efectos agudos y crónicos sobre la salud.
- d. Identificar las poblaciones que pueden estar en riesgo particularmente alto y los factores de riesgo asociados.
- e. Proveer información oportuna y válida para apoyar la definición, planificación, implantación, seguimiento y evaluación de programas y políticas para proteger la salud de la población frente a los riesgos de la contaminación del aire.
- f. Orientar propuestas de investigación para mejorar nuestra comprensión sobre los efectos en la salud ocasionados por la contaminación del aire, identificar nuevos factores de riesgo y determinar el impacto en el estado de salud de la población de las diferentes políticas, programas y acciones de prevención y control que se realicen para mejorar la calidad del aire.
- g. Desarrollar, en colaboración con otras instituciones, capacidad y experticia en salud ambiental para prestar asesoría, control y asistencia para el desarrollo de programas e investigaciones en este campo, que ayuden al mejoramiento de la calidad de vida de la población.
- h. Promover el intercambio de experiencias, estudios y acciones educativas orientadas a socializar el conocimiento en este campo.

3.2 Eventos bajo vigilancia

El sistema de vigilancia epidemiológica ambiental de la calidad del aire realizará el monitoreo de eventos ambientales y de eventos de salud.

3.2.1 Eventos ambientales

Por sus conocidos efectos sobre la salud de la población se recomienda el monitoreo de los llamados contaminantes de referencia o contaminantes criterio: partículas suspendidas (PST) y partículas respirables (PM₁₀ y PM_{2.5})¹, Óxidos de nitrógeno (NO_x), Óxidos de azufre (SO_x), Monóxido de Carbono (CO), Ozono (O₃), Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) y en especial el benceno, el cual se encuentra reglamentado en la resolución 0601 de 2006 o Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión. Asimismo, se deben monitorear diferentes variables meteorológicas como estabilidad atmosférica, altura de mezcla, temperatura máxima y mínima, precipitación y humedad relativa.

La exposición crónica a concentraciones elevadas de partículas suspendidas finas (≤ 10 micrómetros de diámetro) son las principales responsables de incrementos en la morbilidad y mortalidad por su capacidad de penetrar en los alvéolos pulmonares y traspasar las barreras epiteliales. Por otro lado, en el AMVA se ha observado un incremento anual promedio de 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en las concentraciones de PM₁₀, lo cual convierte este contaminante en la principal variable a monitorear.

Las concentraciones elevadas de dióxido de azufre (SO₂) también están asociadas con el deterioro de las funciones respiratorias. Aunque los valores en las estaciones que monitorean este gas en el AMVA se sitúan por debajo de los límites de precaución sanitaria establecidos por la OMS (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), presentando inclusive una tendencia moderada al descenso. Sin embargo, sus efectos nocivos tanto en la salud de la población como en los ecosistemas justifica que se haga un seguimiento constante de sus concentraciones.

Los óxidos de nitrógeno afectan al sistema respiratorio provocando reacciones inflamatorias, disminución de la función pulmonar e incremento de la resistencia al paso del aire en las vías respiratorias. Aunque los NO_x no se miden sistemáticamente en la red de monitoreo, los valores obtenidos para el área urbana central de Medellín ya superan los niveles de precaución establecidos por la OMS (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y se espera un incremento de esta sustancia relacionado con el aumento en la densidad del tráfico automotor.

La presencia de oxidantes en el aire como el ozono puede causar efectos nocivos como irritación de los ojos y dificultad respiratoria cuando se hace ejercicio físico en ambientes exteriores. De acuerdo con las informaciones disponibles las concentraciones octohorarias actuales de ozono en el Valle de Aburrá no representan un riesgo para la salud según los estándares de seguridad sanitaria de

¹ El monitoreo de material particulado fino (PM_{2.5}) es de gran importancia por cuanto las investigaciones muestran que este tamaño de partícula es el que produce mayor efecto deletéreo en la salud de las personas. Sin embargo, su monitoreo está sujeto a la disponibilidad de equipos en la red de monitoreo de la calidad del aire del AMVA.

la OMS (50 ppb). Sin embargo, el limitado conocimiento que se tiene del comportamiento de este contaminante en el Valle de Aburrá, las condiciones de radiación solar que favorecen el llamado proceso de smog fotoquímico en la región y el aumento en el tráfico automotor hacen prever un incremento de esta sustancia. Estudios puntuales del Área Metropolitana y de Corantioquia muestran algunos sitios con niveles horarios relativamente altos de ozono.

El monóxido de carbono tiene una alta afinidad con la hemoglobina y es capaz de hacer disminuir la concentración de oxígeno en la sangre, lo que provoca efectos negativos en el sistema cardiovascular, nervioso y en el comportamiento. A pesar de que en el Valle de Aburrá el CO presenta un comportamiento estable y sus concentraciones promedio se encuentran aún por debajo de los límites de precaución para la salud (8,8 ppm en 8 hr), es un contaminante con conocidos efectos deletéreos sobre la salud cuya distribución espacial podría estar afectando algunos grupos poblaciones en riesgo. Por otro lado, también se espera un incremento en sus concentraciones debido al aumento en el tráfico automotor.

Los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) incluyen una gama muy amplia de sustancias con efectos variados en la salud. Llama especialmente la atención la presencia en este grupo de sustancias cancerígenas tales como el benceno, del cual se han encontrado concentraciones que superan la norma colombiana y de la OMS en el centro de Medellín, Itagüí y Bello. El benceno es una reconocida sustancia cancerígena que se adhiere a piel y mucosas y tiene además la capacidad de contaminar aguas superficiales.

Teniendo en cuenta estas consideraciones el sistema de vigilancia debe monitorear sistemáticamente estos contaminantes criterio, así como algunos contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos, teniendo como parámetro los niveles máximos permisibles establecidos en la Resolución 0601 de 2006 o *Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión* ¹⁸.

Tabla 1. Niveles críticos de los contaminantes de referencia

Contaminante	Unidad	Tiempo de Exposición	Norma EPA**	Norma Colombiana***	Directriz OMS*
PST	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	media anual media en 24 h	100 400	100 300	
PM _{2,5}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	media anual media en 24 h			10 25
PM ₁₀	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	media anual media en 24 h	50 150	70 150	20 50
SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	media anual media 24 h media en 10 min	80	(80) (250)	(?) (20) (500)

Contaminante	Unidad	Tiempo de Exposición	Norma EPA**	Norma Colombiana***	Directriz OMS*
NO ₂	µg/m ³	media anual media en 24 h media en 1 h	100	(100) (150)	(40) (---) (200)
O ₃	ppm / (µg/m ³)	media en 8 h media en 1 h	80	0.041 (80) 0.061 (120)	(100)
CO	ppm / (mg/m ³)	8 horas 1 hora		8.8 (10) 35 (40)	

Fuente: *OMS, Nota Descriptiva No. 313, Octubre de 2006

**Environment Protection Agency, USA

***Resolución 0601/2006: Norma de Calidad del Aire Ministerio de Medio Ambiente

De otro lado, es igualmente importante el monitoreo de ciertos factores meteorológicos, incluyendo variables de tiempo y lugar que pueden afectar nuestra comprensión de los eventos ambientales y de salud estudiados así como las estimaciones realizadas.

Así, los eventos ambientales que se recomienda continuar monitoreando serían los siguientes:

- a. Partículas suspendidas totales (PST) y partículas suspendidas respirables (PM₁₀ y PM_{2.5}): media anual y media en 24 horas. Se recomienda el monitoreo de la concentración horaria.
- b. Óxidos de nitrógeno (NO_x): media anual, en 24 horas y en 1 hora.
- c. Óxidos de azufre (SO_x): media anual, en 24 horas y en 3 horas.
- d. Monóxido de carbono (CO): media en 8 horas y en 1 hora.
- e. Ozono (O₃): media en 8 horas y en 1 hora.
- f. Benceno: media anual.
- g. Factores meteorológicos:
 - Estabilidad atmosférica diaria (escala de 1 a 6)
 - Altura de mezcla diaria (metros sobre el nivel del piso)
 - Temperatura promedio en 24 horas (°C)
 - Temperaturas máximas y mínimas
 - Humedad relativa promedio en 24 horas (%),
 - Precipitación promedio en 24 horas (mm³)
 - Rosas mensuales de vientos.

3.2.2 Eventos de salud

Se ha documentado ampliamente que la contaminación del aire afecta principalmente los órganos del sistema respiratorio y cardiovascular. Sin embargo, los efectos se distribuyen de manera diferenciada según edad, factores de peligro (Hazard) y factores de riesgo. Dentro de los eventos de salud es necesario monitorear la morbilidad y mortalidad de efectos agudos y crónicos, según lugar y persona de las siguientes condiciones:

- a) Morbilidad de enfermedades respiratorias en adultos (> 60 años) y niños (\leq 15 años) residentes en el AMVA, según la 10ª Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE - 10) (CIE J00 – J99)
- Infecciones respiratorias (CIE J00 – J99)
 - Infección respiratoria aguda (CIE J00 – J39 ; J60 – J99)
 - Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (CIE J40 – J47)
 - Asma (CIE J45)
 - Bronquitis crónica en mayores de 25 años (CIE J41)
 - Bronquitis aguda en menores de 15 años (CIE J20)
 - Infarto agudo de miocardio (CIE I21)
 - Influenza (CIE J10 – J11). Utilizada como variable de control para epidemia por infección viral.

Las causas de morbilidad se vigilarán de manera pasiva mediante registros de consulta ambulatoria, consulta de urgencias y registros de egresos hospitalarios.

- b) Mortalidad en adultos residentes en el AMVA por:
- Mortalidad por todas las causas
- c) Mortalidad por causas cardiovasculares (seguimiento diario cuando sea posible) (CIE I00 – I99)
- Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (CIE J40 – J47)
 - Enfermedad cardiorrespiratoria (CIE I00 – J99)
 - Cáncer de pulmón (CIE C34)
- d) Ausentismo laboral y escolar por enfermedades respiratorias o cardiovasculares.
- e) Morbilidad sentida e indicadores de calidad de vida relacionados con la salud, mediante actividades de vigilancia activa, con encuestas en muestras representativas de la población.

- f) Evaluaciones específicas de la función pulmonar en grupos de riesgo y grupos de control.

3.2.3 Estrategias de vigilancia

Las variables ambientales se monitorearán mediante una vigilancia activa a través de la red de monitoreo de la calidad del aire en el AMVA. Adicionalmente, se podrá requerir muestreos específicos para el análisis o la investigación de casos y para la evaluación de factores de riesgo.

Las variables sanitarias se monitorearán a través de estrategias de vigilancia pasiva y activa.

Mediante la notificación periódica de casos integrada al sistema de notificación establecido dentro de la vigilancia de salud pública del AMVA (vigilancia pasiva) se recopilarán los casos de morbilidad en adultos por enfermedades respiratorias, asma, infección respiratoria aguda (IRA) y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), morbilidad en niños por IRA y mortalidad en adultos por EPOC, enfermedad cardiorrespiratoria (ECR) y cáncer de pulmón (CaP).

Para el monitoreo de infecciones respiratorias en niños se utilizará una vigilancia activa mediante redes centinelas y encuestas de morbilidad sentida.

En el caso de presentarse situaciones de alertas ambientales se deberá realizar de manera obligatoria la investigación epidemiológica.

Los datos que aporta la vigilancia servirán de base para formular hipótesis sobre la correlación entre la enfermedad y el agente causal (concentración de contaminantes), las cuales usualmente deben confirmarse mediante otro tipo de estudios, como el diseño de cohorte o de casos y controles.

3.3 Indicadores

Un indicador ambiental de salud pública debe proveer información acerca del estado de salud de la población con respecto a un factor o riesgo ambiental con el fin de proveer información útil para apoyar los procesos de toma de decisiones, el diseño de políticas o la planificación, ejecución y evaluación de programas e iniciativas. En este sentido es importante que los indicadores ambientales se desarrollen en un marco de trabajo que permita integrarlos con otras medidas o programas a nivel regional o nacional y no se limiten al seguimiento de un riesgo o enfermedad particular sino a la construcción de un sistema de vigilancia integral.

Un indicador debe ser confiable, prediciendo la relación factor ambiental / estado de salud que se estudia, debe recopilarse rutinariamente y tener definiciones y estándares de recolección aceptados. Además, dado que los riesgos ambientales para la salud pueden variar con el tiempo, el indicador también debe proveer información sobre los potenciales riesgos para la salud de una exposición a un agente ambiental.

La selección de indicadores pertinentes y eficaces se orienta siguiendo los siguientes criterios:

- Evaluar la aplicabilidad del indicador propuesto utilizando los siguientes criterios:
 - Basado en vínculos demostrados entre la relación ambiente-salud y ligado a objetivos de salud pública.
 - Con definiciones claras en cuanto a la relación entre el indicador propuesto y el problema de salud pública, dando preferencia a las medidas directas.
 - Medible y con posibilidad de ser monitoreado en el tiempo.
 - Accesibilidad a diferentes niveles (local, regional, nacional).
 - Preciso (confianza y validez).
 - Sensible a cambios en el factor estudiado.
 - Oportuno y orientado a la acción.
 - Con posibilidad de ser incorporado en las intervenciones en salud pública y las regulaciones ambientales.
 - Útil y comprensible para diversos tipos de público.

Por otro lado, los indicadores deben establecerse con base en las necesidades y prioridades locales, de manera que aporten información útil y que sean factibles en su recolección y monitoreo. Las medidas para un indicador dado pueden cambiar con el tiempo dependiendo de los avances tecnológicos y del mejoramiento de nuestra comprensión de las relaciones entre los factores ambientales y la salud de la población.

Se reconocen cuatro tipos de indicadores ambientales en salud pública ⁷:

- Indicadores de peligro (Hazard): condiciones o actividades que identifican el potencial de exposición a un contaminante o a una condición de peligro.
- Indicador de exposición: marcadores biológicos que identifican la presencia en el organismo de una sustancia o combinación de sustancias que pueden ser nocivas para el organismo.
- Indicador de efecto en la salud: enfermedades o condiciones que identifican efectos adversos de la exposición a peligros ambientales conocidos o sospechados.
- Indicador de intervención: programas o políticas que minimizan o previenen un riesgo ambiental, una exposición o un efecto en la salud.

Indicador de peligro

- a. Concentración de contaminantes criterio y de contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos.
- b. Proporción de incremento del consumo de combustible (gasolina y diesel).
- c. Proporción de incremento de la densidad vehicular.
- d. Proporción de incremento de las emisiones de fuentes fijas y móviles.

Indicador de efecto en salud

- a. Proporción de consultas de urgencia por enfermedad cardiorrespiratoria y cardiovascular en adultos.
- b. Proporción de incidencia de enfermedad respiratoria, asma y enfermedad cardiorrespiratoria en adultos.
- c. Tasas de mortalidad por todas las causas, causas respiratorias, causas cardiovasculares y cáncer de pulmón.
- d. Proporciones de incidencia en niños menores de 14 años por enfermedad respiratoria, IRA y asma.
- e. Proporción de consulta de urgencia por enfermedad respiratoria en niños.
- f. Frecuencia de consumo de medicamentos para el asma (opcional).
- g. Ausentismo escolar por enfermedad respiratoria.
- h. Ausentismo laboral por enfermedad respiratoria.

Indicador de exposición

A la fecha no existe un indicador adecuado.

Indicador de intervención

- a. Tasa de reconversión de vehículos al uso de combustibles limpios.
- b. Tasa de disminución de emisiones vehiculares.
- c. Consumo de combustibles en la zona (gas, gasolina, diesel, carbón, otras)

Tabla 2. Indicadores ambientales epidemiológicos para la vigilancia de la calidad del aire en el AMVA

INDICADOR	FUENTE	FRECUENCIA
Indicador de Peligro		
a. Concentración de contaminantes criterio y no convencionales con efectos carcinogénicos. Numero de días por encima de la norma.	Red de monitoreo de la calidad del aire	Horaria, diaria, mensual, anual
b. Proporción de incremento del consumo de combustible gasolina y diesel	Ministerio de Minas y Energía	Mensual
c. Proporción de incremento de la densidad vehicular	Secretaría Tránsito y Transporte	Mensual
d. Proporción de incremento de emisiones de fuentes fijas y móviles	Área Metropolitana	Semestral
Indicador de efecto en la salud		
a. Número y Proporción de consultas de urgencia por enfermedad respiratoria, asma, EPOC y enfermedad cardiovascular en adultos.	Registros hospitalarios	Semanal
b. Proporciones de incidencia de enfermedad respiratoria, asma y enfermedad cardiorrespiratoria en adultos.	Estadísticas Secretarías de Salud Municipales	Mensual
c. Tasas de mortalidad general, respiratoria, cardiovascular y por cáncer de pulmón en adultos.	Certificados Individuales de Defunción.	Anual
d. Proporciones de incidencia en menores de 14 años por enfermedad respiratoria y asma.	Red Centinela (EPS, Hospitales)	Mensual
e. Número y proporción de consultas de urgencia por enfermedad respiratoria en niños.	Registros hospitalarios, Red Centinela (EPS, Hospitales)	Semanal
f. Frecuencia de consumo de medicamentos para el asma (opcional).	Red Centinela (EPS, Hospitales)	Semestral
g. Ausentismo escolar por enfermedad respiratoria.	Red Centinela (escolar)	Mensual
h. Ausentismo laboral por enfermedad respiratoria	Administradoras de riesgos profesionales, empresas	Mensual
i. Proporción de morbilidad sentida por causas respiratorias, asma auto percibida	Encuestas poblacionales	Ocasional
j. Promedio función ventilatoria en grupos seleccionados	Estudios especiales	Ocasional
Indicador de intervención		
a. Tasa de reconversión de vehículos al uso de combustibles limpios	Secretaría Tránsito y Transporte	Semestral
b. Tasa de disminución de emisiones vehiculares	Área Metropolitana	Semestral

información

4. Tratamiento de la información

El tratamiento de la información se realiza en tres etapas; recolección, análisis y difusión.

4.1 Recolección de información

4.1.1 Fuentes de datos

a) Contaminantes Ambientales: Reportes de la red de monitoreo de la calidad del aire. Informes de los resultados de investigaciones específicas. Reporte de las Secretarías de Tránsito (circulación, control de gases) y de los distribuidores de combustible.

b) Morbilidad: Formatos de notificación de casos del sistema de vigilancia epidemiológica de las secretarías de salud del AMVA, notificaciones de la comunidad (encuestas de morbilidad sentida) y registros de consultas médicas de las entidades prestadoras de servicios de salud que hagan parte de la red centinela. Igualmente a través de los informes de investigaciones epidemiológicas ante la presencia de situaciones de alerta o de estudios para determinar poblaciones en riesgo y estimación de impacto.

c) Mortalidad: Registros de mortalidad hospitalaria o de urgencia y estadísticas vitales. Informes de los resultados de investigaciones epidemiológicas para estudiar efectos específicos.

d) Otras fuentes: Inventario de emisiones, ventas de vehículos automotores, reconversión de automóviles a combustibles menos contaminantes, volumen de combustibles consumidos.

4.1.2 Datos mínimos recomendados

a. Reporte de resultados de contaminantes

- Concentración promedio y/o máximos de contaminante según el intervalo de tiempo especificado para cada sustancia.
- Número de eventos de superación de la norma para el periodo considerado.
- Lugar de la exposición.
- Eventos importantes en las inmediaciones del equipo de monitoreo que puedan afectar el resultado de la medición (ej. construcciones).

b. Reporte de variables meteorológicas

- Lugar y hora.
- mínimos, máximos y promedios horarios y/o diarios según escala de medida de cada factor.

c. Reporte de casos de morbilidad

- Variables sociodemográficas: edad, sexo, procedencia, escolaridad, ocupación, estrato socioeconómico.
- Estimación costos del tratamiento (costo promedio por diagnóstico).
- Ausentismo escolar por enfermedad respiratoria.
- Ausentismo laboral por enfermedad respiratoria.

d. Reporte de estadísticas vitales

- Causa de mortalidad.
- Variables sociodemográficas: edad, sexo, procedencia, escolaridad, ocupación, estrato socioeconómico.

e. Reporte de encuestas epidemiológicas

- Variables sociodemográficas: edad, sexo, procedencia, escolaridad, ocupación, estrato socioeconómico.
- Causa evento estudiado.
- Efectos evento estudiado.

4.1.3 Consolidado periódico de datos

La información recopilada se consolidará mensual, semestral y anualmente:

- Concentraciones promedio de contaminantes
- Número de casos que superan la norma vigente.
- Distribución conjunta de probabilidades de comportamiento de la atmósfera (velocidad, dirección y estabilidad atmosférica).
- Informe de evolución de la altura de mezcla en el periodo.
- Resultados de factores meteorológicos (lluvias, temperatura, radiación y humedad).
- Número total de casos en adultos según variables sociodemográficas (enfermedad respiratoria, IRA, EPOC, asma, influenza).
- Número total de casos en niños según variables sociodemográficas (enfermedad respiratoria, IRA, asma, influenza).
- Número de admisiones a urgencias en adultos por enfermedad respiratoria, asma y enfermedad cardiorrespiratoria.
- Número de admisiones en urgencia en niños por enfermedad respiratoria y asma.

- Número de muertes en adultos por EPOC, infarto agudo de miocardio, cáncer pulmonar.
- Número de días/escuela perdidos por causa de enfermedad respiratoria.
- Número de días laborales perdidos por causa de enfermedad respiratoria.
- Número de autos convertidos a gas natural u otro combustible limpio.
- Consumo de combustible en galones/vehículo.
- Incremento porcentual del número de automotores.
- Metros cuadrados de construcción para obras públicas y privadas según variable de tiempo y lugar.

4.2 Análisis de información

4.2.1 Indicadores ambientales

- *Concentración de contaminantes criterio y no convencionales con efectos carcinogénicos:*

Concentraciones promedio y número de veces que supera las concentraciones de referencia según los niveles máximos permisibles para contaminantes criterio y contaminantes no convencionales con efectos cancerígenos presentes en la Resolución 0601 de 2006 de la norma sobre de calidad del aire o nivel de inmisión.

- *Proporción de incremento del consumo de combustibles (gasolina y diesel):*

Número de galones de combustible en el mes de referencia / Número de galones de combustible en el mes precedente x 100

- *Proporción de incremento de la densidad vehicular:*

Número de automotores nuevos en el mes de referencia / Número total de automotores en el mes precedente x 100

- *Proporción de incremento de las emisiones de fuentes fijas y móviles:*

Toneladas de contaminantes emitidos en el semestre de referencia / Toneladas de contaminantes emitidas en el semestre anterior x 100

Para el análisis de los indicadores ambientales se estudiarán sus valores promedios, mínimos y máximos, tendencias en el tiempo (semana, mes, año) y en las diferentes localidades del AMVA. Se analizará mediante el estudio de series de tiempo univariadas y multivariadas.

4.2.2 Indicadores epidemiológicos

- *Proporción de consultas de urgencia por enfermedades respiratorias, asma y enfermedad cardiovascular en adultos:*

Número de urgencias atendidas en un periodo / Total de consultas en la institución (con alta cobertura registro morbilidad atendida por urgencias el denominador puede ser población a mitad de periodo x 100.000).

- *Proporción de incidencia por enfermedad respiratoria, asma y enfermedad cardiovascular en adultos:*

Número de nuevos casos en un periodo / Población a mitad de periodo x 100.000

- *Tasas de mortalidad por todas las causas, enfermedades respiratorias, enfermedades cardiovasculares y por cáncer de pulmón en adultos:*

Número de muertos en un periodo / Población adulta a mitad de periodo x 100.000

- *Proporción de incidencia en niños menores de 15 años por enfermedad respiratoria, IRA y asma:*

Número de nuevos casos en un periodo / Población infantil a mitad de periodo x 100.000

- *Proporción de consulta de urgencia por enfermedad respiratoria en niños:*

Número de urgencias atendidas en un periodo / Población a mitad de periodo x 100.000

- *Frecuencia de consumo de medicamentos para el asma (opcional):*

Prescripciones contra el asma en un periodo / Población a mitad de periodo x 100.000

- *Ausentismo escolar por enfermedad respiratoria en niños escolarizados:*

Número de días perdidos x periodo

- *Ausentismo laboral por enfermedad respiratoria en población económicamente activa:*

Número de días de perdidos x periodo

El análisis de estos indicadores se realizará mediante el estudio de tendencias por periodo y por variable socioeconómica (sexo, grupo de edad, estrato). Se efectúa análisis univariado y multivariado de las variables de estudio (contaminantes y estado de salud) y se realiza igualmente la correlación de indicadores ambientales y de salud mediante el análisis de series de tiempo.

4.2.3 Indicadores de intervención

- *Tasa de reconversión de vehículos al uso de combustibles limpios:*

Número de vehículos reconvertidos por periodo / Número total de vehículos x 100

- *Tasa de disminución de emisiones vehiculares:*

Toneladas emisiones por periodo / Toneladas emisiones periodo anterior x 100

Estos indicadores se analizan mediante el estudio de su distribución y tendencia por periodo, así como su correlación con los indicadores ambientales.

4.3 Alertas

Las alertas hacen referencia a una serie de eventos relacionados con niveles de concentración y tiempos de exposición a los contaminantes que, según criterios epidemiológicos, requieren una acción inmediata con el fin de limitar y prevenir el efecto deletéreo en la salud de la población.

La Resolución 0601 de 2006 o *Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión* establece niveles de prevención, alerta y emergencia para los contaminantes criterio según concentración y tiempo de exposición.

Tabla 3. Concentración y tiempo de exposición de los contaminantes para los niveles de prevención, alerta y emergencia

Contaminante	Tiempo de Exposición	Unidades	Prevención	Alerta	Emergencia
PST	24 horas	µg/m ³	375 µg/m ³	625 µg/m ³	875 µg/m ³
PM ₁₀	24 horas	µg/m ³	300 µg/m ³	400 µg/m ³	500 µg/m ³
SO ₂	24 horas	ppm (µg/m ³)	0.191 (500)	0.382 (1.000)	0.612 (1.600)
NO ₂	1 hora	ppm (µg/m ³)	0.212 (400)	0.425 (800)	1.064 (2.000)
O ₃	1 hora	ppm (µg/m ³)	0.178 (350)	0.356 (700)	0.509 (1.000)
CO	8 horas	ppm (mg/m ³)	14.9 (17)	29.7 (34)	40,2 (46)

Nota: mg/m³ o µg/m³: a las condiciones de 298,15°K y 101,325 KPa. (25°C y 760 mm Hg).

Ante situaciones de alerta, se podrán realizar investigaciones operativas que permitan valorar para cortos periodos de tiempo, días, semanas, la consulta por urgencias y los egresos hospitalarios por enfermedades respiratorias, asma y enfermedades cardiovasculares.

4.4 Divulgación y retroalimentación de resultados

La difusión de resultados es el elemento esencial de la vigilancia epidemiológica por cuanto el principal objetivo de la vigilancia es proporcionar información para la acción, es decir, información que apoye la toma de medidas de prevención y de control de un problema de salud pública y que permita evaluar la eficacia de las intervenciones y programas realizados.

Para que un sistema de vigilancia funcione eficazmente, la divulgación de los resultados que produce debe cumplir dos condiciones. En primer lugar, los datos deben ser tratados rápidamente con el fin de que la información esté disponible “oportunamente” para las personas e instituciones responsables de la toma de medidas de prevención y control, así como para otros actores que necesiten estar informados. En segundo lugar, los resultados deben estar presentados de manera que puedan ser fácil y adecuadamente interpretados por los diferentes actores que necesitan de ellos, particularmente los no expertos en el tema. La divulgación debe efectuarse de manera regular y utilizando técnicas que faciliten la comprensión de aquellos que utilizarán la información. Tal y como lo mencionan varios expertos, “sin comunicación regular de resultados cualquier sistema de vigilancia se acabará rápidamente”³.

Por otro lado, el sistema debe retroalimentar a las personas e instituciones que participan en la recolección y generación de la información con el fin de motivarlas en sus tareas y mantener estándares de calidad en la información recopilada y procesada.

Dado que un sistema de vigilancia epidemiológica está llamado a convertirse en el eje articulador de la planificación, implementación y evaluación de la práctica en salud pública, la divulgación y retroalimentación de la información debe adoptar una perspectiva estructurante dentro del sistema, incluyendo no solamente objetivos de difusión de la información sino también objetivos de sensibilización y educación ambiental, así como de fortalecimiento de la participación ciudadana.

Población blanco y utilidad de la información:

En un sistema de vigilancia de la calidad del aire se pueden identificar varios públicos que pueden estar interesados en la información generada por el sistema para diferentes fines:

Tabla 4. Población blanco y utilidad de la información en el proceso de divulgación

Público interesado	Utilidad de la información
Autoridad ambiental y sanitaria	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Monitorear la calidad ambiental del recurso aire y de los contaminantes implicados. ▪ Estimar la magnitud del problema de la contaminación del aire. ▪ Apoyar la planificación e implementación de medidas de control de la contaminación del aire. ▪ Evaluar el impacto y la eficacia de acciones de control y de diferentes estrategias de intervención para mejorar la calidad del aire. ▪ Identificar y caracterizar las situaciones de alerta que se presenten según tiempo, lugar y población afectada, así como las medidas de prevención y control realizadas. ▪ Analizar el comportamiento epidemiológico de la morbilidad y mortalidad atribuible a la contaminación del aire. ▪ Identificar poblaciones a riesgo mediante monitoreos periódicos.
Autoridades municipales, departamentales y/o nacionales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estimar el impacto ambiental, sanitario, económico y social relacionado con la contaminación del aire. ▪ Proveer evidencia para la definición de políticas que afectan la calidad del aire. ▪ Desarrollar y fortalecer la legislación adecuada para proteger la calidad del aire.
Sector industrial	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluar el impacto y la eficacia de las medidas de control. ▪ Estimular el desarrollo de tecnologías de producción limpias.
Sector transporte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluar el impacto y la eficacia de las medidas de control. ▪ Desarrollar medidas eficaces para disminuir el aporte del sector a la contaminación del aire. ▪ Articular el desarrollo del sector transporte con las necesidades de protección ambiental y sanitaria.
Sector académico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fortalecer la investigación y la formación en este campo. ▪ Impulsar el desarrollo tecnológico para mejorar la calidad del aire.
Grupos ecologistas y otros grupos de presión	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Impulsar acciones organizativas, de educación y control de la contaminación del aire.
Comunidad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mejorar la comprensión del impacto de la contaminación del aire. ▪ Sensibilizar y educar sobre las acciones de control de la contaminación del aire.

Mecanismos de divulgación y retroalimentación:

El mecanismo de divulgación clásico de los sistemas de vigilancia epidemiológica es el “boletín” que incluye el análisis epidemiológico de los eventos monitoreados (morbilidad, mortalidad, otros), teniendo en cuenta los indicadores propuestos. Adicionalmente, se debe utilizar otros canales de comunicación, incluyendo los medios masivos, con el fin de garantizar que la información necesaria sea debidamente comunicada a quienes la necesitan, así como reforzar la sensibilización y educación relacionada con la protección del recurso aire.

La divulgación y retroalimentación del sistema puede contribuir significativamente a estimular la implicación de actores claves y grupos de interés, articulándose al interior de una estrategia de participación ciudadana que mejore la eficiencia de la gestión de la calidad del aire.

4.5 Estrategia de participación ciudadana

La participación ciudadana es un proceso mediante el cual se busca establecer un espacio democrático para intercambiar sobre los valores, actitudes y opiniones de las personas o grupos que tienen un interés específico en un programa o proyecto o que se pueden ver potencialmente afectados por dicha iniciativa⁽¹⁶⁾. La participación ciudadana es un espacio de aprendizaje social que cumple varias finalidades, entre las que cabe destacar:

- La resolución de conflictos que puedan surgir entre las partes interesadas (grupos de interés).
- La legitimación del proceso y de las decisiones que se tomen.
- La información y educación del público.
- La validación y el mejoramiento de la calidad de la información recogida.
- El fortalecimiento de la práctica democrática.

Dado que la participación ciudadana busca legitimar y mejorar el proceso de toma de decisiones, las formas de participación ciudadana se definen entonces con base en la relación que existe entre el público y la toma de decisiones. Así, la participación puede ir desde la simple transferencia de información (en la cual el público es pasivo), pasando por los mecanismos de consulta (donde se le pide al público retroalimentación y una respuesta activa), hasta mecanismos donde los ciudadanos y la comunidad se encuentran formalmente vinculados con los procesos de toma de decisiones.

El tema de la participación ciudadana en los procesos de gestión de la calidad del aire es relativamente nuevo. Las primeras experiencias en Latinoamérica se iniciaron a fines de los años noventa, particularmente en el contexto de las iniciativas de control de la contaminación del aire de grandes centros urbanos como Ciudad de México, Santiago de Chile y Sao Paulo. En 1999, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), a través de la División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos, puso en marcha un proyecto de fortalecimiento de la conciencia de la ciudadanía como factor determinante en la gestión de la contaminación del aire ⁽¹⁷⁾.

Estas iniciativas buscan la creación de un nuevo concepto de ciudadanía medio ambiental que mejore la eficiencia de las políticas de gestión de la contaminación atmosférica implementadas por las autoridades metropolitanas y que ayude a comprender los factores que influyen la eficiencia de la política pública en favor de la calidad del aire.

La estrategia de participación ciudadana consiste en una serie de etapas metodológicas que buscan acercar al público de una manera constructiva a la comprensión y a la acción sobre una problemática particular. Los objetivos de esta metodología pueden resumirse en las siguientes etapas:

- Identificar los diferentes grupos de actores involucrados en la problemática sobre calidad del aire en el Valle de Aburrá.
- Establecer las principales etapas del proceso que se quiere implementar (ej. análisis de necesidades, recolección de información, monitoreo, evaluación, etc.).
- Identificar los procesos de participación ciudadana, es decir los espacios y ámbitos de participación así como los mecanismos sociales e institucionales que la promueven durante las diferentes etapas de gestión de la calidad del aire (identificación y monitoreo de contaminantes, acciones de control de la contaminación atmosférica activados por las autoridades competentes, etc.)
- Definir estrategias de comunicación social. Analizar métodos y técnicas para facilitar la difusión de la información y la comunicación entre los actores del Estado y la sociedad civil para la solución compartida del problema.

Tabla 5
Actores, información y medios de comunicación de la estrategia de participación ciudadana

Actores-Receptores Involucrados	Tipo de información	Medio de comunicación
Autoridad ambiental y sanitaria	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resultados periódicos del monitoreo. ▪ Comportamiento y tendencias de los contaminantes ▪ Estimación efectos en la salud. ▪ Resultados de estudios específicos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Boletines epidemiológicos ▪ Informes de investigación ▪ Reuniones periódicas
Gobiernos municipal, departamental, nacional, secretarías y/o ministerios (educación; minas y energía; salud; ambiente; tránsito y transporte; obras públicas)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resultados periódicos del monitoreo. ▪ Resultados de estudios de interés al respectivo sector de actividad. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Boletines epidemiológicos ▪ Informes de investigación ▪ Artículos de prensa. ▪ Seminarios, debates, etc.
Sector industrial y de transporte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resultados periódicos del monitoreo. ▪ Comportamiento y tendencias de los contaminantes ▪ Estimación efectos en la salud. ▪ Resultados de estudios de interés al sector transporte ▪ Información sobre buenas prácticas para lograr reducción en las emisiones. ▪ Información sobre programas e iniciativas para controlar la contaminación atmosférica. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mesas de diálogo y concertación para tratar temas como: tasas retributivas, sellos verdes, incentivos ambientales. ▪ Publicación de resultados en medios especializados. ▪ Talleres, seminarios sobre temáticas específicas. ▪ Publicidad in situ (folletos, volantes)
Sector académico.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resultados periódicos del monitoreo. ▪ Comportamiento y tendencias de los contaminantes ▪ Estimación efectos en la salud. ▪ Resultados de estudios específicos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Boletines epidemiológicos ▪ Informes de investigación ▪ Reuniones periódicas ▪ Revistas especializadas ▪ Congresos, seminarios.
Grupos ecológicos y activistas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resultados periódicos del monitoreo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Boletines epidemiológicos ▪ Informes de investigación ▪ Talleres, seminarios sobre temáticas específicas. ▪ Medios electrónicos

Actores-Receptores Involucrados	Tipo de información	Medio de comunicación
Población en general <ul style="list-style-type: none"> ▪ Usuarios de vehículos ▪ Población de niños, jóvenes y adultos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Racionalización en el uso de automóviles ▪ Promoción del uso de transporte masivo. ▪ Mantenimiento técnico-mecánico de automotores. ▪ Uso de combustibles fósiles, alternativos, tecnologías apropiadas. <p><i>Niños:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sensibilización y capacitación sobre contaminación atmosférica y sus efectos en el medio ambiente y en la salud. <p><i>Jóvenes:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacitación sobre los efectos de la contaminación y medidas de prevención y control. <p><i>Adultos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ información sobre contaminación atmosférica y efectos en la salud. ▪ Promoción de la salud y prevención del riesgo a personas susceptibles a los contaminantes atmosféricos. ▪ uso racional de automotores. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Videos sobre contaminación atmosférica y efectos en la salud. ▪ Folletos, volantes, artículos de prensa. ▪ Exposición y charlas en espacios públicos. ▪ Calcomanías, bolsas para basura, accesorios para automóviles que contengan el mensaje sobre calidad del aire y salud, etc. ▪ Información por medios electrónicos. ▪ Charlas en escuelas. ▪ Folletos educativos. ▪ Concursos de video y fotografía sobre la temática de la contaminación atmosférica y efectos (cómo ve la población este problema).

Durante la realización del proyecto “Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud en el Valle de Aburrá” se llevaron a cabo diferentes actividades de socialización del proyecto dirigidas al ambiente académico y a la comunidad en general. Estas actividades se enumeran a continuación:

Con la comunidad en general:

- Presentación para: Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Municipios AMVA y comunidad en general. Lugar: Parque de las aguas, Barbosa 27 de octubre de 2005.

- Programa de televisión: “La fuerza de los argumentos” tema: Medellín y su medio ambiente; producción: Telemedellín y Universidad de Antioquia. Octubre 8 de 2006.

- Ponencia en: Primer congreso Nacional de investigación en salud pública. "Investigación para la toma de decisiones en el sector salud". Tema: "Contaminación atmosférica y cáncer de pulmón". Santa fe de Bogotá, del 23 al 25 de octubre de 2006. ACOESP.
- Conferencia en: 12ª Semana de la Salud Ocupacional. "Una responsabilidad social". Tema: "Contaminación atmosférica y efectos en la salud". Medellín, del 25 al 27 de octubre de 2006. Corporación de salud ocupacional y ambiental.
- Participación en: Debates Metropolitanos sobre la calidad del aire en el Valle de Aburrá. Lugar: Centro Internacional de Convenciones Plaza Mayor, Medellín, del 22 al 24 de noviembre de 2006.
- Socialización con la comunidad de cada municipio del Valle de Aburrá donde se realizaron mediciones de contaminantes atmosféricos y pruebas médicas funcionales. Lugar: Municipios AMVA, en el año 2006.

Para grupos académicos:

- Presentación para: el personal Docente, investigador y administrativo de la Sede de Investigación Universitaria (SIU) Medellín; agosto 2006.
- Presentación para: Profesores y estudiantes de postgrado del programa de epidemiología de la FNSP - U de A, el 8 de agosto de 2006.
- Socialización con funcionarios de la Secretaría de Salud y Ambiente del municipio de Girardota. Lugar: FNSP - U de A, en diciembre de 2006.
- Ponencia en: Reuniones de comité epidemiológico entre Área Metropolitana, FNSP y Municipios AMVA. Lugar: Sede administrativa del AMVA y FNSP – U de A. Año 2006.
- Presentaciones para el programa Administración en Salud: Gestión Sanitaria y Ambiental de la FNSP - U de A, para el curso "metodologías de la investigación"; realizadas en el segundo semestre de 2006.

4.6 Estructura operativa del sistema de vigilancia epidemiológica

El sistema de vigilancia epidemiológica debe contar con una estructura técnico-científica que garantice el buen funcionamiento del sistema según atributos ampliamente reconocidos (rapidez, eficiencia, utilidad, adaptabilidad, capacidad de investigación, estabilidad, permanencia, desarrollo del recurso humano, entre otros).

La vigilancia epidemiológica de la calidad del aire se integrará con la iniciativa de puesta en marcha del Comité de Vigilancia Epidemiológica Ambiental. Las labores de vigilancia serán realizadas por una Secretaría Técnica que tendrá las siguientes funciones:

- a) Operar y controlar el sistema de vigilancia epidemiológica ambiental de la calidad del aire.
- b) Revisar y estandarizar los indicadores ambientales en salud pública para la vigilancia de la calidad del aire, sus métodos de recopilación y análisis.
- c) Caracterizar y monitorear los factores de riesgo asociados a la calidad del aire y sus efectos en la salud de la población, así como identificar nuevos factores de riesgo.
- d) Recopilar y analizar la información necesaria para el seguimiento epidemiológico ambiental de la calidad del aire.
- e) Conducir, participar o promover estudios, proyectos e investigaciones para mejorar el conocimiento sobre factores de riesgo, efectos de la contaminación, efectividad de medidas implementadas, etc.
- f) Prestar asesoría y asistencia entre la comunidad científica, la comunidad académica y la población en general del Valle de Aburrá para el desarrollo de proyectos de investigación y de acción en cada uno de los municipios.
- g) Promover el desarrollo de iniciativas interdisciplinarias e intersectoriales en este campo.
- h) Intercambiar información y materiales didácticos, científicos y tecnológicos relacionados con la calidad del aire.
- i) Informar, educar, capacitar y fortalecer la participación pública en todos los aspectos relacionados con la calidad del aire y salud, así como con la prevención y reducción de la contaminación del aire.
- j) Presentar al Comité Epidemiológico Ambiental de la Calidad del Aire informes periódicos de los resultados del seguimiento y monitoreo de los indicadores ambientales en salud pública seleccionados.
- k) Asesorar al Comité Epidemiológico Ambiental de la Calidad del Aire sobre medidas, intervenciones, programas o políticas necesarias para mejorar la calidad del aire en el AMVA.

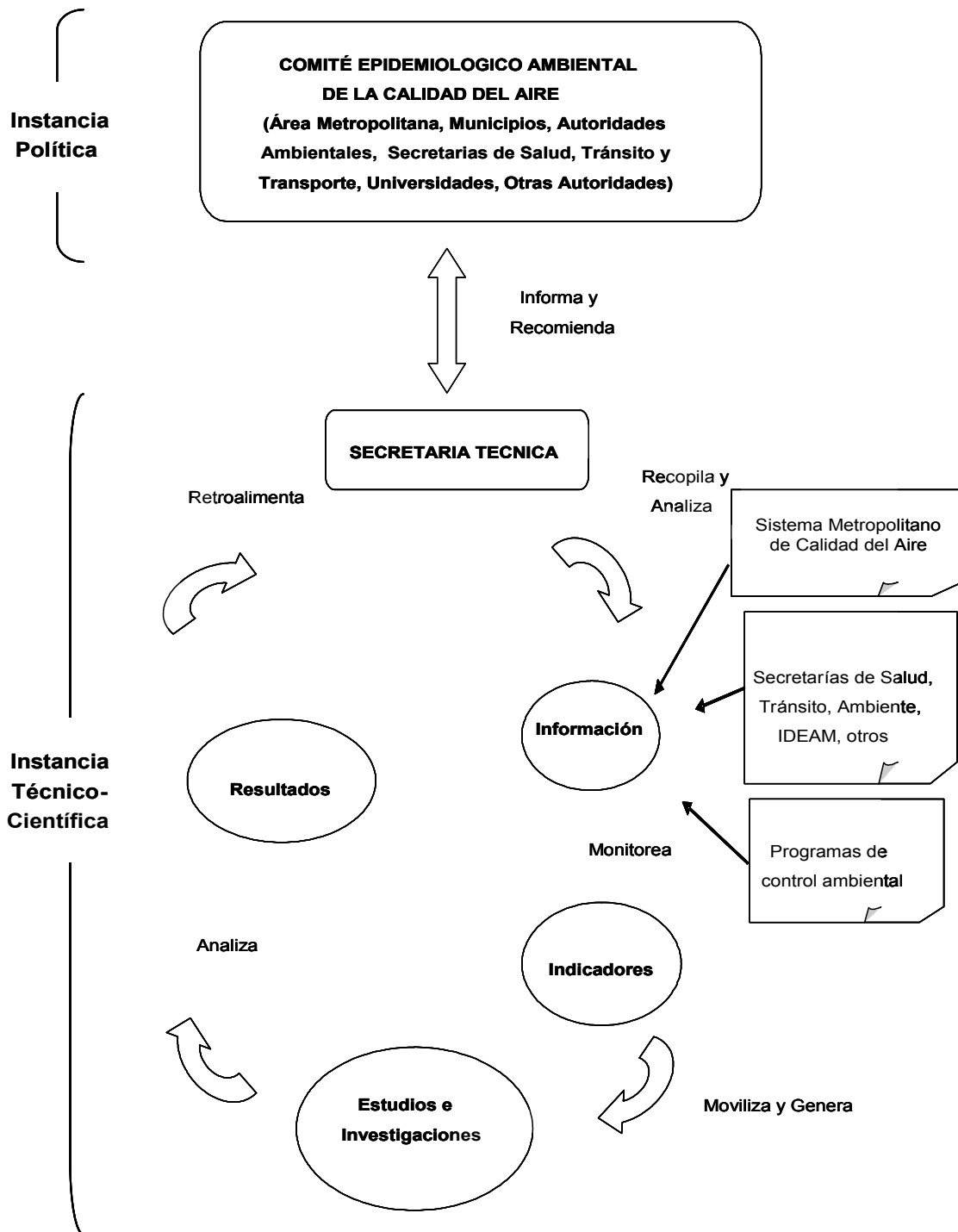


Figura 1: Estructura del Sistema de Vigilancia Epidemiológica Ambiental de la Calidad del Aire

responsabilidades

5. Responsabilidades del sistema de vigilancia

El sistema de vigilancia funciona con un nivel operativo (Secretaría Técnica) y un nivel estratégico (Comité de Vigilancia Epidemiológica). Estos niveles tienen las siguientes responsabilidades:

Nivel operativo (Secretaría Técnica):

- a) Recolección de datos
- b) Identificación de alertas
- c) Investigación epidemiológica de las alertas
- d) Investigación epidemiológica de eventos de interés
- e) Análisis de datos
- f) Divulgación de la información pertinente a las instancias adecuadas.
- g) Notificación al Comité de Vigilancia Epidemiológica

Nivel Estratégico (Comité de Vigilancia Epidemiológica):

- a) Desarrollo e implementación de estrategias, orientaciones y políticas para mejorar la calidad del aire en el AMVA.
- b) Fortalecimiento de la regulación ambiental para proteger la calidad del aire.
- c) Formulación de programas e iniciativas enfocados al diagnóstico y prevención de factores de riesgo de la calidad del aire para la salud de la población.
- d) Evaluación del sistema de vigilancia epidemiológica ambiental.

evaluación

6. Evaluación del Sistema

La evaluación del sistema de vigilancia epidemiológica constituye una etapa necesaria para medir el cumplimiento de las acciones de vigilancia, la calidad de las intervenciones y proveer las medidas de ajuste necesarias. La evaluación se debe realizar en cada uno de los niveles operativos del sistema.

Para la evaluación del sistema se puede utilizar el marco de referencia internacionalmente aceptado para evaluar los sistemas de vigilancia epidemiológica, el cual incluye ⁽¹⁹⁾:

- a) La capacidad del sistema para monitorear los eventos bajo vigilancia, lo cual corresponde a:
 - La disponibilidad de recursos humanos bien capacitados, de recursos técnicos apropiados y de recursos financieros adecuados para realizar las actividades de vigilancia necesarias.
 - El cumplimiento de las directrices establecidas por el sistema.
 - La calidad y consistencia de la información obtenida, así como la estabilidad del sistema.
- b) El grado de utilidad del sistema o las acciones tomadas con base en la información suministrada. Esto implica la capacidad del sistema para detectar los casos que se presenten, prevenir y controlar futuros casos, incluyendo la disminución de las tasas de morbilidad y mortalidad del evento bajo vigilancia.
- c) El cumplimiento de los atributos esenciales a un sistema de vigilancia, tales como:
 - Simplicidad: Facilidad para la recolección y análisis de los datos ambientales, de salud y otros datos necesarios.
 - Flexibilidad: Capacidad del sistema para incorporar informaciones provenientes de diferentes fuentes y/o para integrarse con un sistema nacional/regional de vigilancia de la calidad del aire.
 - Aceptabilidad: Voluntad de los individuos y organizaciones para participar en el sistema de vigilancia.
 - Sensibilidad: Habilidad del sistema para detectar los casos de morbilidad o mortalidad relacionados con la contaminación del aire.

- Valor predictivo positivo: Proporción de casos de morbilidad y mortalidad cardiorrespiratoria realmente atribuibles a la contaminación de aire.
- Representatividad: Capacidad del sistema de reflejar con exactitud los casos de morbilidad y mortalidad por enfermedad cardiorrespiratoria atribuible a la contaminación del aire que suceden en los diferentes municipios del AMVA.
- Oportunidad: Rápida disposición de los datos de los eventos bajo vigilancia para tomar decisiones y efectuar intervenciones.

bibliografía

Bibliografía

1. Langmuir, A. (1976). "William Farr: Founder of Modern Concepts of Surveillance". *International Journal of Epidemiology*. Vol 5, no. 1 (13-18).
2. Thacker, S.B., Choi, K., Brachman, P.S. (1983). "The Surveillance of Infectious Diseases". *JAMA*, March 4, vol. 249, no. 9.
3. Dabis, F., Drucker, J., Moren, A. (1992). "Surveillance épidémiologique, en Épidémiologie d'intervention". Arnette, Paris.
4. Klauke et al. (1988). "Guidelines for Evaluating Surveillance Systems". *MMWR*, vol. 37, no. S-5, May 6, 1988.
5. Sandiford, P., Annett, H., Cibulskis, R. (1992). "What Can Information Systems do for Primary Health Care? An International Perspective". *Society Science Medicine*, vol. 34, no. 10 (1077-1087).
6. De Kadt, E. (1989). "Making Health Policy Management Intersectoral: Issues of information Analysis and Use in Less Developed Countries". *Society Science Medicine*, vol. 29, no. 4 (503-514).
7. Centers for Disease Control and Prevention National Center for Environmental Health Division (2005). "Environmental Indicators in Public Health". 2005. Environmental Public Health Indicators Project; CDC, NCEH, EHHE; Atlanta, Georgia March 2005.
8. Organización Panamericana de la Salud (2005). "An Assessment of Health Effects of Ambient Air Pollution in Latin America and the Caribbean" Organización Panamericana de la Salud, Santiago; Chile.
9. Last JM. (2001). "A dictionary of epidemiology". Oxford University Press. New York.
10. Corvalán C, Briggs D, Zielhuis G. (2000). "Decision-making in environmental health: from evidence to action". Organización Mundial de la Salud.
11. Gouveia N, Maisonet M. (2005). "Health effects of air pollution. En: Organización Mundial de la Salud. WHO Air Quality Guidelines: 2005 update". Holanda.
12. Organización Mundial de la Salud (2006). "Quantification of the Health Effects of Exposure to Air Pollution". Organización Mundial de la Salud: Holanda.
13. Rothman K, Greenland S. (1998). "Modern epidemiology". 2nd ed. EEUU: Lippincott Williams & Wilkins.
14. Martínez F. (2004). "Vigilancia epidemiológica". Madrid España: McGraw Hill Interamericana, pag 15-37.
15. Antó J, Castellanos P, Gili M, Marset p, Navarro V. (1998). "Vigilancia de la salud pública. En: Martínez F. Salud Pública". Santa fe de Bogotá: McGraw Hill Interamericana.
16. Webler, T., Kastenholz, H. & Renn, O. (1995). "Public participation in impact assessment: a social learning perspective". *EIA Review*, 15: 443-463.
17. CEPAL (2007). "Fortalecimiento de la conciencia de la ciudadanía en la gestión de la contaminación atmosférica en las metrópolis latinoamericanas (México, Santiago, Sao Paulo)". CEPAL/ JICA.
18. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2006). "Resolución 0601 de 2006". Santafé de Bogota, 4 de abril de 2006.
19. United States Centers for Disease Control and Prevention. Updated guidelines for evaluating public health surveillance systems. *MMWR*. 2001; 50(No. RR-13): 1-35.

anexos

Anexo 1

Protocolo para la Recolección del Dato sobre la Calidad del Aire para la evaluación del Impacto en salud

1. OMS - Criterios para la evaluación del impacto de la calidad del aire en salud²

- **Cobertura de Tiempo:** Año calendario, considerando épocas secas y de lluvia.
- **Validez de las estaciones:** Para datos promedio de una hora, contar con al menos el 75% de datos válidos; para promedios móviles de ocho horas con base en mediciones por hora, el número de horas debe ser por lo menos 18 (75%); para obtener el promedio de 24 horas, disponer al menos del 50% del tiempo, para obtener variaciones estacionales o promedios anuales, disponer al menos del 50% de datos válidos para el período
- **Índices y parámetros estadísticos:**
 - Para estaciones que completen criterios de validez:
 - Máximo 1 hora promedio o promedio diario de NO₂
 - Máximo 1 hora promedio y máximo 8 horas promedio móvil en un día (24 horas) para Ozono.
 - Promedio diario (24 horas) para SO₂, PST, hollín y PM₁₀
 - Para el cálculo de parámetros estadísticos:
 - Promedio aritmético: por encima del 50% de los datos
 - Percentil 98 y máximo: por encima del 75% de los datos
 - Para obtener el promedio anual:
 - Para CO y NO₂: Períodos de invierno y verano (lluvia y secos)
 - Para Ozono: Período de verano
 - Para SO₂, PST, hollín y PM₁₀: Período de invierno (lluvia)

2. Inventario de Emisiones³

- **Inventario de fuentes fijas:** (suma de emisiones en áreas de 1 kilómetro por 1 kilómetro), calcular índices de emisión por habitante.
- **Inventario de fuentes móviles:** Crecimiento del parque automotor (vehículos matriculados por año), emisiones de material particulado por fuentes móviles (emisión PTS, kg/h), Canasta de consumo de combustibles (consumo y calidad).

² WHO – ECEH European Centre for Environmental and Health. Bonn Office. Air quality and Health Impact Assessment Tool (Air Q). Annex B., October, 2001

³ Politécnico Jaime Isaza Cadavid, Universidad de Antioquia, Universidad Pontificia Bolivariana. Programa de Protección y control de la calidad del aire en el Valle de Aburrá (AMVA), 1998 (código A02, 0246 Volumen 1)

- **Inventario de Fuentes de área:** Emisiones de material particulado por construcción (área por construir, emisión kg/h).

La estimación de las emisiones por fuente, permite orientar medidas de vigilancia y líneas de base para evaluar el impacto de intervenciones. Se deben incluir también los *modelos fuente receptor*.

3. Características de la Red de Monitoreo²

Se deben hacer explícitos los criterios para evaluar:

- Distribución de contaminantes
- Número de estaciones
 - A partir de datos de calidad del aire
 - Modelación de dispersión de contaminantes
 - Datos poblacionales
- Sitios de muestreo
 - Área de cobertura
 - Variabilidad en la concentración de los contaminantes
 - Objetivos del muestreo
 - Datos de población
 - Relación de la concentración con la norma de calidad
 - Identificación de áreas críticas
 - Estudios específicos
 - Topografía
- Frecuencia de muestreo
- Métodos de análisis y equipos de monitoreo
 - Incluir equipos para la medición de hollín
 - Equipos para la medición de aire respirable
- Sistema de recolección y procesamiento de la información
- Estrategias de Divulgación
- Aseguramiento de la calidad:
 - Exactitud
 - Precisión
 - Taza de captación de datos
 - Compatibilidad de las mediciones con estándares nacionales e internacionales.
 - Consistencia a largo plazo
 - Comparaciones

Anexo 2

ASPECTOS CRÍTICOS DE LA CALIDAD DEL DATO EN MONITOREOS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR MATERIAL PARTICULADO

Aspectos que pueden incidir significativamente en la calidad del dato:

1. Capacitación del personal

El personal encargado del proceso de muestreo ambiental se capacita técnica y analíticamente durante el transcurso del proyecto, minimizando así los posibles errores humanos en el monitoreo de la calidad del aire, en cuanto a material particulado con medidores de alto volumen (HI-VOL) y PM10; los aspectos más relevantes son:

- Principio de funcionamiento del equipo
- Conexiones del equipo.
- Conocimiento del estado del motor.
- Cambio de escobillas del motor.
- Manejo del temporizador y contador de horas.
- Lectura de datos del equipo (presión y tiempo).
- Adecuada instalación del equipo.
- Manejo adecuado de los filtros.
- Procesos técnicos y de laboratorio.
- Análisis e interpretación de resultados.
- Mantenimiento del equipo.

Para este fin todas las personas involucradas en el proceso de medición, manejan competentemente el manual de funcionamiento de los equipos de monitoreo de la calidad del aire; además, se entrena su capacidad de reacción para poder dar soluciones a los inconvenientes que se puedan presentar en el trabajo de campo con respecto a los instrumentos para realizar las mediciones.

2. Ubicación de equipos de monitoreo de la calidad del aire

En los estudios epidemiológicos es necesario identificar tres aspectos principales: primero el contaminante y la concentración a la cual se encuentra expuesta la población, segundo el número de personas que se encuentran expuestas y tercero el impacto en la salud causado por este contaminante. Para desarrollar el primero de estos tres aspectos fue indispensable tener en cuenta que la concentración medida debe representar la verdadera exposición de la población, lo que depende en primera instancia de la ubicación del equipo con el que se va a medir dicha concentración; por esto fue necesario tener en cuenta las siguientes variables de ubicación de los equipos de monitoreo:

- Altura con respecto al nivel del piso
- Distancia de las fuentes de contaminación
- Características del lugar de estudio
- Barreras naturales
- Barreras artificiales.

La metodología que se utilizó para identificar los verdaderos niveles de exposición a los contaminantes del aire de la población objeto, consistió en instalar los equipos de medición cerca a la vía, a nivel de piso, en cruces de alto tráfico vehicular, midiendo la calidad del aire que respiran los transeúntes.

Los resultados han mostrado que las mediciones a nivel de piso, son significativamente superiores a las mediciones obtenidas con los equipos de la actual red de monitoreo de la calidad del aire para el Valle de Aburrá. Esto sugiere la importancia de realizar monitoreos constantes de los niveles de concentración de material particulado fino a nivel de piso, estableciendo así el grado de contaminación que respiran las personas.

3. Humedad por lluvia

- **Desecación de filtros**

- La eliminación total de la humedad captada por el filtro es determinante en el resultado del pesaje de este. La sílica gel se utilizó bajo sus características de color adecuado el cual muestra su buen estado, buen almacenamiento y condiciones dentro del desecador para que en un periodo de 24 horas extrajera la humedad total del filtro.
- Se recomienda un control estricto sobre las condiciones físicas de la sílica gel, mas tiempo de desecado de los filtros ó la utilización de métodos alternativos de secado con calor en hornos microondas.

4. Cálculos

En todas las operaciones es fundamental hacer un seguimiento exhaustivo al procedimiento de cálculo con el fin de minimizar el porcentaje de error y obtener un resultado más aproximado al fenómeno que se desea conocer.

Es importante anotar que los datos utilizados para realizar los cálculos con sus respectivas fórmulas, estén validados para evitar confusiones y resultados negativos.

El concepto de error en este caso tiene que ver directamente con el cálculo numérico, los errores asociados al cálculo de la concentración de material particulado por el método gravimétrico tienen que ver con los siguientes factores:

- Utilización incorrecta de las formulas según el método de muestreo
- Errores en la transcripción de las fórmulas
- Manejo inadecuado de las funciones de la hoja de cálculo
- Redondeo de cifras

A continuación se presenta la fórmula para calcular las concentraciones de material particulado:

Formula:
$$C = \frac{1 \cdot 10^6 * (W_{\text{final}} - W_{\text{inicial}}) - (W_{\text{blanco final}} - W_{\text{blanco inicial}})}{Q * \text{Tiempo}}$$

$$Q_{\text{ref}} = \frac{\sqrt{\Delta H * \frac{P_a}{P_{\text{std}}} * \frac{T_{\text{std}}}{T_a}} - b}{m}$$

Los cálculos pueden verse afectados por errores humanos dada la complejidad de las formulas que se utilizan.

Se recomienda establecer un procedimiento para garantizar la calidad de los resultados de la aplicación de la fórmula. Un método posible podría ser la duplicación de los cálculos sobre una base aleatoria.

5. Calibraciones

Los posibles errores que se pueden presentar al realizar la calibración de los equipos de monitoreo de la calidad del aire, como HI-VOL y PM10, pueden ser los siguientes:

- Se pueden presentar fugas en la conexión del calibrador por ajustar insuficientemente el cilindro de este, produciendo disminuciones de la presión en el manómetro; afectando así las mediciones de la caída de presión, el flujo de aire succionado y finalmente la concentración de material particulado.
- En la conexión del manómetro a la toma de muestra del calibrador o del motor se pueden realizar conexiones desajustadas que también pueden producir fugas e indudablemente errores en los datos de la presión del caudal de aire a tomar.

- Al realizar la curva de calibración se debe tener cuidado al ingresar correctamente los datos en los ejes coordenados; eje Y (caudal de referencia) y eje X (ΔP).

Factores que controlaron los posibles errores descritos anteriormente:

- El calibrador se conectó ajustándolo al equipo de muestreo adecuadamente, poniendo en orden los discos que contienen diferente número de orificios, como lo especifica el método de medición de material particulado de los protocolos de RedAire; verificando los datos, tomando varias veces la medición con un manómetro, para asegurar el buen funcionamiento del monitoreo de la calidad del aire.
- Al conectar el manómetro se verificó la conexión de su manguera al motor y al calibrador para que no se presentaran fugas.
- En repetidas oportunidades en el momento de la calibración de los equipos de muestreo, se realizó la medición de la presión del flujo de aire que succiona el equipo, hasta que estas se estandarizaran, y se pudiera confiar en el dato tomado.

6. Pesaje

Para disminuir la posibilidad de error fue necesario seguir rigurosamente el método adecuado, el cual consiste en los siguientes aspectos:

- Se realizó en un laboratorio con las características adecuadas para cumplir con los procedimientos documentados, con equipos suficientes y en buen estado; teniendo en cuenta el control de la humedad relativa y la temperatura.
- La balanza estaba calibrada con certificado avalado y vigente por la superintendencia de industria y comercio. La balanza se encendía entre veinte y treinta minutos antes de iniciar el proceso de pesaje de filtros hasta que lograra estabilizarse. Al momento de pesar fue necesario poner un recipiente sobre el cual se colocaban los filtros, luego se taraba (colocar en cero) la balanza para sustraer el peso del recipiente.
- Al terminar cada monitoreo de material particulado, los filtros se llevaron al laboratorio y fueron pesados inmediatamente. El pesaje de los filtros tiene un plazo máximo de ejecución de 30 días a partir del recibo de estos después de un monitoreo de material particulado. El pesaje de los filtros utilizados en las mediciones, se realizó en el laboratorio de la Facultad Nacional de Salud pública en el área de Higiene Ambiental.

- Se realizó un repeso cada 10 filtros para controlar la calidad en el pesaje, de los filtros usados y limpios. Se envió de forma aleatoria cierta cantidad de muestras de material particulado de acuerdo al número total de filtros pesados al laboratorio de Carbones de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional para verificar la calidad del pesaje.
- Los filtros se desecaron por un período de 24 horas antes de ser pesados para equilibrar las irregularidades que se pueden presentar durante el tiempo de monitoreo tales como: material flojo, decoloración, falta de uniformidad en el filtro. Si el laboratorio al momento del pesaje de filtros no cuenta con las condiciones apropiadas de humedad relativa, éstas se deben restablecer y mantener los filtros por otras 24 horas en desecado.

7. Manipulación de filtros

- Siempre y en todo el proceso se utilizaron guantes quirúrgicos nuevos para la manipulación de los filtros, conservando sus características de peso, antes y después de los monitoreos de material particulado, evitando la recontaminación de estos por la humedad y suciedad de las manos.
- Se doblaron cuidadosamente para prevenir posibles quiebres, rompimiento y finalmente pérdidas del material particulado impactado y recolectado en estos.
- Los filtros utilizados fueron guardados inmediatamente después de los muestreos, en bolsas plásticas con cierre hermético (tipo Ziploc), para conservar en buen estado la muestra y evitar así la adición de humedad y nuevo material particulado.
- Los filtros se pesaron bajo temperatura (22 ± 3 °C); la humedad relativa fue variable y estuvo en un rango entre 40 – 60%. Previo al pesaje, los filtros se estabilizaron 24 horas antes y después de su uso. Los pesos de los filtros se ajustaron a las fluctuaciones de la balanza en la masa de los filtros blancos de laboratorio (por ej. La diferencia de peso registrada entre el inicio y final del pesaje). Se debe utilizar un 5% de filtros como blancos de campo en los muestreos de PM₁₀.

Los resultados de los filtros (blanco) se deben utilizar para corregir los efectos del manejo de los filtros, ajustando la masa de los filtros muestreados por el promedio de la masa de los blancos de campo. Se debe designar el 5% de los filtros para la validación de las mediciones, realizando mediciones paralelas.

- El almacenamiento de los filtros limpios y usados se hizo con mucha precaución, en los embalajes originales, en un lugar fresco y seco, libre de objetos que pudieran ejercer presión sobre ellos; conservando su calidad, ya que estos se podrían deteriorar fácilmente fracturándose, perdiendo pequeñas partes, quedar inutilizables y así también cambiar el peso tomado de estos en el laboratorio.

8. Funciones instrumentales

- Se realizó una inspección visual completa a los equipos de monitoreo de la calidad del aire, para verificar que no tuvieran ninguna irregularidad en su estructura y principio de funcionamiento.
- Se verificó el buen estado de los instrumentos que se utilizaron (calibrador; equipo de medición HI-VOL; impactador de cascada (PM₁₀); manómetro; contador de horas; y timer). Es importante tener en cuenta que el calibrador tiene que calibrarse con otro de mayor jerarquía al menos una vez al año. Se ha observado que esta norma no se cumple en la mayoría de los equipos.

9. Calidad del filtro

- La variedad de filtros para el monitoreo de la calidad del aire que se encuentran en el mercado es alta, por lo cual se utilizó una marca específica para garantizar la calidad de los muestreos; ya que estos filtros varían en peso, textura, tamaño del poro, rugosidad y tamaños de sus medidas.
- Los filtros se almacenaron de una manera adecuada, manteniendo sus características físicas estándares, para evitar la alteración de los datos a tomar en los monitoreos de la calidad del aire.

10. Caudal de aire

Los equipos de medición de material particulado siempre fueron calibrados cuidadosamente con su respectivo kit, en cada monitoreo y en cada nuevo lugar donde las condiciones atmosféricas eran diferentes.

Las mediciones de caudal de aire de cada equipo se realizaron con un manómetro de nivel de agua, al principio (ΔP inicial) y al final de cada medición de material particulado (ΔP final).

Los errores relacionados con el caudal del aire pueden darse a varios niveles:

- La medición de los caudales de aire pueden ser imprecisas ya que a medida que se satura el filtro, el flujo se empieza a reducir. Además los equipos utilizados tienen motores de flujo másico y no se utiliza la variación del caudal.
- Este caudal también varía según la corriente de aire que llegue al equipo y por lo tanto cambia el flujo y así mismo fluctúan también los ΔP (flujo de aire saliente) y los ΔH (flujo de aire entrante en la calibración de los equipos).
- La corriente eléctrica que entra a los equipos de monitoreo de material particulado podría variar significativamente por fluctuaciones que se presenten desde el lugar de donde se tome la energía para realizar el muestreo; esto hace que el motor del equipo tenga diferentes revoluciones, sean mayores o menores, cambiando así el flujo de aire que recibe el equipo de monitoreo y pudiendo cambiar el promedio del caudal recibido por este.

Anexo 3

Protocolo para la Recolección del Dato sobre Efectos en la Salud relacionados con la Calidad del Aire

Datos de Mortalidad

Certificados anuales de defunción – DANE

Causas:

- Total de muertes por todas las causas
- Total de muertes y por grupos quinquenales de edad por causas cardiovasculares (CIE I00 – I99)
- Total de muertes y por grupos quinquenales de edad por Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (CIE J40 – J47)
- Total de muertes y por grupos quinquenales de edad por Enfermedad cardiorrespiratoria (CIE I00 – J99)
- Cáncer de pulmón (CIE C34)

Datos de Morbilidad

- **Fuente Secundaria**

Registros individuales de prestación de servicios (RIPS) de consulta externa, consulta de urgencias y de hospitalización. En unidades de salud centinelas por períodos mensuales y por personal seleccionado para el proceso de recolección.

Causas:

- Total de consultas por enfermedades respiratorias en adultos (> 60 años) y niños (≤ 15 años) residentes en el AMVA, según la 10ª Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE - 10) (CIE J00 – J99)
- Infección respiratoria aguda (CIE J00 – J39 ; J60 – J99)
- Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (CIE J40 – J47)
- Asma (CIE J45)
- Bronquitis crónica en mayores de 25 años (CIE J41)
- Bronquitis aguda en menores de 15 años (CIE J20)
- Infarto agudo de miocardio (CIE I21)
- Influenza (CIE J10 – J11). Variable de control para epidemia por infección viral.

Datos demográficos: Población a mitad de período por grupos etáreos para el denominador de los indicadores

- **Fuente Primaria**

Morbilidad sentida e indicadores de calidad de vida relacionados con la salud, mediante actividades de vigilancia activa, con encuestas en muestras representativas de la población.

Propuesta de Diseño de una Encuesta para medición de efectos de la contaminación atmosférica en la salud

1. Cuáles deben ser las variables

Si partimos de la premisa, que la contaminación atmosférica afectará por sentido lógico, a todas las estructuras orgánicas que entran en contacto con el aire circundante, es necesario explorar la aparición de signos y síntomas clínicos en piel, mucosas y vías respiratorias.

De esta forma, las variables indicadas de exploración pueden consignarse en una amplia lista que pretenda ser exhaustiva en relación con las manifestaciones patológicas de mayor significación clínica. La gama de signos, síntomas y nosologías, podría ser tan amplia como sea necesario:

Respiratorios: Tos, dificultad respiratoria, congestión nasal, estornudos, resfriados, ardor en la garganta, alteraciones de la voz, expectoración, asma, bronquitis, neumonías, etc.

Ocular: Irritación de conjuntivas, blefaritis, pterigios, conjuntivitis, orzuelos, queratitis, alteraciones visuales, etc.

Piel: Enrojecimiento, brotes, prurito, discromías, queratosis, resquebrajamiento, resequedad, suciedad, vesículas, laceraciones, abrasiones, etc.

Auditivas: Otitis externa, otitis media, cerumen, taponamientos, hipoacusias, etc.

2. Cierre de campo

Es conveniente cerrar el campo de las investigaciones poblacionales para contener justamente las variables que se consideran de mayor interés, para reducir en lo posible la extensión del cuestionario y así facilitar la recolección de la información, disminuir el tiempo requerido, simplificar el análisis y mejorar la aceptación del interrogatorio por parte del evaluador y por parte del examinado.

Para el interés de nuestro proyecto en explorar los efectos de la contaminación atmosférica en la salud, consideramos más apropiado centrar nuestra atención en los efectos orgánicos sobre el sistema respiratorio, amparados en la evidencia científica hasta ahora recolectada y bajo la presunción de que las vías respiratorias son probablemente los tejidos más sensibles a las impurezas del aire, al igual que las conjuntivas oculares.

3. Nivel de medición

Existen varias formas de medir una variable, desde la más sencilla y gruesa, hasta la más sofisticada y fina. En general pueden distinguirse 4 niveles de medición:

N. Nominal. Las variables tienen categorías que se designan con un nombre cada una. Estas categorías pueden ser solamente dos que se plantean en opciones mutuamente excluyentes.

Ej: sí / no; hombre / mujer; positivo / negativo, etc.

También pueden ser varias categorías, aunque sin que pueda establecerse entre ellas un orden definido.

Ej: católico / protestante / adventista / otro; soltero / casado / viudo; blanco / azul / rojo / otro; etc.

N. Ordinal. Se construyen categorías, pero entre ellas puede configurarse un ordenamiento. En este nivel se avanza un poco en el sentido de otorgarle a cada categoría una posición en el espectro de intensidades.

Ej: alto / medio / bajo / ninguno; frecuente / ocasional / escaso / nulo; máximo / alto / medio / bajo / mínimo.

N. de Intervalo. Se constituyen clases o rangos que incluyen límites inferiores y superiores. El nivel de medición es mejor porque aporta no solo el orden, sino también las distancias a las cuales se ubican cada uno de los intervalos.

Ej: temperatura: < 10 / 10-20 / 20-30 / 30-40 / > 40 grados centígrados.

N. de Escala individual. También llamado nivel de razón o proporción, donde tienen cabida las variables que admiten una medición más objetiva y precisa, es la escala de números discretos o valores continuos. Es el nivel óptimo de medición por el grado de discriminación que se logra al poder asignar a cada uno de los sujetos un valor individual que mide la cantidad precisa del atributo que posee. Sería ideal acceder a este nivel de medición cuando ello es posible por las ventajas adicionales que se obtienen al analizar, comparar y procesar los datos estadística y epidemiológicamente.

Ej: colesterol sérico: 147, 284, 118, 175, 194, 207, etc.

Desde el punto de vista de la calidad de la medición, en tanto más fina, exacta y precisa sea una medición, tanto mejor. En otras palabras, es conveniente tratar de medir las variables al mejor nivel de discriminación posible, para obtener la mayor individualización de los datos, tener un mayor espectro de variación descrita y aprovechar la ventaja estadística de las pruebas paramétricas y su mayor capacidad para detectar diferencias.

Escala de Medición

Tipo de medición	Características de la variable	Ejemplo	Estadística apropiada	Potencia y contenido de la información
Categorica* Nominal	Categorías no ordenadas	Sexo, grupo sanguíneo, estado vital	Recuentos, tasas, proporciones, riesgo relativo, X^2 , Mantel-Haentzel, regresión	Baja
Ordinal	Categorías ordenadas con intervalos no cuantificables	Grado de dolor	Además de lo anterior: mediana, correlación ordinal	Intermedia
Continua o discreta**	Espectro ordenado con intervalos cuantificables	Peso, número de cigarrillos/día	Además de lo anterior: media, desviación estándar, prueba de la t , análisis de varianza, regresión más potente	Elevada

*Las mediciones categóricas que contienen sólo dos clases (por ej., sexo) se denominan dicotómicas.

** Las variables continuas tienen un número infinito de valores (p. ej., peso) en tanto que las variables discretas tienen una escala finita (p. ej., número de cigarrillos al día). Las variables discretas ordenadas (es decir, distribuidas en una secuencia de pocas a muchas) y que tienen un gran número de valores posibles se parecen a las variables continuas a efectos prácticos de medición y análisis.

Ha sido clásico preguntar por los síntomas respiratorios mediante la forma más escueta, donde la única respuesta posible es **sí** o **no**. Esta forma de preguntar y responder plantea diversas limitaciones:

- Admite solo dos categorías
- Quienes alguna vez han tosido, dudan de considerarse como tosedores si asumen que de todos modos una tos ocasional no representa propiamente una anomalía, al fin y al cabo la tos es una respuesta defensiva normal ante un irritante que puede ser enteramente ocasional.
- Otras personas que también han tenido algún acceso de tos circunstancial, podrían incluirse como tosedores crónicos sin realmente serlo.
- Las posibilidades estadísticas con solo dos categorías son pobres y se limitan a proporciones, no obstante, la mayor dificultad será generada por la contaminación de los grupos: tosedores que incluyen no tosedores y viceversa. Esta clasificación podría echarse a perder completamente sobre la base de una alta proporción de falsos positivos y falsos negativos, y lo que es aún peor, se puede perder la posibilidad de descubrir las verdaderas asociaciones entre las variables de interés, pues la contaminación de las categorías oscurece las diferencias verdaderas que puedan existir entre grupos.

Es necesario, entonces, tratar de mejorar el nivel de medición de los síntomas respiratorios mediante escalas con categorías ordinales tipo Likert, donde se establecen varios grados de afectación: alto, medio, bajo, ninguno.

Más beneficioso aún, sería realizar una medición con categorías aún más discriminadas, ordenadas y que cumplan las condiciones de total exhaustividad y mutua exclusión; es decir, que cada persona encuentre en la gama de respuestas una posibilidad que es la que mejor se ajusta a su condición y que además ninguna persona pueda quedar excluida de la clasificación.

Para sacar provecho de estas consideraciones, en nuestro estudio ensayamos escalas adecuadas de 3, 5 y 10 opciones, al final concluimos que es posible utilizar la alternativa que más discriminación logra y que permite incluso traducir las categorías a la escala de los 10 números dígitos, con el fin de intentar aproximaciones a la escala de números discretos.

Para aumentar la claridad en la comprensión de las opciones de respuesta se presentó la escala con las 10 alternativas numéricas acompañadas de su respectiva traducción en adverbios y adjetivos comprensibles, y además en su correspondiente equivalencia en una escala de frecuencia del síntoma en apropiada secuencia de ascenso o descenso.

número	Frec. cualitativa	Frec. cuantitativa
9	siempre	7 v / sem
8	casi siempre	6 v / sem
7	muy frecuente	5 v / sem
6	frecuente	3 v / sem
5	algo frecuente	1 v / sem
4	poco	2 v / mes
3	muy poco	1 v / mes
2	ocasional	3 v / año
1	casi nunca	1 v / año
0	nunca	1 v / vida

4. Variables Neurosicológicas

La contaminación del aire que respiramos, no solamente afecta las vías respiratorias, las mucosas, la piel y la circulación sanguínea, sino también las funciones síquicas del individuo, su estado de ánimo y su calidad de vida. Con esto en mente, decidimos incluir variables del espectro neurosicológico para el presente estudio, alentados por la importancia que tiene la salud mental para el disfrute de la vida y conscientes de la necesidad que tiene este campo de conocimiento por ser explorado con detenimiento, dada la escasez de precedentes en este sentido.

VARIABLES como: nerviosismo, angustia, tristeza, depresión, aburrimiento, rabia, desespero, irritabilidad, pesimismo, agotamiento y otras, fueron consideradas en la encuesta para explorar si en verdad ocurría alguna diferencia entre las personas que viven y trabajan en un ambiente contaminado ciudadano, en comparación con sus paisanos comparables en edad, sexo, educación, estrato socioeconómico y hábitos de tabaquismo, pero que residen y laboran en un entorno más limpio y provincial.

5. Variables sociodemográficas

Es lógico que todo estudio deba ir acompañado de una identificación suficiente de los sujetos que participan en un estudio. Para nuestro caso el nombre, la cédula y un código consecutivo de encuesta fueron suficientes.

Las variables de tiempo y lugar resultaban obligadas para identificar la ubicación espacial de los individuos y la vigencia de los datos.

Las variables de personas que nos resultaron más significativas fueron: Sexo, edad, nivel educativo, estrato socioeconómico, tiempo de permanencia en el lugar, hábitos de tabaquismo, etc. Estas variables son importantes para el control de potenciales variables de confusión y se utiliza para ofrecer el soporte necesario en la comparabilidad de los datos o en el ajuste si es necesario.

6. Otras variables

Para complementar los datos con información adicional de las personas, decidimos incluir también las variables básicas del estado nutricional de las personas, es decir, peso corporal, estatura, perímetro abdominal y perímetro del carpo. Estas mediciones corporales permiten hacer cálculos sobre peso ideal y sobrepeso para incluir en los análisis que requieran control adicional por estos aspectos.

7. Variables espirométricas

Para incluir indicadores objetivos de la función respiratoria resulta necesario realizar espirometrías completas, las cuales arrojan una serie amplia de cálculos y resultados numéricos:

- VC: Capacidad Vital Lenta. Volumen movilizado desde una inspiración máxima a una espiración máxima realizada lentamente.
- FVC: Capacidad Vital Forzada. Volumen máximo de aire espirado, con un esfuerzo máximo y lo más rápidamente posible, desde la posición de inspiración máxima.
- FEV1 o VEMS: Volumen espirado en el primer segundo de la maniobra de capacidad vital forzada.
- FEV1/FVC: Expresa la proporción de la FVC que se expulsa durante el primer segundo de la maniobra de capacidad vital forzada.
- FEV1/VC ó índice de Tiffeneau: Proporción de la VC que se expulsa durante el primer segundo de la maniobra de capacidad vital lenta.
- FEF 25-75%: Flujo espiratorio forzado, medido del 25 al 75 % de la FVC.

Para nuestro análisis tomamos en primera instancia los resultados de capacidad vital respiratoria (VC), volumen espiratorio forzado de 1 (VEF1) y el porcentaje de VEF1 o prueba de Tiffeneau.

8. Variables Médicas

Para explorar la eventual afectación de los indicadores cardiovasculares básicos, incluimos en la evaluación los datos de frecuencia cardiaca, presión arterial sistólica y presión arterial diastólica.

Estas variables aumentarán la certeza en el control de posibles variables de confusión y ofrecerán además información útil sobre la reacción funcional del sistema cardiovascular a la exposición crónica de contaminantes atmosféricos.

9. Percepción de la contaminación

Para explorar la percepción que la comunidad tiene de la contaminación habitual del aire que la circunda, se plantearon varios indicadores que podrían evidenciar la magnitud del problema.

La presencia de polvo en los objetos, la opacidad y el oscurecimiento de los vidrios, la suciedad en los cuellos, en las mangas de las camisas, en el suelo y en las paredes de las habitaciones, y en general la percepción del aire sucio, todas estas apreciaciones fueron consultadas en una escala de 10 opciones graduadas de menor a mayor.

10. Afectación por la contaminación

Qué tanto se afectan las personas por causa de la contaminación? Estas inquietudes se tratan de resolver planteando en la encuesta una opción de respuesta, graduando la intensidad en 6 grados desde el grado nulo (0) hasta el grado máximo (5), y definiendo también seis campos prioritarios: la salud, lo económico, lo mental, lo familiar, lo laboral y lo recreativo.

Con estas variables será posible, además de la intensidad de la afectación, explorar también el campo específico en el cual las personas se sienten más afectados y el campo en el que se afectan menos. De otro lado podemos establecer si esta percepción varía según el nivel de exposición a la contaminación atmosférica.

11. Fuentes de contaminación

Resulta interesante explorar la percepción que la gente tiene de las fuentes que contaminan el aire. A través de una escala de 6 niveles de intensidad se estudia la opinión de las personas en relación con diversas fuentes móviles y fijas tales como: motocicletas, automóviles particulares, camperos, buses, fábricas y construcciones.

Estos datos nos aportarán la identificación que las personas hacen de los agentes generadores de la contaminación, y será fundamental para la creación de conciencia ciudadana y para el diseño de programas educativos.

Bibliografía

1. Mueller W, Martorell R. Reliability and accuracy of measurement. Cap 6. p 83-86. En: Anthropometric standardization reference manual. Lohman T, Roche A, Martorell R, Ed. Champaign – Illinois, 1988.
2. Cummings S, Browner W, Hulley S. Concepción de la pregunta a investigar. Cap 2. p 13-19. En: Hulley S, Cummings S, Diseño de la investigación clínica: Un enfoque epidemiológico. Barcelona ,1993.
3. Hulley S, Cummings S. Precisión y exactitud: Planificación de las mediciones. Cap 4. p 35-46. En: Hulley S, Cummings S, Diseño de la investigación clínica: Un enfoque epidemiológico. Barcelona ,1993.
4. Cummings S, Strull W, Nevitt M, Hulley S. Cuestionarios: Planificación de las mediciones. Cap 5. p 47-58. En: Hulley S, Cummings S, Diseño de la investigación clínica: Un enfoque epidemiológico. Barcelona ,1993.
5. Rielgelman R, Hirsch R. Como estudiar un estudio y probar una prueba: lectura crítica de la literatura médica. Washington, OPS / OMS. Publicación científica 531, 1992. P 112-120.
6. Rothman K, Greenland S. Modern Epidemiology. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, 1998, Cap. 1 (The emergence of modern epidemiology).

Anexo 4

Control de Calidad del dato en Salud

- **Control de calidad para datos de fuente primaria**

Para garantizar la calidad de los datos obtenidos a través de contacto directo con la comunidad se establecen controles a nivel del evaluador, a nivel del evaluado y a nivel de los instrumentos de medición.

Evaluadores

Solo la idoneidad y el buen entrenamiento de los evaluadores permiten la confianza para obtener mediciones válidas y precisas. En el presente estudio los evaluadores fueron escogidos entre profesionales del área de la salud, de la administración y de la ingeniería. Las pruebas médicas y de espirometrías fueron confiadas solamente a un evaluador con formación en medicina y con postgrados en salud ocupacional.

Se hicieron talleres para la estandarización de los evaluadores a través de un proceso de repetición supervisada de las mediciones y ensayos, y simulaciones reflexivas con todo el grupo de trabajo, para identificar las tomas más válidas de instrumentación y para corregir o eliminar las imprecisiones de la fase inicial de entrenamiento.

Evaluados

Las personas que respondieron al cuestionario y que participaron en las mediciones antropométricas, médicas y espiratorias, eran todas personas adultas, en pleno dominio de sus funciones físicas y mentales.

Después de una adecuada información sobre el respaldo institucional de la misión y establecida la confianza para una conversación amistosa y fructífera, se procede a explicar los aspectos básicos del cuestionario, hasta lograr un pleno consentimiento sobre su conveniencia y una adecuada comprensión de su contenido.

Las personas aparentemente en estado de enajenación, embriaguez, intoxicación o quienes por otras razones biológicas o mentales no se consideraran aptos para aportar respuestas confiables, eran restringidos para el estudio.

Instrumentos

El diseño, la aplicación y el manejo de la encuesta fue objeto de una esmerada interacción del equipo de trabajo con expertos en fisiología, epidemiología, estadística, ingeniería ambiental y con investigadores experimentados.

La encuesta evolucionó desde abordajes clásicos del campo clínico, hasta versiones más elaboradas para aplicación poblacional, mejorando la objetividad del instrumento, la capacidad discriminativa, el nivel de medición, la simplicidad, la legibilidad, la comprensión y la integralidad.

Se hicieron pruebas piloto para perfeccionar la configuración de los ítems y las variables de interés, y para probar la comprensión, los tiempos y la eficiencia del procedimiento.

En relación con las variables médicas se utilizaron fonendoscopios Littman y tensiómetros Tycon de buena calidad, en óptimas condiciones y con calibración original de la casa fabricante.

La espirometría fue realizada con un Spiroanalyzer ST 95, con opciones para registros parciales o integrales. Optamos por el registro completo de los valores espirométricos y con la técnica de ensayos precedentes a cada prueba para obtener la mejor estabilidad de los parámetros espiratorios. De todas las evaluaciones queda el registro impreso en original de los valores obtenidos por el individuo y se fotocopia para tener un respaldo físico de seguridad, además de la base de datos que se configura para un análisis versátil en diversos paquetes estadísticos y epidemiológicos: Excel, SPSS y Epi-Info.

Reproducibilidad

Para asegurar la confiabilidad de las mediciones se realiza en una submuestra pruebas repetidas, a fin de confirmar la concordancia de los datos categóricos. Para las pruebas con mediciones de escala tales como antropometría, pruebas médicas y la espirometría, se logran altos niveles de precisión numérica en la reproducibilidad de los datos.

Validez

Para asegurarnos de que realmente vamos a medir lo que se desea medir, se realizan discusiones entre expertos y revisión de la literatura mundial más reciente para definir si el enfoque debe ser clínico o epidemiológico, es decir, si debe buscarse la detección de cuadros mórbidos bien configurados, tipo enfermedad pulmonar distractora crónica (asma, bronquitis crónica, enfisema) o si es más

procedente la evaluación objetiva de la función ventilatoria a través de espirometría para tener un espectro amplio de variaciones que permita hacer los cortes en el análisis que resulten más apropiados.

De otro lado, la afectación en la morbilidad sentida se centrará, no sobre nosologías específicas, sino sobre síntomas y signos respiratorios, además de las variables neuropsicológicas, pero medidas a un mayor nivel de finura para asegurar, además de la validez, mejores alcances en la precisión y en la objetividad de las respuestas.

Los análisis aportan elementos a la validez de concurrencia en la medida en que los resultados que se obtienen en nuestros estudios llegan a los mismos resultados que se obtienen con el mismo abordaje metodológico en otras latitudes del mundo y por científicos muy acreditados en el tema.

Aspectos muy importantes de la validez de constructo se obtienen en la elaboración de la encuesta y en la definición de las variables que se consideran más apropiadas para la detección de la afectación respiratoria, asegurándose de incluir integralmente todos los signos y síntomas que forman parte del cuadro clínico global.

- **Control de calidad para datos de fuente secundaria**

Registros en salud

Mortalidad

La muerte es un hecho de absoluta trascendencia en la vida de un ser humano, significa su finalización total y definitiva. En las comunidades que viven en cercanía dentro de las áreas urbanas el hecho es inocultable. El deceso de una persona en un vecindario es un hecho que no pasa desapercibido y por tal razón queda registrado en la memoria social y en los documentos oficiales.

Las normas de inhumación de una persona en la sociedad organizada reclama que la muerte sea certificada!. Tal certificación debe ser emitida por un funcionario idóneo, responsable y debidamente capacitado. Esta misión en nuestro medio se le confiere a los médicos, quienes además de otorgarle veracidad al hecho vital, también esclarecen la causa de la muerte, lo cual debe quedar consignado en la certificación avalada con firma y código de registro profesional.

Los certificados de defunción son documentados de gran respetabilidad y seriedad, por lo cual se remiten a los registros notariales y al Departamento Nacional de Estadísticas (DANE) para su debida radicación en las bases de datos

y posteriormente se conducirán en reportes consolidados a las autoridades sanitarias de los entes territoriales.

En resumen, los datos de mortalidad entre los registros de salud, se constituyen en una de las fuentes más confiables de los hechos vitales en las personas que conviven en un entorno urbano bien organizado.

Bases de datos

El manejo de los datos requiere de manos expertas, por lo cual la Facultad Nacional de Salud Pública ha estructurado y servido para el país el programa más acreditado en sistemas de información en salud. El compromiso académico que la facultad tiene con la formación de profesionales y con especialistas, maestros y doctores le condiciona a mantener un alto rigor en el manejo de todos los indicadores de salud.

Para el presente estudio construimos la base de mortalidad por todas las causas para el Área Metropolitana durante los últimos 25 años. También abrimos la opción de comprar los datos de mortalidad por causas específicas para las áreas de interés y en contraposición con áreas de referencia para baja contaminación ambiental como los municipios del oriente antioqueño y para contrastes con otras ciudades capitales y con el referente nacional.

El período de interés en la mortalidad por todas las causas comprende la transición del Sistema Internacional de Enfermedades de su versión novena a la versión décima, lo cual requería de una cuidadosa traducción de los códigos antiguos a los códigos nuevos, asunto que se discriminó con la participación integrada de médicos, estadísticos, epidemiólogos y expertos en sistemas de información.

Análisis

Para asegurar la fiabilidad de los resultados, se debe hacer un esmerado estudio de la variabilidad de los datos en cada una de las variables, a través de distribución de frecuencias, diagrama de caja y límites para detectar datos excéntricos y extremos, y los estadísticos de posición y dispersión convencionales.

Una vez realizada una constatación de la pertinencia y validez de los datos, se procede a construir cada uno de los indicadores epidemiológicos, conforme a los estándares clásicos de la literatura científica y técnica.

Los análisis comparativos y las pruebas de hipótesis se replican en Excel, SPSS Y Epi-info para constatar la concordancia de los resultados y cada uno de los resultados es discutido y reanalizado a profundidad por el grupo de investigadores.

La consigna es reportar solamente aquellos resultados sobre los cuales se ha desarrollado una exhaustiva revisión, con la conciencia de que las conclusiones que emanen del presente estudio, puedan reportarse en evidencia contundente y pueda resistir las miradas críticas de la comunidad científica y del personal técnico especializado.

La pretensión y misión irrenunciable de la Universidad en la interacción con la comunidad y con las instituciones públicas y privadas es la de aportar la evidencia científica con el rigor investigativo y académico que es la esencia de su quehacer, y con la convicción de que las autoridades ejecutivas y políticas de la sociedad necesitan soporte de conocimientos verídicos que les permitan tomar las decisiones que mejor conduzcan al bienestar y salud de la comunidad.

Bibliografía

1. Mueller W, Martorell R. Reliability and accuracy of measurement. Cap 6. p 83-86. En: Anthropometric standardization reference manual. Lohman T, Roche A, Martorell R, Ed. Champaign – Illinois, 1988.
2. Cummings S, Browner W, Hulley S. Concepción de la pregunta a investigar. Cap 2. p 13-19. En: Hulley S, Cummings S, Diseño de la investigación clínica: Un enfoque epidemiológico. Barcelona ,1993.
3. Hulley S, Cummings S. Precisión y exactitud: Planificación de las mediciones. Cap 4. p 35-46. En: Hulley S, Cummings S, Diseño de la investigación clínica: Un enfoque epidemiológico. Barcelona ,1993.
4. Cummings S, Strull W, Nevitt M, Hulley S. Cuestionarios: Planificación de las mediciones. Cap 5. p 47-58. En: Hulley S, Cummings S, Diseño de la investigación clínica: Un enfoque epidemiológico. Barcelona ,1993.
5. Rielgelman R, Hirsch R. Como estudiar un estudio y probar una prueba: lectura crítica de la literatura médica. Washington, OPS / OMS. Publicación científica 531, 1992. P 112-120.
6. Rothman K, Greenland S. Modern Epidemiology. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, 1998, Cap. 1 (The emergence of modern epidemiology).
7. Norman G, Streiner D. Bioestadística. Ed. Morby / Doyma libros. Madrid, 1996. 260 p.
8. Daniel W. Biostatistics: A foundation for análisis in the health sciences. Fourth edition. USA, 1987. 734 p.

Este documento hace parte del informe final del proyecto de investigación *Contaminación Atmosférica y Efectos en la Salud*, realizado por el grupo de Epidemiología, línea de Prevención y Promoción de la Salud, y financiado por Municipio de Medellín, Municipio de Itagüí, Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Universidad de Antioquia.
Convenio interadministrativo 477/05.

El contenido académico es responsabilidad de los autores que lo suscriben y no compromete a las entidades participantes.