

## 2. OBJETIVOS DE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE

Un sistema de medición de la calidad del aire (SMCA) es el conjunto organizado de recursos humanos, técnicos y administrativos empleados para observar el comportamiento de la calidad del aire a través del tiempo en una región dada. Un SMCA debe responder en forma eficiente y confiable a los objetivos del monitoreo y/o muestreo y a las necesidades de información establecidas por la normatividad federal y/o local vigente en materia de calidad del aire (Adaptado de Martínez, 1996).

Dentro de las actividades de un SMCA se encuentran la medición, registro y procesamiento de los datos de calidad del aire.

Los principales productos en cuanto a calidad del aire son: las bases de datos, los indicadores, los informes y los pronósticos de la contaminación atmosférica.

Adicionalmente, debido al tipo de información que generan los SMCA, éstos podrán intercambiar información con los sistemas de vigilancia epidemiológica que opere el Sector Salud a nivel local y/o nacional.

El primer paso en el establecimiento de un SMCA es la definición de los objetivos. Éstos deben escribirse en un lenguaje sencillo y estar claramente definidos. Los objetivos confusos o mal planteados resultarán en programas inefi-

caces, con mal uso de los recursos disponibles e innecesariamente costosos, lo que puede traducirse en datos de discutible calidad. Durante esta etapa se deben tomar en cuenta las necesidades de los usuarios regulares, así como las de los usuarios potenciales. La información y aprovechamiento que se derive de los datos de la medición justificará el costo del sistema.

Cada organización puede definir los objetivos específicos con base en sus necesidades locales o regionales. Sin embargo, se deben tener en consideración los lineamientos establecidos en la normatividad local, nacional e internacional.

El diseño de objetivos múltiples de un SMCA es posible que sea plasmado en papel, pero la práctica ha demostrado que sólo se pueden cumplir eficientemente aquellos objetivos que están enfocados a sólo un tipo de estudio. Es decir, generalmente no es posible utilizar un SMCA diseñado para estudios de tendencias de contaminantes a largo plazo para investigar una queja específica. Aunque es posible modificar el diseño original de un SMCA de tal manera que sirva para otro propósito, no es práctico ni recomendable, ya que se pierde la continuidad de la información y los costos se elevan considerablemente.

Los objetivos pueden clasificarse en dos grupos: El primero incluye aquellos para un programa de medición adecuado a una ciudad promedio, con problemas de contaminación atmosférica ya presentes o potenciales. El segundo grupo abarca objetivos más específicos, que generalmente son opcionales y técnicamente más complejos y pueden, de acuerdo a la situación local, formar parte o no de las actividades rutinarias del sistema.

Para obtener eficientemente la información apropiada para los objetivos que se definan, es aconsejable y casi indispensable que antes de considerar el establecimiento o expansión de un programa de medición de la calidad del aire de cualquier tipo, duración y cobertura, se examine con detenimiento las capacidades reales del SMCA. (OMS-CEPIS, 2004; Martínez, 1996; Morrow, 1984)

Los objetivos que comúnmente se contemplan para el desarrollo de un programa de medición, se presentan y describen en los puntos subsecuentes.

## **2.1 Observación del cumplimiento de las normatividad vigente en la materia.**

Tanto a nivel nacional como internacional, se han desarrollado estándares de calidad del aire, donde se establecen los límites de concentración de contaminantes, con el objetivo de proteger la salud de la población. Un SMCA genera datos de la

concentración de los contaminantes en el aire en tiempo real, lo que permite determinar si se están rebasando o no los estándares de la calidad del aire (Martínez, 1996; USEPA, 2008).

De igual manera, se han desarrollado los procedimientos estándares de medición de la concentración de contaminantes. El cumplimiento de estos procedimientos normados debe ser observado para asegurar que se están siguiendo metodologías comprobadas y que los datos generados con estas metodologías son válidos.

Adicionalmente a la normatividad ambiental y de los procesos de medición, existen normas de procedimientos de control y aseguramiento de calidad, las cuales se recomienda se apliquen para asegurar la calidad de los datos generados por el SMCA. Estos procedimientos van desde el mantenimiento y calibración de los equipos, hasta el manejo y análisis de los datos generados, así como el control de un sistema de gestión de calidad (ver Manual 4).

En paralelo al desarrollo de estos manuales se desarrolló una Norma Oficial Mexicana para el establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de calidad del aire (NOM-156-SEMAR-NAT-2008).

## 2.2 Evaluación de la efectividad de estrategias de control.

Con base en las mediciones que se realizan sobre la calidad del aire se pueden diseñar e implementar medidas para mejorarla. Sólo teniendo pleno conocimiento de qué es lo que se quiere mejorar, se pueden realizar acciones para lograrlo. Dependiendo de los objetivos del SMCA, estas estrategias pueden estar enfocadas a la regulación, vigilancia y restricción de actividad de las fuentes de contaminación (industrias y vehículos generalmente).

En términos de las normas de calidad del aire y su cumplimiento, la información en calidad y en cantidad adecuada obtenida observando estrictamente los procedimientos operativos, será de gran utilidad para desarrollar las capacidades que permitan comparar la información de la calidad del aire, correspondiente a periodos de tiempo definidos, que conjuntamente con los datos meteorológicos de una zona en particular permitirá evaluar con certeza la efectividad de las medidas y acciones aplicadas.

Para evaluar la efectividad de las estrategias de control, es necesario realizar mediciones antes, durante y después de su implementación. De esta manera es posible saber si la o las estrategias cumplieron con su propósito, y si deben conservarse, reforzarse o rediseñarse.

## 2.3 Observación de tendencias a largo plazo.

Se entiende como tendencia a la detección de los cambios/directrices en el tiempo de la calidad del aire como consecuencia de la actividad urbana y/o industrial. Para este propósito, una red de medición de la calidad del aire pudiera ser suficiente, midiendo o colectando muestras, por períodos relativamente prolongados y con sólo tres o cuatro estaciones dentro de un área urbana. La selección de los sitios de medición debe hacerse cuidadosamente para evitar que queden bajo la influencia de fuentes cercanas de emisión (ver Manual 3).

Debido a las notorias variaciones estacionales de las concentraciones de algunos contaminantes, siempre es importante que durante el estudio de tendencias se asegure que las mediciones sean realizadas ininterrumpidamente a lo largo del año. Los cambios en los patrones del clima que se dan de una estación a otra y de un año a otro pueden afectar las medias anuales, por lo que se requieren datos de cuando menos cinco años consecutivos para observar las tendencias fundamentales.

## 2.4 Evaluación de Riesgos para la Salud Humana.

La exposición a contaminantes del aire puede causar efectos agudos (corto plazo) y crónicos (largo plazo) en la salud. Usualmente, los efectos agudos son inmediatos y reversibles cuando cesa la exposición al contaminante. Los

efectos agudos más comunes son la irritación de los ojos, dolor de cabeza y náuseas.

A veces los efectos crónicos tardan en manifestarse, duran indefinidamente y tienden a ser irreversibles.

Los efectos crónicos en la salud incluyen la disminución de la capacidad pulmonar y cáncer a los pulmones debido a un prolongado período de exposición a contaminantes tóxicos del aire, tales como el asbesto y berilio (CEPIS, 2009).

En el caso de los efectos agudos, es sustancial contar al menos con mediciones horarias de los contaminantes, de tal manera que puedan reflejar concentraciones pico durante el ciclo diario. Por ello es necesario realizar mediciones precisas y exactas en intervalos más cortos de tiempo utilizando métodos automáticos.

En cuanto a los efectos crónicos, los promedios anuales de concentración de contaminantes pueden ser suficientes, pero debido a las variaciones estacionales es de mayor utilidad, tomar mediciones sobre períodos mensuales lo que permitiría establecer una base suficientemente descriptiva.

Para conocer el impacto de fuentes específicas, que por su tamaño o por alguna característica especial (p.e. la toxicidad de sus emisiones), se deben colocar las estaciones de manera que la concentración ambiental monitoreada resultante sea representativa de las emisiones de estas fuentes. La localización de las estaciones puede determinarse con el auxilio de un modelo de dispersión adecuado al tipo de contaminante de interés.

## **2.6 Estudio de impactos en ecosistemas y edificaciones.**

Los impactos que sufren plantas y árboles, tanto en áreas naturales protegidas como en áreas urbanas, se pueden estimar con base en muestreos de períodos de 24 hrs. Para estudios más detallados es necesario el uso de equipos de medición continua.

El deterioro de los materiales de construcción, debido particularmente al bióxido de azufre, puede estimarse mediante la aplicación de muestreos pasivos. En este caso, las bujías de peróxido de plomo permiten establecer los índices de sulfatación cuando se exponen a la atmósfera por períodos de un mes. Adicionalmente, es de gran utilidad para estos propósitos realizar análisis de precipitación pluvial, especialmente sobre la acidez.

## **2.5 Impacto de Fuentes Específicas.**

## **2.7 Obtención de Información Básica**

## para Planes de Uso del Suelo.

Los patrones del uso de suelo y sus actividades asociadas determinan a largo plazo el tipo y cantidad de contaminantes generados en un área urbana. Con el creciente interés por preservar la calidad del ambiente, se convierte en una necesidad real conocer los niveles de contaminación existentes y estimar el impacto a la atmósfera, previo a la construcción de nuevos complejos residenciales o industriales. Lo anterior, con el propósito de desarrollar e implementar las medidas adecuadas de planeación urbana y de gestión de la calidad del aire en la región.

Para cumplir con este objetivo se deben considerar, en el diseño de un SMCA, sitios de medición representativos para cada uso del suelo, tal como áreas residenciales de alta y baja densidad poblacional, zonas industriales y zonas de servicio o comerciales (ver Manual 3).

### 2.8 Validación de Modelos de Dispersión.

Los modelos de dispersión pueden estar referidos a las emisiones de una fuente o al efecto integral de múltiples fuentes en una comunidad, por lo que las necesidades de medición variarán de acuerdo a éstos. En este sentido, para determinar el tipo, frecuencia y resolución de las mediciones, se deben considerar los requerimientos del modelo así como los propósitos para el cual es utilizado: variaciones de los niveles de contaminación a corto plazo requieren datos de mayor resolución (1 minuto), estima-

ciones de promedios a largo plazo, requieren una menor resolución (1 hora).

Para calibrar un modelo, generalmente es necesaria una red de medición de cobertura amplia y conformada por equipo automático, operando por un período ininterrumpido de al menos un año.

### 2.9 Investigación de quejas específicas.

El tipo de monitoreo para la atención de quejas puede estar, en contraste con los casos anteriores, deliberadamente dirigido a coleccionar muestras de los contaminantes de las fuentes locales involucradas. Debido a que los resultados estarán influenciados hasta por la más pequeña variación en los patrones del viento, además de incluir equipo de medición continua que detecte los valores pico de corta duración, puede ser necesario disponer de varios muestreadores. Si no se tiene conocimiento previo de los contaminantes, se requerirá hacer una identificación inicial en lugar de instalar estaciones especiales para diversos contaminantes ya que no es práctico. En estos casos, el uso de una unidad móvil de monitoreo atmosférico es lo más recomendable.

## 2.10 Realización de Estudios Iniciales para Adquirir Información de Fondo.

Se denomina concentración o nivel de fondo a la concentración ambiente resultante de la emisión de otras fuentes distintas a las analizadas. Puede ser consecuencia del aporte de fuentes naturales o de otras fuentes que contribuyan a la contaminación ambiental en la zona de estudio, identificadas o no.

En lugares donde nunca antes se han efectuado mediciones o donde surge un nuevo tipo de problema por contaminación, se puede iniciar un estudio o reconocimiento exploratorio por un período predeterminado utilizando equipos manuales y/o unidades móviles.

Para establecer qué contaminantes deben ser medidos, es importante conocer los tipos y la calidad de los combustibles que se consumen, así como la clase de actividad industrial en el área. Por otro lado, en la planeación de un estudio se deben considerar los periodos donde se espera que los niveles de contaminación sean altos. Por ejemplo, en lugares donde es necesaria la calefacción durante gran parte del año o donde haya cambios drásticos en la meteorología del lugar, es donde se espera que los niveles de contaminación sean altos, y los estudios deben incluir estos períodos.

Los sistemas de medición de la calidad del aire, SMCA, deberán res-