

1997-A

083168161

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL**



**CONTAMINACIÓN POR PM<sub>10</sub> Y SU EFECTO A  
GRUPOS VULNERABLES EN RELACIÓN  
A LA AUSENCIA PREESCOLAR**

**TESIS PROFESIONAL**

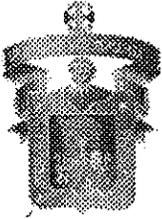
**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**PRESENTA:**

**VALENTÍN HERNÁNDEZ TRUJILLO**

**ZAPOPAN, JALISCO. ENERO DE 2006**



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias  
Centro Universitario de Ciencias de la Salud  
**MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL**

**COMITÉ DE TESIS**

DRA. MARTHA GEORGINA OROZCO MEDINA  
P R E S E N T E:

Por medio de la presente nos permitimos informar a Usted(es), que habiendo revisado el trabajo de Tesis que realizó el (la) pasante:

**VALENTIN HERNANDEZ TRUJILLO**

Con el título:

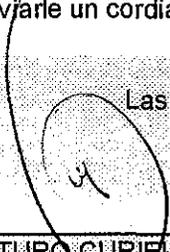
**CONTAMINACIÓN POR PM<sub>10</sub> Y SU EFECTO A GRUPOS VULNERABLES EN RELACIÓN A LA AUSENCIA PREESCOLAR**

Manifestamos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y en su caso programación de fecha de presentación y defensa del mismo.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva brindar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

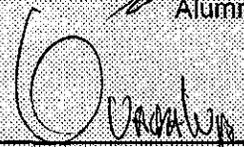
Las Agujas, Zapopan, Jal. a 10 de ENERO del 2006

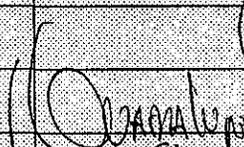
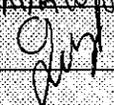
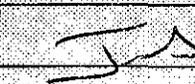
  
\_\_\_\_\_  
DR. ARTURO CURIEL BALLESTEROS  
Director del Trabajo de Tesis

  
\_\_\_\_\_  
QUIM. VALENTÍN HERNÁNDEZ TRUJILLO  
Alumno

Asesores:

\_\_\_\_\_  
DRA. GUADALUPE GARIBAY CHÁVEZ

  
\_\_\_\_\_  
Firma

SINODALES	FIRMA
1. MGSS. Silvia Graciela León Cortés	
2. Dra. Guadalupe Garibay Chávez	
3. Dra. María Luisa García Bátiz	
4. Dr. Arturo Curiel Ballesteros	
5. MSP. Genoveva Rizo Curiel	
6. MCSA. Alberto Alfonso Jiménez Cordero      Suplente	

## **CONTENIDO**

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>4</b>
<b>3. ANTECEDENTES</b>	<b>7</b>
<b>4. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL</b>	
<b>4.1 Generalidades de la Contaminación por PM10 como un     Problema de Salud Ambiental</b>	<b>11</b>
<b>4.2 Generalidades de la Zona de Estudio</b>	<b>22</b>
<b>4.3 Relación entre Variables Cuantitativas</b>	<b>25</b>
<b>5. HIPÓTESIS</b>	<b>27</b>
<b>6. OBJETIVOS</b>	<b>28</b>
<b>7. METODOLOGÍA</b>	<b>29</b>
<b>8. RESULTADOS</b>	<b>34</b>
<b>9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>53</b>
<b>10. CONCLUSIONES</b>	<b>55</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>57</b>
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zona de estudio

Figura 2. Valor diario IMECAS  $PM_{10}$  en el mes de enero 2005

Figura 3. Comportamiento de las ausencias en porcentajes en el mes de enero de 2005

Figura 4. Comportamiento del % ausencia respecto al valor diario IMECA  $PM_{10}$ .

Figura 5. Valor diario IMECAS  $PM_{10}$  en el mes de febrero 2005

Figura 6. Comportamiento de las ausencias en porcentajes en el mes de febrero de 2005

Figura 7. Comportamiento del % ausencia respecto al valor diario IMECA  $PM_{10}$ .

Figura 8. Valor diario IMECAS  $PM_{10}$  en el mes de marzo 2005

Figura 9. Comportamiento de las ausencias en porcentajes en el mes de marzo de 2005

Figura 10. Comportamiento del % ausencia respecto al valor diario IMECA  $PM_{10}$ .

Figura 11. Valor diario IMECAS  $PM_{10}$  en el mes de abril 2005

Figura 12. Comportamiento de las ausencias en porcentajes en el mes de abril de 2005

Figura 13. Comportamiento del % ausencia respecto al valor diario IMECA  $PM_{10}$ .

Figura 14. Valor diario IMECAS  $PM_{10}$  en el mes de mayo 2005

Figura 15. Comportamiento de las ausencias en porcentajes en el mes de mayo de 2005

Figura 16. Comportamiento del % ausencia respecto al valor diario IMECA  $PM_{10}$ .

Figura 17. Valor diario IMECAS  $PM_{10}$  en el mes de abril 2005

Figura 18. Comportamiento de las ausencias en porcentajes en el mes de junio de 2005

Figura 19. Comportamiento del % ausencia respecto al valor diario IMECA  $PM_{10}$ .

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales fuentes de contaminación

Cuadro 2. Clasificación de fuentes contaminantes

Cuadro 3. Ecuación de transformación (concentración a IMECA)

Cuadro 4. Ecuación de transformación (IMECA a concentraciones)

Cuadro 5. Clasificación del nivel IMECA

Cuadro 6. tabla de correlación dada en función de los días subsecuentes al respectivo valor diario IMECAS  $PM_{10}$  con el % de ausencia.

Cuadro 7. tabla de correlación dada en función de los días subsecuentes al respectivo valor diario IMECAS  $PM_{10}$  con el % de ausencia.

Cuadro 8. tabla de correlación dada en función de los días subsecuentes al respectivo valor diario IMECAS  $PM_{10}$  con el % de ausencia.

Cuadro 9. tabla de correlación dada en función de los días subsecuentes al respectivo valor diario IMECAS  $PM_{10}$  con el % de ausencia.

Cuadro 10. tabla de correlación dada en función de los días subsecuentes al respectivo valor diario IMECAS  $PM_{10}$  con el % de ausencia.

# 1 INTRODUCCIÓN

La degradación del medio ambiente debida a la actitud adoptada por los humanos hacia la naturaleza durante el último siglo, en el sentido de que en su actuación tenía licencia para explotar los recursos naturales con una total indiferencia ante todo lo que no repercutiera en beneficio directo del ser humano, ha dado lugar a uno de los problemas capitales que desde hace tiempo la Humanidad tiene planteados, la contaminación.

La explotación intensiva de los recursos naturales y el desarrollo de grandes concentraciones industriales y urbanas en determinadas zonas sin planeación, son fenómenos que, por incontrolados, han dado lugar a la saturación de la capacidad asimiladora y regeneradora de la Naturaleza y pueden llevar a perturbaciones irreversibles del equilibrio ecológico general, cuyas consecuencias a largo plazo no son completamente previsibles.

La lucha contra la contaminación del aire, agua, suelo, así como la consideración del paisaje, la restauración y mejora de las zonas patrimonio natural y artístico, la protección de la fauna y de la flora, el tratamiento y eliminación de los residuos, la gestión de las zonas verdes y espacios libres, la reinstalación de industrias con zonas de amortiguamiento, la congestión del tráfico urbano, la lucha contra el ruido y tantas otras cuestiones, no son sino aspectos parciales e interrelacionados que han de tenerse en cuenta al abordar acciones o programas de actuación para la defensa del medio ambiente.

La exigencia de un aire limpio y puro proviene, en principio, del público en general ante su creciente preocupación por los problemas de contaminación atmosférica originados como consecuencia de la tecnología poco eficiente en el uso de energía y la previsión de que las cada vez mayores emisiones de contaminantes a la atmósfera alteren el equilibrio natural existente entre los distintos ecosistemas, afecten la salud ambiental y a los bienes materiales.

La salud ambiental, es parte de la salud pública, la cual se ocupa de impedir las enfermedades, prolongar la vida y fomentar la salud y la eficiencia física y mental del hombre, a través del esfuerzo organizado de la comunidad. Mientras que la salud ambiental tiene que ver con el equilibrio ecológico que ha de existir entre el hombre y su medio que haga posible su bienestar (Garza, 2002). La salud ambiental es aquella parte de las ciencias ambientales que se ocupa de los riesgos y efectos que para la salud humana representan el medio que habita y donde trabaja, los cambios naturales o artificiales que ese lugar manifiesta y la contaminación producida por el mismo hombre a ese medio. (Garza 1996).

Un proyecto o programa que reduzca las concentraciones de contaminantes atmosféricos hasta alcanzar una seguridad humana en un cierto plazo, produce una serie de beneficios ambientales que se reflejan en la salud de las personas. Sin embargo, cuando el Proyecto es para una zona urbana como Miravalle, es probable que sus

principales beneficios sean aquellos relacionados con la salud de las personas que comprenden los grupos vulnerables que están expuestas a los contaminantes atmosféricos entre los principales  $PM_{10}$  cuyos niveles frecuentemente superan las normas de calidad de aire satisfactorio.

La zona metropolitana de Guadalajara en las últimas décadas ha tenido un intenso crecimiento industrial y demográfico, sin planeación adecuada y con un desarrollo desequilibrado ambientalmente. El área de Miravalle ha sido absorbida por la mancha urbana, quedando rodeada de Industrias consideradas como altamente contaminantes, tales como químicas, fundidoras, ladrilleras, cementeras y consecuentemente con gran flujo vehicular tanto de camiones de carga, transporte público y privado, y además las prácticas de quema de pastizales para preparar los terrenos para siembra de los sitios cercanos al área, la quema de residuos domiciliarios, esto contribuye a un importante incremento de las partículas suspendidas respirables en la zona, Por lo que el área de Miravalle es con mayor frecuencia la que presenta una no satisfactoria calidad de aire de acuerdo a las mediciones de monitoreo ambiental operada por la Secretaría de Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable SEMADES. Aún y cuando desde 1993 se instaló la Red Automática de Monitoreo Ambiental por la Comisión Estatal de Ecología (ahora SEMADES) con monitoreo continuo en ocho estaciones y de los parámetros que mide se encuentra  $PM_{10}$ , en el área de Miravalle se localiza una estación que permite obtener el grado de exposición de  $PM_{10}$ , cada hora las 24 horas del día. Este instrumento sólo ha servido para ser un mero informante de contaminación sin tener una estrategia de acción para prevenir o controlar la contaminación, para evitar los posibles efectos a la salud principalmente de los grupos vulnerables para este estudio niños en edad preescolar.

Las limitaciones de investigación que se encontraron fueron de no tener acceso disponible de información medible de  $PM_{2.5}$  por que la Red Automática de Monitoreo Ambiental no mide éste parámetro, no se cuenta con información sistematizada de datos de morbilidad en el área de estudio. Este estudio por ser un estudio pionero servirá para progresar en las investigaciones que se realicen en poco tiempo, sobre efectos de la contaminación del aire en la zona metropolitana de Guadalajara.

Una amplia literatura epidemiológica vincula efectos adversos en salud y concentraciones ambientales de  $PM_{10}$ . (Ostro, *et al.* 1991,1994,1996). En éstos estudios realizados, se utiliza una metodología que ha sido usada extensamente en diversas investigaciones de estimación de riesgos ambientales. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), por ejemplo, ha utilizado una metodología similar en el estudio para determinar una nueva norma primaria federal para material particulado y para estimar los beneficios en salud del Acta de Aire Limpio en las dos décadas que van desde el año 1970 en que es promulgada y 1990 (EPA [1996a], EPA [1996b]). Asimismo, el Banco Mundial ha utilizado esta metodología para evaluar los efectos en salud de la contaminación atmosférica en Jakarta (Ostro; 1994) y para estimar los beneficios en salud de un Programa de Control de Contaminación Atmosférica en la ciudad de Santiago (Eskeland; 1994).

En la Zona Miravalle han ocurrido eventos que han sobrepasado los niveles satisfactorios de la calidad del aire en considerable magnitud, lo cual ha traído como consecuencia un incremento en las ausencias escolares y en casos extremos, que las autoridades de educación suspendan las actividades escolares, con las consiguientes pérdidas económicas que se derivan.

## 2 JUSTIFICACIÓN

Es para todos axiomático que la contaminación atmosférica por  $PM_{10}$  tiene efectos adversos para la salud, teniendo la probabilidad de causar ausentismo en los grupos vulnerables en las escuelas de nivel preescolar, niños de 3 a 5 años de edad, pero el razonamiento de establecer cuales son los verdaderos factores atmosféricos como es el parámetro  $PM_{10}$  como posible causa del detrimento de la salud y el ausentismo en grupos vulnerables de las escuelas preescolares, es el principal motivo de estudio para discurrir y lograr un acercamiento y conocimiento más preciso de los factores que pueden ser causa de los efectos generados. El presente estudio tiene el propósito de ser una herramienta para la toma de decisiones, a partir de la información que tiene como resultado, y abrir líneas de investigación más precisas que aporten conocimiento y solución al problema.

En la década pasada, estudios epidemiológicos han dado cuenta de una relación entre  $PM_{10}$  y diversas consecuencias adversas, entre las cuales se incluyen mortandad prematura, ingresos en hospitales, visitas a salas de urgencia, ataques de asma, síntomas respiratorios y disminuciones de la función pulmonar. Los estudios epidemiológicos proporcionan evidencia "del mundo real" de las relaciones entre contaminación atmosférica y salud, a partir de exposiciones y condiciones de vida normales. Aunque persisten todavía muchas incertidumbres, estos estudios se pueden usar para evaluar las consecuencias en la salud y la economía de los actuales niveles de contaminación atmosférica, y para calcular los posibles beneficios que se obtendrían con la disminución de los niveles de contaminación. El desarrollo de una estimación cuantitativa permitirá poner en perspectiva los probables beneficios derivados del control de la contaminación, y ayudará a priorizar la toma de decisiones públicas en materia de control de la contaminación.

Aun y cuando se percibe como un problema importante, se han realizado pocos estudios que describen como combatir la contaminación del aire, sobre las medidas necesarias para protección de la salud de toda la población y principalmente a los grupos vulnerables.

En la zona metropolitana de Guadalajara se ha experimentado un crecimiento vehicular muy rápido, con el consiguiente aumento de la circulación de automóviles y autobuses. El uso de combustible fósil para producir energía, así como los procesos industriales, las prácticas agrícolas de quema de pastizales, la quema de basura, incendios forestales, el polvo que es arrastrado y el suspendido contribuye a su vez a la contaminación del aire. Debido a que la zona de Miravalle está ubicada en una cuenca rodeada de cerros, con condiciones atmosféricas desfavorables, por velocidades del viento.

Se han presentado eventos como los ocurridos en los meses de abril y mayo, que ponen en riesgo serio la salud de la población, que han sido declarados en fases de contingencias ambientales, implementando tan solo mecanismos poco significativos para combatir el problema de fondo, suspender clases a los educandos, poca vigilancia a

industrias contaminantes que deberían participar con la disminución de los procesos en los que involucran emisiones contaminantes, han sido tan sólo ligeros paliativos a un grave problema.

Es importante, por consiguiente, tratar de cuantificar los impactos a nivel local de estas concentraciones, ya que ello permite poner en perspectiva los posibles beneficios de controlar la contaminación y, a la vez, priorizar las políticas públicas respecto del control de la contaminación contra otras inversiones en salud pública. Principalmente a grupos vulnerables, entre los que interesan como grupos prioritarios son los menores en edad preescolar. Las autoridades (SEMADES) han señalado como una de las zonas más contaminadas la de Miravalle, localizada al sur de la zona metropolitana, forma parte de los municipios de Guadalajara y Tlaquepaque. Se han presentado situaciones emergentes en los recientes años como los ocurridos por contaminación de ozono en el año 1996, por contaminación de partículas en el año 2005. Entre los factores que contribuyen principalmente a generar el problema, son los incendios forestales.

En cuanto a las estrategias para decrecer los riesgos a la salud por la contaminación atmosférica y derivado de esto, correspondiente a las ausencias de los preescolares, no existe una coordinación adecuada de los sectores gubernamentales, para la atención adecuada al problema del deterioro ambiental principalmente en los casos en que se decreta una fase de contingencia ambiental, cuando los niveles de contaminación sobrepasen los niveles satisfactorios de los parámetros medidos, especialmente  $PM_{10}$ , las excusas de carencia de infraestructura humana y material, no pueden convocarse para la desatención del problema y optar por evasivas legales, de especialistas, y de presupuestos, resulta entonces conveniente describir las condiciones actuales y realizar propuestas de control para reducir los riesgos a la salud de la población.

El impacto negativo del medio ambiente sobre la salud y el bienestar de los seres humanos es cada vez una causa de mayor preocupación. Un aspecto muy importante que se tiene que valorar es tener una buena calidad de aire para respirar ya que cerca del 99 % del volumen que se inhala es nitrógeno y oxígeno gaseosos. También cantidades pequeñas de otros gases, gotas minúsculas de varios líquidos y partículas de tamaño ínfimo de sólidos. Muchas de estas sustancias químicas se clasifican como contaminantes del aire, entre ellas es el material particulado  $PM_{10}$  que es uno de los parámetros principales que afectan para tener una calidad de aire satisfactoria. La mayor parte provienen de los automóviles, camiones, plantas industriales, fábricas de ladrillos, quema de basura, quema de pastizales, de cigarrillos, disolventes limpiadores y otras fuentes relacionadas con nuestras actividades. La mayor parte está relacionada con la ignición de los combustibles fósiles, siendo los vehículos automotores los responsables de por lo menos la mitad de la contaminación del aire en las zonas urbanas.

Además se está expuesto a los contaminantes de la atmósfera dentro y fuera del sitio donde habitamos o trabajamos. La exposición repetida a indicios trazas de muchas de estas sustancias químicas pueden dañar entre otros órganos a el tejido pulmonar, a las plantas, a los peces y a otros seres vivos como al ser humano. Los contaminantes del aire

emitidos por nuestras actividades también están aumentando la cantidad de radiación ultravioleta nociva del sol que llega a la superficie de la tierra y se prevé que alterarán los climas locales, regional y mundial por un efecto de invernadero intensificado que actualmente se presenta en casi todas las grandes ciudades.

La escasez de estudios que evalúen el impacto de la contaminación atmosférica en la zona de estudio, Guadalajara y Miravalle que nos indique el factor de riesgo en los grupos vulnerables, y donde se demuestre la correlación entre la ausencia escolar a nivel preescolar en grupos vulnerables, causada por la recurrente contaminación que rebasa los límites satisfactorios establecidos por la autoridad, mediante el IMECA (Índice Metropolitano de Calidad del Aire).

Los índices no satisfactorios de la contaminación atmosférica se asocian al ausentismo en los grupos altamente vulnerables presentes en las escuelas preescolares y también con el aumento en las consultas médicas por afecciones principalmente de las vías respiratorias.

Los daños a la salud inducidos por las partículas han sido estudiados en muchos países y los resultados obtenidos en todos ellos son consistentes y coherentes entre sí. Uno de los efectos más importantes, como es la mortalidad asociada a la exposición a partículas, se describió desde 1952 en los estudios realizados en la ciudad de Londres. En trabajos realizados en la Ciudad de México sobre daños a la salud ocasionados por partículas suspendidas, reportan incremento en los índices de mortalidad, semejantes a estudios en ciudades de Europa y Estados Unidos de América. Un estudio relacionado con la contaminación por PST indica que el riesgo a morir aumenta en un 6% por cada  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de incremento de PST. Otro estudio en personas mayores de 65 años reportó un incremento de 1.6% en las muertes diarias por cada  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de aumento en las concentraciones de  $\text{PM}_{2.5}$ . En un estudio donde se analizaron daños provocados por partículas gruesas ( $\text{PM}_{10}$ - $\text{PM}_{2.5}$ ), se encontró que por cada  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de incremento de este contaminante se asoció un aumento de 4% de las muertes totales diarias. Por último, un estudio para analizar la asociación entre  $\text{PM}_{2.5}$  y la mortalidad infantil (menores de 1 año de edad) mostró un aumento de la mortalidad total de 6.9% por cada  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  del contaminante. Un estudio realizado en adultos mayores de 65 años de la ciudad de México, encontró que con un incremento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{PM}_{10}$  estuvo relacionado con 2.9% de incremento en la mortalidad cuando las personas eran atendidas en una unidad médica en comparación con 4.1% cuando no lo eran, con valores rezagados de 3 días. En todos estos estudios los efectos más importantes se observan de 3 a 5 días después de la exposición. Un estudio realizado en la Ciudad de México para determinar los índices de morbilidad, demostró que el incremento de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{PM}_{10}$  aumentó en 8% la sintomatología de vías respiratorias bajas en niños asmáticos de 5 a 13 años. La asociación entre contaminantes del aire y la función respiratoria de niños en edad escolar, determina que el efecto combinado de 7 días de exposición a  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{PM}_{2.5}$  y 25 ppb de  $\text{O}_3$  predice una disminución de 7.1% en el valor de flujo respiratorio máximo matutino de los niños. (Véase Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993).

### 3. ANTECEDENTES

La contaminación atmosférica por material particulado respirable (PM<sub>10</sub>) es una mezcla heterogénea de sustancias químicas y partículas de tamaño menor a 10 micrones, a la que regularmente está expuesta la mayoría de la población. En la zona principalmente de Miravalle, durante los meses de invierno o durante incendios las concentraciones de PM<sub>10</sub> sobrepasan en varias ocasiones los límites que aconsejan las normas de calidad ambiental. Por otro lado, estudios epidemiológicos realizados en los Estados Unidos han detectado una asociación entre PM<sub>10</sub> y diversas consecuencias adversas para la salud, entre las que se incluyen mortalidad prematura, ingresos en hospitales, visitas a salas de urgencia, ataques de asma, síntomas respiratorios y disminuciones a centros de trabajo y educación. (Ostro, 1994)

La Environmental Protection Agency (EPA) de Estados Unidos ha intentado estimar los beneficios que tendría para la salud y para la economía una reducción de la contaminación atmosférica, relativa a diferentes concentraciones ambientales, en distintos lugares escogidos de Estados Unidos se realizaron análisis de los beneficios económicos de los programas de mejoramiento de la calidad del aire, en los que se incluyó información adicional y se incorporaron mejoramientos metodológicos (Chestnut *et al.*, 1987). Recientemente se dieron a conocer, tanto para Estados Unidos en su conjunto como para los planes de control de la contaminación que se están considerando en el sur de California, estimaciones generales de los beneficios que tiene para la salud el control de material particulado u ozono (Hall *et al.*, 1992; Krupnick y Portney, 1991).

Las investigaciones epidemiológicas en los últimos años han proporcionado pruebas adicionales de los efectos de la contaminación atmosférica en la salud y aporta una base significativa para predecir diversas consecuencias adversas que están asociadas a la exposición a contaminación atmosférica. Usando estos últimos estudios, (Ostro, 1994) generó una metodología para estimar los efectos de las concentraciones ambientales de material particulado, ozono y plomo sobre la salud. Luego se retomó esta metodología para determinar los impactos de una exposición a las actuales concentraciones de contaminación atmosférica en Jakarta, Indonesia. La metodología es una herramienta que puede ser fácilmente entendida y adaptada a otros países. Puede contribuir a priorizar futuras investigaciones y puede ser fácilmente mejorada para incluir datos más recientes. Además, le permite al usuario determinar la sensibilidad de los resultados a diversos supuestos del modelo.

Para traducir los cambios (reducciones) en las concentraciones de contaminantes a efectos en salud cuantificables, se utilizan funciones dosis-respuesta para un conjunto de efectos en salud para los cuales existen relaciones estadísticas bien establecidas en la literatura científica. La epidemiología que se ocupa de estudiar los efectos en salud de la contaminación atmosférica es hoy, y continuará siéndolo en los próximos años, un área de mucha actividad de investigación científica. En consecuencia, los resultados probablemente irán cambiando a medida que aparezcan nuevos estudios e

investigaciones, sobre todo para países en desarrollo como el nuestro, donde el crecimiento de este tipo de investigación será exponencial en los próximos años a medida que nuevas bases de datos se van haciendo disponibles.

En la actualidad hay suficiente evidencia de las relaciones cuantitativas entre los efectos agudos en salud y la contaminación atmosférica, aun cuando los mecanismos a través de los cuales ocurren estos efectos no son completamente entendidos. De esta literatura se obtienen las funciones utilizadas en este trabajo. Desafortunadamente, encontrar relaciones entre efectos crónicos en salud y contaminación atmosférica es mucho más difícil y por consiguiente hay muy pocas funciones dosis-respuesta que sean lo suficientemente confiables como para ser utilizadas en el análisis.

Las funciones dosis-respuesta provienen en su mayoría de estudios epidemiológicos que toman una muestra amplia de personas a través del tiempo (serie de tiempo) o entre lugares expuestos a distintos niveles de contaminación (corte transversal), para estimar los efectos en salud o en este caso el ausentismo de los niños preescolares que pueden ser atribuidos a la contaminación atmosférica una vez que se ha controlado apropiadamente por otras variables que también pueden afectar la probabilidad de sufrir los efectos en salud, tales como: hábitos alimenticios, temperatura, tiempo de exposición al aire libre, oferta de servicios médicos, etc. El control por este tipo de variable, es fundamental para poder aislar en la estimación estadística el efecto atribuible a la contaminación.

Estudios publicados (Ostro *et al*; 1996) en el cual se estiman funciones dosis-respuesta para la mortalidad y el  $PM_{10}$  para la ciudad de Santiago, se encuentran resultados coherentes con los obtenidos de la literatura y que han sido estimados para países desarrollados.

Muchos estudios epidemiológicos recientes muestran una asociación entre material particulado y efectos en salud en todo el rango de concentraciones medidas, incluso para valores bajo los estándares de calidad de la EPA.

Las relaciones existentes entre las enfermedades humanas y la exposición a la contaminación no son sencillas ni se conocen con exactitud. No obstante, existen pruebas abundantes de que en general, las concentraciones elevadas de contaminantes en el aire son peligrosas para los seres humanos y animales.

Los efectos que producen sobre la salud se ponen claramente de manifiesto, como se ha observado en Londres, Nueva York y Osaka entre otras ciudades, por el aumento de la mortalidad, sobre todo en las personas de edad avanzada o en los individuos más sensibles por cualquier razón. Más difíciles de discernir son los efectos que, a largo plazo, pueden producir las exposiciones episódicas a elevadas concentraciones medias y bajas de contaminantes.

Se ha comprobado la relación existente entre la contaminación atmosférica, producida por partículas en suspensión y anhídrido sulfuroso, y la aparición de bronquitis crónica caracterizada por la producción de flemas, la exacerbación de catarros

y dificultades respiratorias tanto en los hombres como en las mujeres adultas. Se ha observado igualmente, que cuando las concentraciones tanto de  $\text{SO}_2$  como de partículas en suspensión superan los  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , de aire, como promedio de 24 horas, se produce un aumento de la mortalidad en la población en general, siendo los grupos más sensibles los individuos con procesos cardíacos o pulmonares. Con promedios diarios de  $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , cúbico de  $\text{SO}_2$  y de humos se ha registrado el empeoramiento en los enfermos con afecciones pulmonares.

Es de destacar que las concentraciones de partículas en suspensión y de  $\text{SO}_2$  que pueden provocar la aparición de efectos sobre la salud, pueden variar de un lugar a otro según cuáles sean las características físicas y químicas de las partículas, y en función de la presencia en el aire de otros contaminantes que puedan producir efectos sinérgicos con aquellos.

Otras sustancias tóxicas presentes en el aire tales como el cadmio, amianto, el cloruro de vinilo, el benzo-a-pireno, varios compuestos orgánicos halogenados y el benceno, pueden provocar modificaciones genéticas y malformaciones en los fetos, siendo algunos de ellos cancerígenos.

#### Contra la Contaminación Atmosférica

Durante algún tiempo se consideró que el despilfarro de los recursos naturales y la degradación del medio ambiente era un mal menor que tenía que ser soportado por las colectividades en pro del progreso económico de los pueblos. Este punto de vista está cambiando rápidamente en la actualidad ante la evidencia, cada vez más clara, de que la conservación del medio ambiente es una cuestión de supervivencia para los humanos.

Entre los distintos tipos de contaminación, la atmosférica puede considerarse como un grave problema de contaminación ambiental. Para algunos países surge como problema grave durante los años cincuenta, mientras que para la mayoría no aparece como tal hasta el final de los años sesenta. El punto de partida de la toma de conciencia de la gravedad de la contaminación atmosférica se puede situar en Londres en el invierno de 1952, cuando una fuerte contaminación por humos, que persistió durante cinco días, contribuyó a la muerte de cerca de 4000 de personas (Smitherd 1954). Este episodio actuó como detonador para la opinión pública mundial y contribuyó a la puesta en marcha de una serie de acciones tendentes a reducir este tipo de contaminación.

En 1956 se publicó en el Reino Unido la Ley de Aire Limpio, que tenía como objetivo el disminuir la emisión de humos, fomentando el uso de combustibles limpios. La primera ley sobre contaminación atmosférica no aparece en Estados Unidos hasta 1963 con la Ley de Aire Limpio. En Francia se aborda el problema de la contaminación atmosférica, de una forma general, en el año 1961, y en la mayoría de los países la legislación sobre la contaminación atmosférica es más reciente.

El último informe Apehis (Air Pollution and Health A European Information System) sobre el impacto en la salud en 26 ciudades europeas añade nuevas evidencias de que la contaminación atmosférica continúa poniendo en peligro la salud pública en Europa. (Ferran, 2003)

Apehis ha publicado los últimos resultados de su informe sobre el impacto de la contaminación atmosférica por partículas en la salud en 26 ciudades de 12 países europeos. Las nuevas evidencia proporcionadas por la tercera fase del programa Apehis confirman las del anterior informe: que la contaminación atmosférica continúa planteando una amenaza significativa para la salud pública en el medio ambiente urbano europeo. (Ferran, 2003)

Para ampliar y profundizar el anterior informe sobre el impacto de la contaminación atmosférica en la salud, la fase Apehis-3 incluyó en su análisis nuevas fuentes de datos sobre la contaminación atmosférica y salud. En concreto, en este nuevo informe, se agregaron los datos para las PM<sub>2,5</sub> (partículas de menos de 2,5 micrómetros de tamaño) a las de Humos Negros y PM<sub>10</sub>, de los estudios anteriores, además de investigar la mortalidad por causas específicas (cardiovasculares, cáncer de pulmón y las muertes por problemas respiratorios) así como la mortalidad total. Además de calcular el número atribuible de muertes en un plazo determinado de tiempo, Apehis-3 también calculaba el aumento potencial de la esperanza de vida. (Ferran, 2003)

Con respecto al impacto de la exposición a PM<sub>10</sub> a muy corto, corto y largo plazo, en las 23 ciudades incluidas en este informe y que midieron PM<sub>10</sub>, que afecta a casi 36 millones de habitantes, sin variación en otros parámetros, si la exposición a concentraciones en el aire de PM<sub>10</sub> se redujera a 20 µg/m<sup>3</sup> en todas las ciudades, se podrían evitar anualmente 2580 muertes prematuras, incluyendo 141 muertes por causas respiratorias y 429 por causas cardiovasculares, si el impacto se calcula únicamente a muy corto plazo. A corto plazo, sería superior al doble, alcanzando las 5240 muertes prematuras evitadas al año, incluyendo 3458 por causas cardiovasculares y 1348 por problemas respiratorios. El impacto a largo plazo sería incluso más alto, alcanzando las 21828 muertes prematuras evitadas anualmente. (Ferran, 2003)

Sobre a la capacidad de las ciudades europeas del proyecto para alcanzar estos valores en el futuro y reducir el impacto de la contaminación atmosférica en la salud, Apehis-3 determinó que, mientras que en la mayoría de las 26 ciudades estudiadas bajaron de 40 los µg/m<sup>3</sup> de media anual fijados por la legislación actualmente en vigor como el valor límite para PM<sub>10</sub> para todos los Estados miembros de la Unión Europea antes de 2005, 21 ciudades todavía superaron el valor límite para el 2010 de 20 µg/m<sup>3</sup>. No obstante, nueve ciudades se acercaron a este último valor. (Ferran, 2003)

## 4. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

### Generalidades de la Contaminación por PM<sub>10</sub> como un problema de Salud Ambiental

La composición de la atmósfera terrestre ha variado a lo largo de la historia geológica de la Tierra tanto por la acción de fenómenos naturales como las erupciones volcánicas y por efecto de los seres vivos, fijadores de carbono.

Sin embargo, ha sido en los últimos 200 años que por efecto de la actividad de los avances tecnológicos de los seres humanos que esa composición no sólo está cambiando radicalmente, sino que también sus efectos sobre la salud, la economía y la ecología se han evidenciado.

En Miravalle como en cualquier lugar en general, hay muchas maneras de clasificar el origen de la contaminación atmosférica. Una de ellas es la movilidad de la fuente en cuestión. Así, éstas se pueden dividir en fijas o estacionarias (plantas industriales, ladrilleras) y móviles (vehículos), además de fuentes fortuitas que no tienen un lugar fijo como pueden ser la quema de basura, quema de pastizales, incendios forestales. Esta distinción es importante ya que sirve para identificar y combatir el origen de la contaminación del aire.

Las principales fuentes de contaminación continua son los vehículos que trabajan con gasolina y diesel. Dado que los combustibles que utilizan estas máquinas son hidrocarburos, los contaminantes que generan a la atmósfera son los mismos que los de las fuentes de combustión fijas, con dos importantes diferencias: a) estos combustibles no tienen el contenido mineral del carbón, por lo que no generan cenizas y b) los combustibles para máquinas móviles son más refinados que para las estacionarias, produciendo así menos contaminantes por unidad de combustible. Sin embargo estas últimas producen gases, humos y el "smog".

La contaminación atmosférica puede tener efectos locales (las de tipo urbano), regionales (la lluvia ácida) o globales (gases que contribuyen al efecto invernadero o la destrucción de la capa de ozono).

#### Contaminación del aire

Las fuentes de emisión atmosféricas que se consideran más contaminantes son:

- Fuentes Estacionarias de Combustión
- Fuentes Móviles de Combustión
- Fuentes Industriales y sus Procesos
- Disposición de Desechos Sólidos

Para estas fuentes de emisión los contaminantes mayormente generados son:

- Partículas
- Óxidos de Azufre (SO<sub>2</sub>)

- Óxidos de Nitrógeno (NOx)
- Hidrocarburos (HC)
- Óxidos de Carbono (COx), entre otros.

Se entiende por contaminación atmosférica la presencia en el aire de sustancias y formas de energía que alteran la calidad del mismo, de modo que implique riesgos, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza.

Todas las actividades humanas, el metabolismo de la materia humana y los fenómenos naturales que se producen en la superficie o en el interior de la Tierra van acompañados de emisiones de gases, vapores, polvos y aerosoles. Estos, al difundirse a la atmósfera, se integran en los distintos ciclos biogeoquímicos que se desarrollan en la Tierra (Cuadro 1).

De la definición de contaminación atmosférica dada arriba, se desprende que el que una sustancia sea considerada contaminante o no dependerá de los efectos que produzca sobre sus receptores. Se consideran contaminantes aquellas sustancias que pueden dar lugar a riesgo o daño, para las personas o bienes en determinadas circunstancias.

Con frecuencia, los contaminantes naturales ocurren en cantidades mayores que los productos de las actividades humanas, los llamados contaminantes antropogénicos. Sin embargo, los contaminantes antropogénicos presentan la amenaza más significativa a largo plazo para la biosfera.

Cuadro 1 Principales fuentes de contaminación

Contaminantes del Aire en Área de Miravalle	
Fuente	Contaminantes
Incendios forestales	Monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas
Vegetación	Hidrocarburos, polen
Material orgánico (en descomposición)	Metano, sulfuro de hidrógeno
Suelo descubierto	Virus, polvo
Basura, quema de basura	Olores, partículas suspendidas, compuestos orgánicos
Vehículos	CO <sub>2</sub> , NOx, SOx, Hidrocarburos
Industrias	Partículas suspendidas, CO <sub>2</sub> , NOx, SOx, Hidrocarburos
Gasolinera	Hidrocarburos

## Origen de la contaminación atmosférica (emisiones)

Los contaminantes presentes en la atmósfera proceden de dos tipos de fuentes emisoras bien diferenciadas: las naturales y las antropogénicas. En el primer caso la presencia de contaminantes se debe a causas naturales, mientras que en el segundo tiene su origen en las actividades humanas.

Las emisiones primarias originadas por las fuentes naturales provienen fundamentalmente de los volcanes, y descomposición de la materia orgánica en el suelo. Por su parte, las principales fuentes antropogénicas de emisiones primarias localizadas en el área de estudio, son fuentes fijas, móviles y compuestas (cuadro 2).

Cuadro 2 Clasificación de fuentes contaminantes

<b>Fuentes fijas</b>	<b>Industriales</b>	Procesos industriales
		Instalaciones fijas de combustión
	<b>Domésticos</b>	Instalaciones de calefacción
<b>Fuentes móviles</b>	Vehículos automóviles	
	Aeronaves	
<b>Fuentes compuestas</b>	Aglomeraciones industriales	
	Quema de basura	
	Quemas de áreas forestales y agrícolas	

Si atendemos a la distribución espacial de la emisión de contaminantes, podemos clasificar las fuentes en: puntuales, tales como las chimeneas industriales aisladas; lineales, por ejemplo, las calles de una ciudad, las carreteras, las aglomeraciones industriales y las áreas urbanas son los ejemplos más representativos.

Otra circunstancia a tener en cuenta es que las fuentes de emisión antropogénicas están concentradas, por lo general, en áreas urbanas e industriales. Este conjunto de circunstancias hace que la contribución de las emisiones antropogénicas al problema de la contaminación atmosférica a escala regional sea predominante.

## Influencia de los procesos meteorológicos en la contaminación atmosférica

La cantidad de contaminantes presentes en la atmósfera vendrá determinada por la diferencia entre los lanzados y producidos en la misma y los que se eliminan a través de los procesos de autodepuración por deposición, precipitación y absorción por el suelo, el agua y la vegetación. Estos procesos de autodepuración atmosférica pueden causar

acumulaciones excesivas de contaminantes en otros medios (vegetación, suelos, lagunas, etc.), incluso lejos del punto de emisión del contaminante, como consecuencia del arrastre atmosférico producido por el viento.

En las áreas en que se dé una fuerte concentración de fuentes emisoras de contaminantes pueden producirse episodios de fuerte contaminación local como consecuencia de la persistencia de situaciones meteorológicas adversas para la difusión de los contaminantes.

Estos episodios se manifiestan con grandes aumentos de la concentración de contaminantes en un área más o menos extensa alrededor de focos contaminantes y pueden verse forzados por las especiales condiciones topográficas de la zona, o por la localización de barreras artificiales (edificios) que pueden favorecer la acumulación de contaminantes.

En otros casos los contaminantes pueden alcanzar bastante altura e introducirse en las masas de aire que forman las corrientes generales de vientos sobre la tierra, siendo arrastrados a muchos kilómetros de las fuentes de emisión.

La concentración de contaminantes a nivel del suelo varía como consecuencia del desequilibrio entre los índices de producción de contaminantes y los de dilución y desaparición de los mismos. Es decir, la concentración de contaminantes dependerá de la relación de fuerzas entre las fuentes contaminantes y las condiciones de autodepuración atmosférica.

La importancia de las condiciones meteorológicas en el grado de contaminación atmosférica se reconoce observando las variaciones de la calidad del aire en una zona determinada de unos días a otros, aún cuando las emisiones permanecen prácticamente constantes.

Las principales variables meteorológicas a considerar por su influencia sobre la calidad del aire son:

- a. El transporte convectivo horizontal, que depende de las velocidades y direcciones del viento; y
- b. El transporte convectivo vertical, que depende de la estabilidad atmosférica y del fenómeno de la inversión térmica de las capas de la atmósfera.

Transporte convectivo horizontal. El viento, al transportar los contaminantes, produce su dispersión horizontal y determina la zona que va a estar expuesta a los mismos. Por lo general, una mayor velocidad del viento reducirá las concentraciones de contaminantes al nivel del suelo, ya que se producirá una mayor dilución y mezcla.

No obstante, pueden producirse circulaciones cerradas de viento, como en el caso de las de valle y montaña, en las que los contaminantes lanzados a la atmósfera se incorporan a la circulación del viento con lo que se produce una acumulación progresiva

de contaminantes, que da lugar a un aumento de la concentración de los mismos en las zonas barridas por este tipo de vientos. Efectos similares se producen cuando los vientos fuertes inciden perpendicularmente a las crestas montañosas, a un valle o sobre los edificios altos; en estas condiciones, los efectos aerodinámicos de estos obstáculos pueden tener consecuencias negativas para la dispersión de contaminantes, acumulándolos en determinadas zonas.

Transporte convectivo vertical. El principal factor que determina el grado de difusión vertical de contaminantes es la variación vertical de temperaturas en la atmósfera.

Podemos determinar la capacidad de difusión vertical de contaminantes comparando la variación vertical de temperaturas de un estrato de aire atmosférico con el gradiente vertical adiabático del aire, que corresponde a una variación de  $-1^{\circ}\text{C}$  por cada 100 metros de altura. De esta forma se obtienen tres clases diferentes de estabilidad atmosférica en el estrato, según que la variación de la temperatura con la altura sea mayor, igual o inferior que la correspondiente al gradiente vertical adiabático.

- Si en la capa de aire la temperatura desciende con la altura bastante menos de un grado cada 100 metros, los movimientos verticales del aire están muy limitados por lo que hay poca o nula dispersión vertical de contaminantes. En estas condiciones se dice que la clase de estabilidad atmosférica es del tipo estable.
- Cuando la temperatura del estrato desciende con la altura más de un grado cada 100 metros de altura, la estabilidad atmosférica será del tipo inestable y los movimientos verticales del aire están muy favorecidos difundiéndose los contaminantes verticalmente hasta donde alcance la inestabilidad.
- Por último, tenemos el caso de la estratificación indiferente o nula, que se da cuando coincide la variación de temperatura del estrato con la gradiente vertical adiabático. En estas condiciones la dispersión vertical de contaminantes no está limitada.

Cuando la temperatura del aire disminuye en la superficie y aumenta en la altura, aparece el fenómeno de la inversión térmica. Este fenómeno produce una fuerte acción limitadora en la dispersión de contaminantes. La inversión de la temperatura del aire se puede producir como consecuencia del enfriamiento del suelo, por la gran irradiación de calor que se produce en las noches despejadas. El aire se va enfriando progresivamente desde el suelo hacia arriba, produciendo una fuerte estabilidad atmosférica que impide la difusión vertical de los contaminantes. La inversión térmica se forma durante la noche y suele desaparecer progresivamente durante la mañana, cuando la radiación solar calienta de nuevo el suelo y éste a las capas de aire que están en contacto con él.

Existen otros tipos de inversiones que, generalmente, se producen a más altura y que actúan como una capa que limita la dispersión de contaminantes en sentido vertical, incrementando notablemente las concentraciones de contaminantes en los estratos de aire que quedan bajo ellos.

Estos tipos de inversiones son las llamadas de subsistencia, que tienden a formarse en las áreas anticiclónicas, y las inversiones frontales, producidas por la superposición

de una masa de aire cálido sobre una de aire más frío. Este último tipo de inversión suele tener por lo general una permanencia escasa.

Un aspecto interesante de la contaminación atmosférica es el de la micrometeorología urbana. Las grandes ciudades crean al su alrededor un microclima propio, el efecto «isla urbana de calor», produciendo un penacho térmico que tiene gran incidencia en la capacidad de difusión de los contaminantes urbanos. A menudo, da lugar a la circulación de vientos locales que elevan el aire caliente del centro de la ciudad, creando una corriente compensada de aire frío de la zona rural circundante que penetra en la zona urbana a niveles bajos.

Las grandes ciudades alteran el clima urbano de muchas formas; por lo general la temperatura es superior, hay menos viento, si bien las precipitaciones totales son ligeramente superiores en la ciudad que en las zonas rurales circundantes. La radiación solar, y especialmente los rayos ultravioletas, es más reducida en la ciudad como consecuencia del efecto pantalla producido por la contaminación urbana.

#### Fuentes antropogénicas de emisión de contaminantes

Los principales fuentes de contaminación atmosférica de origen antropogénico son las industrias que cuentan con instalaciones de combustión para generación de calor y energía eléctrica, los vehículos, los procesos industriales, las prácticas de quema de basura, pastizales e incendios forestales.

#### Contaminantes emitidos por los vehículos automóviles.

En las últimas décadas, el automóvil ha aparecido de forma masiva en las ciudades, contribuyendo a incrementar los problemas de contaminación atmosférica como consecuencia de los gases contaminantes que se emiten por los tubos de escape, o por los tanques del combustible. Los principales contaminantes lanzados por los automóviles son: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), hidrocarburos no quemados (HC).

No todos los vehículos lanzan los distintos tipos de contaminantes en las mismas proporciones; éstas dependerán del tipo de motor que se utilice. Los vehículos que emplean gasolina como carburante emiten principalmente monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos.

Los principales contaminantes emitidos por los vehículos que utilizan motores de ciclo diesel (camiones y autobuses, por ejemplo) son partículas sólidas en forma de hollín que da lugar a los humos negros, hidrocarburos no quemados, óxidos de nitrógeno y anhídrido sulfuroso procedente del azufre contenido en el combustible.

Los vehículos que utilizan gas LP, emiten principalmente monóxido de carbono, e hidrocarburos.

## Contaminantes emitidos por la industria

La contaminación de origen industrial se caracteriza por la gran cantidad de contaminantes producidos en las distintas fases de los procesos industriales y por la variedad de los mismos. Por otra parte, en los focos de emisión industriales se suelen combinar las emisiones puntuales, fácilmente controlables, con emisiones difusas de difícil control.

Los tipos de contaminantes producidos por las fuentes industriales dependen fundamentalmente del tipo de proceso de producción empleado, de la tecnología utilizada y de las materias primas usadas. Las actividades industriales que producen contaminantes atmosféricos son muy variadas, pero las principales fuentes están en los procesos productivos utilizados en las industrias básicas.

## Incendios Forestales

Otra forma de generar contaminantes es la emitida por la acción de la combustión de áreas forestales, que se da en forma provocada con la intención de aprovechar los suelos que originalmente tienen su vocación positivamente forestal, aunado a las prácticas de quema de pastizales, quema de basura, son los causantes de generar contaminación de  $PM_{10}$ .

## Partículas atmosféricas suspendidas

Las partículas transportadas por el aire se componen de una mezcla compleja de sustancias orgánicas e inorgánicas de tamaño variable. Hay varias fuentes de materias particuladas ( $PM_{10}$ ), tanto industriales como automotrices, además de quema de basura y pastizales, ladrilleras e incendios forestales. Sólo las partículas de menos de 10 micras son las que tienen probabilidad de llegar a los pulmones. Estas son medidas por medio de dos métodos: el grado de oscuridad (humo negro) o la medida del peso ( las partículas suspendidas totales).

## Efectos producidos por la contaminación atmosférica de $PM_{10}$

La contaminación atmosférica afecta a millones de personas de todo el mundo, especialmente a aquellas que viven en los grandes núcleos urbanos y en áreas fuertemente industrializadas, con denso tráfico de vehículos. Las emanaciones de polvos y gases corrosivos deterioran el medio ambiente dando lugar a olores desagradables, pérdida de visibilidad y daños para la salud humana, para los cultivos y otras formas de vegetación y sobre los materiales de construcción.

La contaminación atmosférica apareció primero como una molestia grave pero, posteriormente, se ha convertido en una amenaza para la calidad de la vida, ya que una contaminación excesiva puede poner en peligro la salud y llegar a convertir algunas zonas en lugares no aptos para ser normalmente habitados.

Los efectos producidos por la contaminación atmosférica dependen principalmente de la concentración de contaminantes,  $PM_{10}$  presente, de tiempo de exposición y de las fluctuaciones temporales en las concentraciones de contaminantes, así como de la sensibilidad de los receptores y los sinergismos entre contaminantes. Hay que tener muy en cuenta la graduación del efecto a medida que aumentan la concentración y el tiempo de exposición.

#### Efectos a la salud por aire contaminado por $PM_{10}$

Se ha obtenido evidencia de efectos a la salud humana por diversos estudios; por experimentos en animales, por exposición de humanos y por estudios epidemiológicos.

Los estudios en animales proveen una información de un amplio rango de efectos toxicológicos y dan respuesta a mecanismos biológicos causados por exposiciones a contaminantes. Aunque los efectos no pueden ser directamente extrapolados a los humanos.

Los estudios a exposición de humanos responden a específicos contaminantes y estos pueden ser cuantificados, pero no pueden ser aplicados a toda la población por que difieren de personas sensitivas y condiciones de diferentes exposiciones a contaminantes.

Los estudios epidemiológicos pueden estudiar efectos reales de exposición en varios grupos de la población, sin embargo, es difícil de atribuir los efectos adversos a específicos contaminantes.

Algunos efectos adversos han sido encontrados asociados principalmente con 3 tipos de contaminación del aire:

- Los óxidos de sulfuro y partículas suspendidas emitidas de los sulfuros contenidos en combustibles fósiles.
- Los oxidantes fotoquímicos formados en la atmósfera por reacciones químicas entre los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno y el dióxido de carbono liberados de los vehículos de motor.
- Variedad de contaminantes tales como arsénico, asbestos, berilio, cadmio, sulfuro de hidrógeno, plomo, mercurio que son emitidos por fuentes fijas como cementeras, refineras, y otras plantas de manufactura.

Estudios realizados en el área de la salud ambiental destacan el proyecto APHEA (Air Pollution and Health: an European Assessment. 2001) en el que participan 35 ciudades europeas y el estudio NMMAPS (Nacional Mortality and Morbidity Air Pollution Study. 2000) que incluye las 100 ciudades estadounidenses de mayor población.

La epidemiología juega un papel crucial en la evaluación de impacto en salud al proporcionar pruebas de la asociación en poblaciones humanas en condiciones naturales. Además, aporta la estimación de las funciones de exposición-respuesta. Por su parte la toxicología y las ciencias clínicas aportan pruebas convincentes acerca de los mecanismos etiopatogénicos de dichas asociaciones. Entre los estudios epidemiológicos que han aportado información relevante sobre la relación de la contaminación atmosférica con la salud destacan los que han utilizado diseños de series temporales y los de cohortes. En los últimos 10 ó 12 años ha habido un número importante de estudios de series temporales que han utilizado datos secundarios existentes en las redes para el control de la contaminación atmosférica, en los servicios de vigilancia de epidemiología y salud pública, así como en otras fuentes de datos como los institutos de meteorología.

Por otro lado, los estudios toxicológicos experimentales, en el hombre o los animales, han aportado evidencias fundamentales para el establecimiento de los mecanismos etiopatogénicos para el daño que la exposición a contaminantes atmosféricos puede causar sobre la salud. La principal ventaja de estos estudios radica precisamente en el control de las condiciones de exposición, por lo que la medida de ésta es más precisa que en el caso de los estudios observacionales. En cuanto a los inconvenientes, radican fundamentalmente en el hecho de someter a los sujetos en experimentación a una situación artificial, ya que se utiliza un reducido número de contaminantes, en situación ideal, a grandes dosis y en circunstancias ambientales especiales. Además, las poblaciones con las que se experimenta podrían ser poco representativas.

En la segunda fase del proyecto, APHEA, participan 30 ciudades europeas (entre ellas cuatro españolas: Barcelona, Bilbao, Madrid y Valencia), con información más completa sobre exposición y otras variables. Ello ha permitido evaluar la consistencia de las asociaciones así como un mayor control de los posibles factores de confusión y modificadores de efecto. Para las partículas la relación con la mortalidad mostró un incremento de 0,6 por ciento en el número de defunciones diarias por aumento de  $10 \text{ mg/m}^3$  en los niveles de humos negros y lo mismo para  $\text{PM}_{10}$ . La asociación entre el número de ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias fue de alrededor de 1 por ciento para las  $\text{PM}_{10}$

Pope y colaboradores (1995), evaluaron los efectos de la contaminación atmosférica por partículas sobre la mortalidad en los participantes el estudio de seguimiento de la Sociedad Americana del Cáncer (ACS) como parte del Estudio II para la Prevención del Cáncer. En total se recogieron datos sobre factores de riesgo y contaminación atmosférica para unos 500.000 adultos de 151 áreas metropolitanas de los Estados Unidos y desde 1982, se encontró que el riesgo de morir por todas las causas en las áreas más contaminadas era un 15 por ciento más alto que en las menos contaminadas.

Las interacciones entre los contaminantes atmosféricos y el polen son complejas, pero se ha demostrado claramente, especialmente por parte de los equipos japoneses en estudios epidemiológicos, que la potencia alérgica de los granos de polen puede ser aumentada cuando están recubiertos de contaminantes.

A corto plazo estas partículas contribuyen a la irritación pulmonar, especialmente en los niños cuyos mecanismos inmaduros de defensa todavía son frágiles. La Publicación del Consejo Superior de Higiene de Francia revisó sus normas mínimas, que anteriormente estaban establecidas a  $130 \text{ mg/m}^3$ , un nivel que actualmente se considera un riesgo importante de salud que nunca debe alcanzarse, ni siquiera en el invierno. El promedio anual debería permanecer alrededor de los  $40 \text{ mg/m}^3$  y cuando se alcancen concentraciones diarias de  $200 \text{ mg/m}^3$  se debería emitir una alerta pública para informar a los asmáticos.

#### Perspectivas desde los valores de calidad de aire

En la mayoría de los países industrializados se han establecido valores máximos de concentración admisible, para los contaminantes atmosféricos más característicos. Estos valores se han fijado a partir de estudios teóricos y prácticos de los efectos que sobre la salud tiene la contaminación al nivel actual y los que puede alcanzar en el futuro. Los efectos se basan principalmente en el examen de factores epidemiológicos.

Determinar los efectos de la contaminación del aire es sumamente complejo, ya que la asociación entre un contaminante y una enfermedad o una defunción puede ser más accidental que causal. Las relaciones existentes entre las enfermedades humanas por la exposición a niveles bajos de contaminación durante un período largo de tiempo no se conocen en la actualidad con exactitud.

En la evaluación de riesgos asociados a la contaminación y para la fijación de normas de calidad del aire, lo ideal sería disponer de una serie completa de curvas dosis-respuesta para los distintos contaminantes atmosféricos, para los diferentes efectos y para los distintos tipos de población expuesta. De momento no se dispone de esta información, para todos los contaminantes atmosféricos y aún es más difícil que llegue a reunirse para las combinaciones de sustancias que más frecuentemente se encuentran en el aire.

Para tratar de evitar las lagunas e imprecisiones con que se conocen las relaciones dosis-respuesta y dado que, generalmente, está aceptado que ciertas concentraciones de contaminantes atmosféricos provocan efectos nocivos sobre la salud humana, se suele recurrir a la utilización de un coeficiente de seguridad cuando se fijan las normas sobre la calidad del aire. La magnitud del coeficiente de seguridad adoptado depende de muy diversas consideraciones; puede tratarse de consideraciones políticas en las que se tenga en cuenta, sobre todo, los análisis «costo-beneficio», o de la significación estadística y de la exactitud de los datos, o del grado de protección que se quiere dar a la población.

En la mayoría de los países, las normas de calidad del aire tienen como objetivo inmediato el evitar enfermedades y fallecimientos en aquellos subgrupos de la población más sensibles. Hay que tener en cuenta que el objetivo a largo plazo ha de ser de protección contra todo posible efecto sobre la salud del hombre, incluidas las alteraciones genéticas y somáticas.

Generalmente, la calidad del aire se evalúa por medio de los denominados niveles de IMECAS (Índice Metropolitano de la Calidad del Aire), que vienen definidos como la concentración media de un contaminante presente en el aire durante un período de tiempo determinado. La unidad en que se expresan normalmente estos niveles son microgramos de contaminante por metro cúbico de aire, medidos durante un período de tiempo determinado. (Secretaría de Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable, 2005).

## Generalidades de la Zona de Estudio

La Zona de Miravalle se ubica al sur de la Zona Metropolitana de Guadalajara, al Sur de la misma se encuentran el Cerro del Cuatro, el Cerro de Santa María y al SW el cerro del Gachupín. Estos cerros constituyen una barrera física natural para la circulación del viento, que impide el desalojo del aire contaminado de la ZMG. (Figura 1)

Es una región geográfica, delimitada por los obstáculos topográficos de origen natural (líneas costeras, formaciones montañosas etc.), de tal manera que dentro de esta se modifica la circulación general de la atmósfera sobre la superficie (capa límite de la atmósfera), dando lugar a la formación de los vientos locales, diferentes del flujo de la atmósfera libre.

Este tipo de vientos determina el transporte de las masas de aire dentro de la región. Por lo tanto, son responsables en la dirección de su transporte y en los procesos de dispersión (o de acumulación) de los contaminantes del aire.

### Clima

El clima en la ciudad de Guadalajara, se encuentra en una zona templada, subhúmeda con lluvias en verano según la clasificación del clima por Köppen (García, 1988) El período de julio a octubre se comprende como temporadas de lluvias (precipitación de 700 a 900 mm) y el resto del año forma el período seco (precipitación menor de 70 mm).

Según datos obtenidos por el Instituto de Astronomía y Meteorología (Davydova, 2004) determina para Guadalajara una temperatura mínima comprendida en los períodos de 1980 a 1999 de 19.2 °C. y establece una tendencia creciente a partir de 1972 con un gradiente de 0.59°C/10 años.

La tendencia lineal de la precipitación total anual también es creciente con un gradiente de 1.75 mm/año de series utilizadas de 1881 a 1999, sin embargo señala un comportamiento de un período de distribución uniforme en 1881 – 1931, después se observa un rápido incremento del total anual con un gradiente de 2.65 mm/año de tal forma que el total de anual de precipitación anual de precipitación ha incrementado su valor de 866.9 mm (1881 – 1964), a 970.2 mm para el periodo de 1961 a 1999.

Los vientos dominantes han disminuido de 8.0 m/s (1881 -1964) a 4.8 m/s (1960-1996), (Davidova, 2004) debido al desarrollo de la zona metropolitana; construcciones de edificios altos, y expansión de la zona urbana en general. Sin embargo en los meses de marzo, abril y mayo se presentan vientos intensos conocidos como vientos alisios, que explican con fuertes turbulencias a causa de altas temperaturas características del mes de mayo. El análisis de la dirección del viento dominante mensual también muestra variaciones significativas, para el período seco la dominación es hacia el oeste, según Plan Lerma(1964), y cambia a la dirección este para el tiempo de lluvias; para las tres últimas décadas muestran una mayor variedad en la dirección

causado por las altas y densas construcciones y por la influencia de vientos térmicos, producto de la "isla de calor" de Guadalajara (Mestayer y Anquetín, 1995).

### Contaminación del aire por PM10 en el Área de Miravalle

#### Giros comerciales en el Área de Miravalle

El desarrollo industrial de la zona metropolitana en 1960 -1970 empieza estableciéndose una amplia zona industrial en el sur de la región y continua extendiéndose, además de que fueron desarrollándose otras zonas industriales. En el Plan de Estatal de Ecología del Estado se estimó 6000 giros industriales de los cuales 220 fueron considerados como de alta contaminación, siendo los principales giros; fundiciones, cementeras, químicas de productos ácidos, químicas de plaguicidas, minerales no metálicos, de fabricación de acumuladores, fabricantes de grasas, aceites y derivados. Otros 1200 son tipificados como nivel medio de contaminación, destacando los giros de embutidos, bebidas, industria textil, huleras, curtidurías, metal básica y alimenticia (González, 1995). El Área de Miravalle se encuentra rodeada de los giros tipificados como de alta contaminación.

El comportamiento de partículas en suspensión muestra las altas concentraciones observadas durante los meses de noviembre a marzo, este comportamiento está condicionado por la presencia de circulación anticiclónica dominante durante el periodo de invierno, la cual se caracteriza por una gran estabilidad de la atmósfera acompañada con efectos de inversiones térmicas. Estas condiciones de estancamiento impiden la dispersión de la contaminación y como consecuencia produce su acumulación (Jáuregui y otr., 1992, 1997 ; Davydova, 1993). El fenómeno de acumulación de partículas fracción respirable actualmente presenta problemas tanto de exposición aguda como de exposición crónica violando su promedio de  $50.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en forma significativa. De tal manera que en 1994 el promedio anual fue de 83.4 en 1996 se observó 76.3, en 1997 el promedio anual fue de 57.4, en 1998 alcanzó el 73.4 y en 1999 se registró el  $65.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En un análisis de la variación temporal de  $\text{PM}_{10}$  se señala el principal máximo en el comportamiento anual de los promedios mensuales  $\text{PM}_{10}$  se observa en el mes de enero en donde el principal máximo puede ser explicado por el efecto de acumulación de los contaminantes en el transcurso de los meses de invierno en presencia de la circulación anticiclónica dominante y por lo tanto una atmósfera muy estable. La distribución espacial de la media anual de partículas suspendidas fracción respirable muestra que el máximo del promedio anual,  $\text{pm}_{10} \mu\text{g}/\text{m}^3$  calculado para los años 1996 a 1999 se registró en la estación de Miravalle, en esta región muestra mayores niveles de concentración que en la región norte, aunque en ambas se registraron valores superiores a las normas de exposición, excepto en el año 1999 cuando en la región norte se observaron los niveles de  $\text{pm}_{10}$  menores a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La distribución espacial de la concentración máxima promedio anual de partículas suspendidas fracción respirable muestra que su epicentro se registro en la misma estación de Miravalle. (Davydova, 2004)

## Estación de monitoreo Miravalle y ubicación de las escuelas de nivel preescolar



Figura 1 Zona de estudio

- ◆ Escuela Josefa Ortiz de Domínguez, Domicilio Calle Gauguin No. 1480  
Entre las calles Pinturas y Artes Plásticas
- ★ Escuela Francisco Medina Ascencio, Domicilio Andador R. Wagler  
Entre las calles Mozart y Juan Sebastián Bach
- ✪ Escuela Severiano Díaz Galindo, Domicilio Andador Pablo Moncayo  
Entre las calles Juan Jiménez Romo y Plásticas
- ✪ Estación de Monitoreo Miravalle (MIR) Av. G. Curiel esq.  
J. Salomé Piña. (SEMADES)

## Relación entre Variables Cuantitativas

En el análisis de los estudios clínico-epidemiológicos surge muy frecuentemente la necesidad de determinar la relación entre dos variables cuantitativas en un grupo de sujetos. Los objetivos de dicho análisis suelen ser:

- a. Determinar si las dos variables están correlacionadas, es decir si los valores de una variable tienden a ser más altos o más bajos para valores más altos o más bajos de la otra variable.
- b. Poder predecir el valor de una variable dado un valor determinado de la otra variable.
- c. Valorar el nivel de concordancia entre los valores de las dos variables.

### Correlación

En este artículo trataremos de valorar la asociación entre dos variables cuantitativas estudiando el método conocido como correlación. Dicho cálculo es el primer paso para determinar la relación entre las variables. La predicción de una variable. La predicción de una variable dado un valor determinado de la otra precisa de la regresión lineal que abordaremos en otro artículo.

La cuantificación de la fuerza de la relación lineal entre dos variables cuantitativas, se estudia por medio del cálculo del coeficiente de correlación de Pearson. Dicho coeficiente oscila entre  $-1$  y  $+1$ . Un valor de  $-1$  indica una relación lineal o línea recta positiva perfecta. Una correlación próxima a cero indica que no hay relación lineal entre las dos variables.

El realizar la representación gráfica de los datos para demostrar la relación entre el valor del coeficiente de correlación y la forma de la gráfica es fundamental ya que existen relaciones no lineales.

El coeficiente de correlación posee las siguientes características:

- a. El valor del coeficiente de correlación es independiente de cualquier unidad usada para medir las variables.
- b. El valor del coeficiente de correlación se altera de forma importante ante la presencia de un valor extremo, como sucede con la desviación típica. Ante estas situaciones conviene realizar una transformación de datos que cambia la escala de medición y modera el efecto de valores extremos (como la transformación logarítmica).
- c. El coeficiente de correlación mide solo la relación con una línea recta. Dos variables pueden tener una relación curvilínea fuerte, a pesar de que su correlación sea pequeña. Por tanto cuando analicemos las relaciones entre dos

variables debemos representarlas gráficamente y posteriormente calcular el coeficiente de correlación.

- d. El coeficiente de correlación no se debe extrapolar más allá del rango de valores observado de las variables a estudio ya que la relación existente entre X e Y puede cambiar fuera de dicho rango.
- e. La correlación no implica causalidad. La causalidad es un juicio de valor que requiere más información que un simple valor cuantitativo de un coeficiente de correlación.

El coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) puede calcularse en cualquier grupo de datos, sin embargo la validez del test de hipótesis sobre la correlación entre las variables requiere en sentido estricto:

- a) Que las dos variables procedan de una muestra aleatoria de individuos.
- b) Que al menos una de las variables tenga una distribución normal en la población de la cual la muestra procede. Para el cálculo válido de un intervalo de confianza del coeficiente de correlación de ( $r$ ) ambas variables deben tener una distribución normal. Si los datos no tienen una distribución normal, una o ambas variables se pueden transformar (transformación logarítmica) o si no se calcularía un coeficiente de correlación no paramétrico (coeficiente de correlación de Spearman) que tiene el mismo significado que el coeficiente de correlación de Pearson y se calcula utilizando el rango de las observaciones.

El cálculo del coeficiente de correlación ( $r$ ) Por ejemplo; en un grupo de valores de peso y talla de 20 niños varones. La covarianza, que en este ejemplo es el producto de peso (kg) por talla (cm), para que no tenga dimensión y sea un coeficiente, se divide por la desviación típica de X (talla) y por la desviación típica de Y (peso) con lo que obtenemos el coeficiente de correlación de Pearson que para este caso se da el valor de 0.885 indica una importante correlación entre las dos variables. Es evidente que el hecho de que la correlación sea fuerte no implica causalidad. Si elevamos al cuadrado el coeficiente de correlación obtendremos el coeficiente de determinación ( $r^2=0.783$ ) que nos indica que el 78.3% de la variabilidad en el peso se explica por la talla del niño. Por lo tanto existen otras variables que modifican y explican la variabilidad del peso de estos niños. La introducción de más variable con técnicas de análisis multivariado nos permitirá identificar la importancia de que otras variables pueden tener sobre el peso. (Fernández, y Pértega, 1997).

## 5. HIPÓTESIS

La contaminación atmosférica debida a  $PM_{10}$  en el área de Miravalle de la zona Metropolitana de Guadalajara se asocia con la ausencia de niños preescolares.

## 6. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el impacto de la contaminación por  $PM_{10}$ , en grupos vulnerables en el área de Miravalle de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

### Objetivos Particulares

- 1.- Determinar el comportamiento de la contaminación atmosférica por  $PM_{10}$  en la zona de estudio comprendidos en el período de Enero a Junio de 2005.
- 2.- Analizar la posible asociación de contaminación por  $PM_{10}$  en la Zona de Miravalle y ausencias de preescolares en los grupos vulnerables.

## 7. METODOLOGÍA

### Diseño del tipo de estudio

Este trabajo es descriptivo transversal

### Área de estudio

La investigación se realizó en el Área de Miravalle, de la Zona Metropolitana de Guadalajara. Localizada al sur de la Ciudad de Guadalajara, perteneciente a los Municipios de Guadalajara y Tlaquepaque

### Unidad muestral

Estación de Monitoreo de la Contaminación Atmosférica  $PM_{10}$ , ubicada en el área de Miravalle, con domicilio en Calzada Gobernador Curiel y cruce con J. Salomé Piña (figura 1). Operada por SEMADES

Escuelas de nivel Preescolar de la zona de estudio.

Los datos tanto de índices de calidad de aire de  $PM_{10}$  y las ausencias escolares de nivel preescolar fueron analizados entre los meses de enero a junio de 2005.

### Tamaño de muestra

324 niños en doce grupos de escuelas de nivel preescolar del Área de Miravalle, con edades entre 3 – 5 años de edad, las escuelas participantes fueron; Josefa Ortiz de Domínguez, Francisco Medina Ascencio y Severo Díaz Galindo.

Datos de IMECA  $PM_{10}$  fueron obtenidos cada hora, 24 horas por día, valor promedio diario durante los meses enero – junio de 2005.

### Criterio de inclusión

Que sean niños inscritos en las escuelas preescolares del Área de Miravalle.

Valores IMECA  $PM_{10}$  obtenidos de la Red Automática de Monitoreo Ambiental (SEMADES). Durante el período de enero a junio de 2005

### Criterio de no inclusión

Grupos que no están inscritos en las escuelas preescolares participantes  
Otros parámetros ( $O_3$ , CO,  $NO_x$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$ , HC)

### Criterios de selección y recolección de datos

Las funciones dosis-respuesta utilizadas en este estudio fueron seleccionadas y adaptadas a partir de la literatura epidemiológica publicada en revistas científicas y que, por consiguiente, han pasado por revisiones técnicas. Todas las funciones dosis-respuesta utilizadas en el análisis cuantitativo están basadas en estudios epidemiológicos de contaminación atmosférica con información agregada. Se restringen a estudios sólidos metodológicamente que muestran una asociación estadísticamente significativa entre el contaminante y el efecto de salud de interés.

Se utilizó una metodología, a la en que los estudios estuvieron basados en un monitoreo continuo de los contaminantes relevantes, para este estudio  $PM_{10}$ . Se realizó una selección cuidadosa de las medidas de exposición y para minimizar las posibilidades de sesgo de selección de muestra y de reporte de los resultados.

El estudio reconoció y procedió a minimizar los efectos de variables omitidas y confundibles. No se incluyeron para fines cuantitativos por el problema potencial de la existencia de otras variables confundibles y de la vaga definición de la exposición por los efectos de la estacionalidad y climatología. Esto se hizo estratificando la muestra y analizando los datos por meses.

El estudio consideró directamente  $PM_{10}$  con valores IMECA que es, al menos, una medida de contaminación que pueda convertirse al contaminante que interesa. En consecuencia, los datos que no caracterizan cuantitativamente la contaminación de manera adecuada o para los cuales la evaluación de la exposición no estaba adecuadamente caracterizada, no fueron considerados. Los datos que se registran con niveles de contaminación del aire relevante, valores que sólo consideran episodios con niveles elevados de contaminación, no fueron considerados para fines cuantitativos. Se dio preferencia a los valores que se basan en grupos representativos de la población para asegurar la mayor y mejor cobertura posible de la población en estudio.

Obtención de datos de los registros de asistencia de doce grupos de las escuelas preescolares de la zona de estudio.

Información de la contaminación por  $PM_{10}$  de la zona de estudio comprendido del mes de enero a junio de 2005, proporcionados por la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de la Zona de estudio.

## IMECAS (Índice Metropolitano de la Calidad del Aire)

A efecto de informar a la población de una manera sencilla y clara la calidad del aire en una ciudad, registrada por una red automática de monitoreo atmosférico, se ha definido el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA).

Un índice de calidad del aire se puede definir como una función que transforma la concentración de un contaminante a un valor simple, representativo de la calidad del aire de una región determinada.

El valor IMECA se obtiene por medio de dos procedimientos; el primero marca el establecimiento del IMECA horario, que permite conocer la calidad del aire cada hora del día, durante las 24:00 hrs. El segundo procedimiento indica la forma de combinar los valores IMECA horario para la obtención de un índice del día, que se conoce como valor diario IMECA. Para obtener los valores de concentración a IMECA ver tabla 4, para conversión de valor IMECA a concentración de  $PM_{10}$  ver cuadro 5.

El primero involucra la utilización de funciones segmentadas basadas en general en dos puntos de inflexión, al primer punto se le asignó arbitrariamente el valor de 100 IMECA y al segundo el de 500 IMECA; el valor de 100 es representativo de la calidad del aire que se considera adecuada para la protección de la salud de la población y corresponde a los valores de los criterios de calidad del aire mexicano; el de 500 corresponde a una situación en la cual se manifiestan diversos síntomas de acuerdo a la sensibilidad de los diferentes grupos de la ciudadanía. (Cuadro 6)

Cuadro 4 Ecuación de transformación (CONCENTRACIÓN A IMECA)

CONTAMINANTE	INTERVALO	ECUACIÓN	TIPO DE ALGORITMO
$PM_{10}$	0 - 50 $\mu g / m^3$	$I_{PM10} = C_{PM10}$	TIPO PSI
	51 - 350 $\mu g / m^3$	$I_{PM10} = C_{PM10} (1/2) + 25$	
	351 - 420 $\mu g / m^3$	$I_{PM10} = C_{PM10} (10/7) - 300$	
	421 - 500 $\mu g / m^3$	$I_{PM10} = C_{PM10} (5/4) - 225$	
	501 - 600 $\mu g / m^3$	$I_{PM10} = C_{PM10} - 100$	

Fuente: semades página internet <http://semades.jalisco.gob.mx>

Cuadro 5 Ecuación de transformación (IMECA A CONCENTRACIONES)

CONTAMINANTE	INTERVALO	ECUACIÓN	TIPO DE ALGORITMO
$PM_{10}$	0 - 50 IMECA	$C_{PM_{10}} = I_{PM_{10}}$	TIPO PSI
	51 - 200 IMECA	$C_{PM_{10}} = 2(I_{PM_{10}} - 25)$	
	201 - 300 IMECA	$C_{PM_{10}} = \frac{7}{10}(I_{PM_{10}} + 300)$	
	301 - 400 IMECA	$C_{PM_{10}} = \frac{4}{5}(I_{PM_{10}} + 225)$	
	401 - 500 IMECA	$C_{PM_{10}} = I_{PM_{10}} + 100$	

Fuente: semades página internet <http://semades.jalisco.gob.mx>

La Secretaría de Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable ha establecidos de acuerdo a la normatividad, el nivel de clasificación IMECA desde Bueno hasta Muy Malo para el nivel de calidad del aire, presentado el siguiente cuadro.

Cuadro 6 clasificación del nivel IMECA

Nivel	Clasificación
0 - 50	Bueno
51 - 100	Satisfactorio
101 - 200	No Satisfactorio
201 - 300	Malo
301 - 500	Muy Malo

Fuente: semades página internet <http://semades.jalisco.gob.mx>

Utilización de modelos estadísticos para la determinar la correlación de las variables de ausentismo se utilizó la función estadística de Pearson en grupos de niños vulnerables en escuelas preescolares y la contaminación por  $PM_{10}$ .

La función estadística de Pearson, devuelve el coeficiente de correlación producto un índice adimensional acotado entre -1,0 y 1,0 que refleja el grado de dependencia lineal entre dos conjuntos de datos.

% DE AUSENCIA

es un conjunto de valores dependientes.

VALOR DIARO IMECA  $PM_{10}$

es un conjunto de valores independientes.

Vaciado de la información en base de datos utilizando hojas de cálculo del programa Excel 2000 en donde se concentra la información obtenida acerca de los registros de asistencia de los niños incluidos en el estudio y los registros de la muestra de  $PM_{10}$ .

Análisis e interpretación de los datos obtenidos.

Redacción del informe final.

En el mes de enero se observó que el comportamiento de  $PM_{10}$ , en promedio fue por arriba de los 100 IMECAS (figura 2)

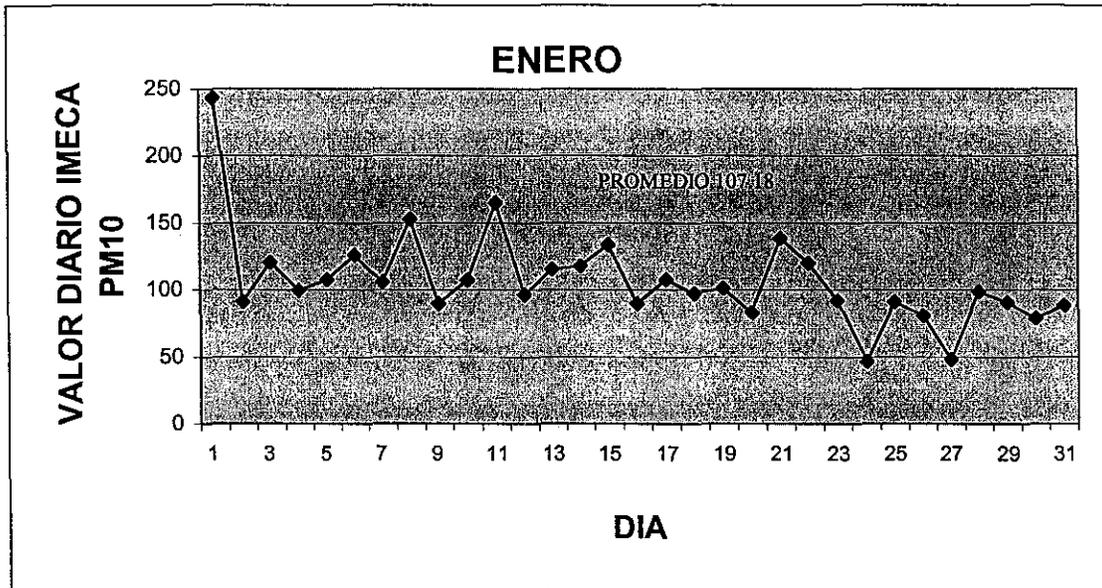


Figura 2. Valor diario IMECAS  $PM_{10}$  en el mes de enero 2005

En el mes de enero se registró un porcentaje ausencia de 17.18 (figura 3)

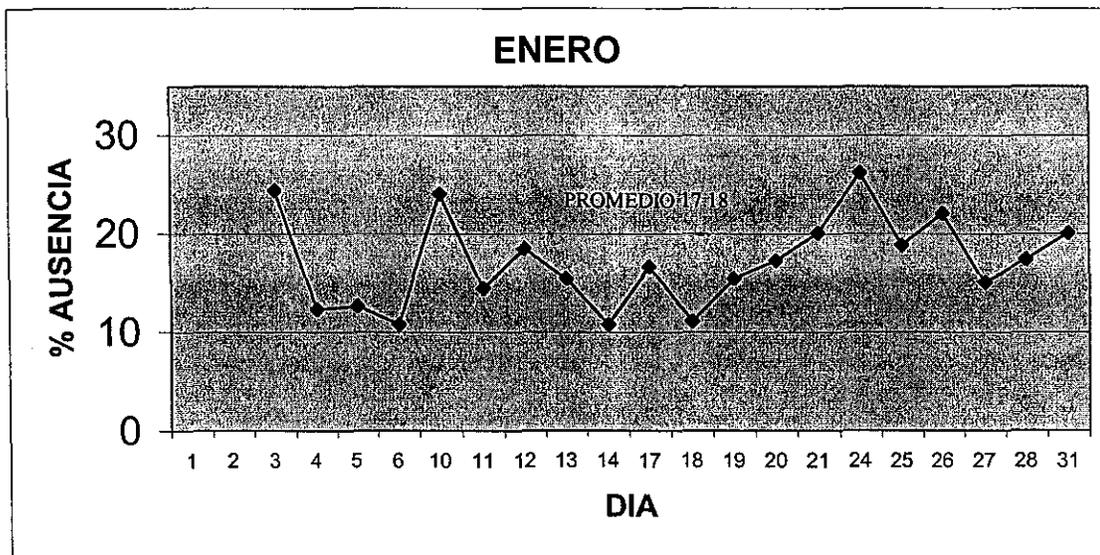


Figura 3. Comportamiento de las ausencias en porcentajes en el mes de enero de 2005

Se observó que en el mes de enero la mejor correlación se dio al segundo día siguiente del incremento de la concentración de los valores diario IMECA PM<sub>10</sub> respecto al % de ausencia, vemos por ejemplo al caso del 01 de enero con un valor diario IMECA PM<sub>10</sub> de 243 el segundo día subsecuente tuvo un porcentaje de ausencia de 24.38 como se muestra el siguiente cuadro.

Cuadro 6. Cuadro de correlación dada en función de los días subsecuentes al respectivo valor diario IMECAS PM<sub>10</sub> con el % de ausencia

FECHA	VALOR DIARIO IMECAS PM10	% AUSENCIA	% AUSENCIA DESFASADO 1 DIA	% AUSENCIA DESFASADO 2 DIAS	% AUSENCIA DESFASADO 3 DIAS	% AUSENCIA DESFASADO 4 DIAS	% AUSENCIA DESFASADO 5 DIAS	% AUSENCIA DESFASADO 6 DIAS	% AUSENCIA DESFASADO 7 DIAS
01/01/2005	243.45			24.38	12.35	12.65	10.80		
02/01/2005	91.27		24.38	12.35	12.65	10.80			
03/01/2005	120.63	24.38	12.35	12.65	10.80				24.07
04/01/2005	99.53	12.35	12.65	10.80				24.07	14.51
05/01/2005	107.78	12.65	10.80				24.07	14.51	18.52
06/01/2005	126.11	10.80				24.07	14.51	18.52	15.43
07/01/2005	105.85				24.07	14.51	18.52	15.43	10.80
08/01/2005	152.81			24.07	14.51	18.52	15.43	10.80	
09/01/2005	89.50		24.07	14.51	18.52	15.43	10.80		
10/01/2005	107.37	24.07	14.51	18.52	15.43	10.80			16.67
11/01/2005	165.18	14.51	18.52	15.43	10.80			16.67	11.11
12/01/2005	96.07	18.52	15.43	10.80			16.67	11.11	15.43
13/01/2005	115.45	15.43	10.80			16.67	11.11	15.43	17.28
14/01/2005	117.85	10.80			16.67	11.11	15.43	17.28	20.07
15/01/2005	133.55			16.67	11.11	15.43	17.28	20.07	
16/01/2005	89.86		16.67	11.11	15.43	17.28	20.07		
17/01/2005	107.45	16.67	11.11	15.43	17.28	20.07			26.19
18/01/2005	97.05	11.11	15.43	17.28	20.07			26.19	18.83
19/01/2005	101.00	15.43	17.28	20.07			26.19	18.83	22.07
20/01/2005	82.99	17.28	20.07			26.19	18.83	22.07	15.05
21/01/2005	138.35	20.07			26.19	18.83	22.07	15.05	17.39
22/01/2005	119.81			26.19	18.83	22.07	15.05	17.39	
23/01/2005	91.92		26.19	18.83	22.07	15.05	17.39		
24/01/2005	46.43	26.19	18.83	22.07	15.05	17.39			20.07
25/01/2005	91.05	18.83	22.07	15.05	17.39			20.07	19.81
26/01/2005	80.80	22.07	15.05	17.39			20.07	19.81	13.31
27/01/2005	47.79	15.05	17.39			20.07	19.81	13.31	10.62
28/01/2005	98.57	17.39			20.07	19.81	13.31	10.62	32.82
29/01/2005	90.56			20.07	19.81	13.31	10.62	32.82	
30/01/2005	78.70		20.07	19.81	13.31	10.62	32.82		
31/01/2005	88.01	20.07	19.81	13.31	10.62	32.82			17.96
<b>CORRELACION</b>		<b>-0.30</b>	<b>-0.28</b>	<b>-0.33</b>	<b>-0.21</b>	<b>-0.16</b>	<b>-0.36</b>	<b>-0.22</b>	<b>0.01</b>

En la siguiente figura se grafica el valor diario promedio IMECA PM<sub>10</sub>, como variable independiente y % ausencia como variable dependiente, del segundo día respecto al valor correspondiente al día del valor diario IMECA PM<sub>10</sub>. donde se puede apreciar una proporción directa del conjunto de valores de diario IMECA PM<sub>10</sub> con el porcentaje de ausencia.

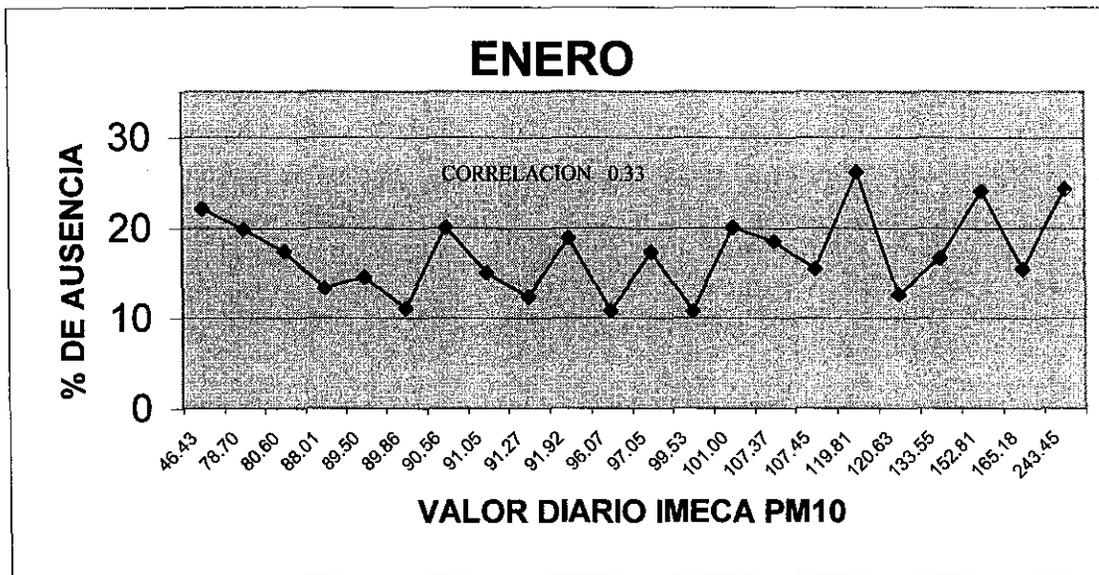


Figura 4 Comportamiento del % ausencia respecto al valor diario IMECA PM<sub>10</sub>.

En el mes de febrero se observó que el comportamiento de  $PM_{10}$ , en promedio al mes fue de 67.15 IMECAS (figura 5)

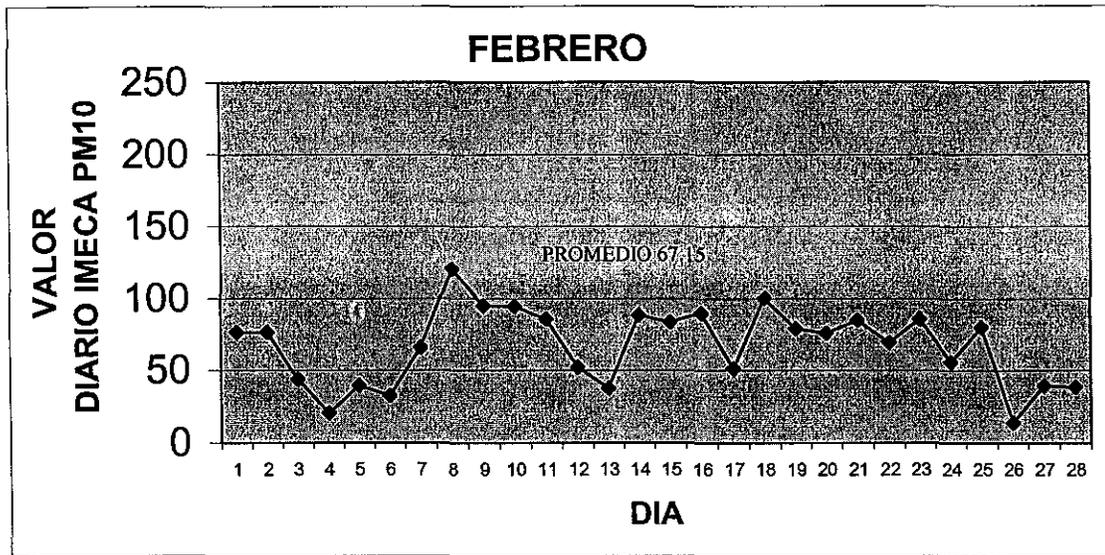


Figura 5. Valor diario IMECAS  $PM_{10}$  en el mes de febrero 2005

En el mes de febrero se registró un porcentaje de ausencias escolares de 17.12 (figura 6)

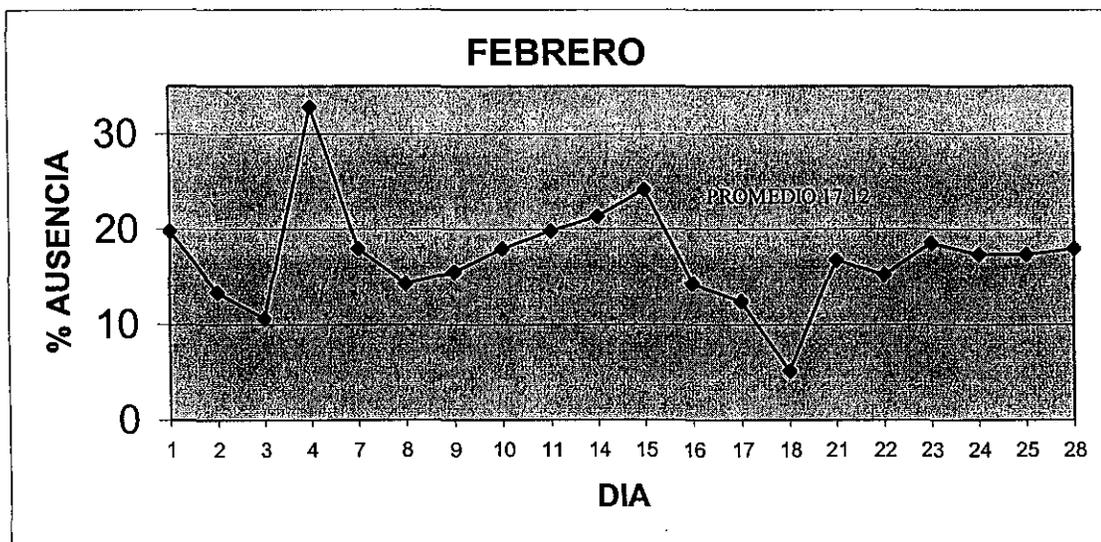


Figura 6. Comportamiento de las ausencias escolares en porcentajes en el mes de febrero de 2005

Se observó que en el mes de febrero la mejor correlación se dio al quinto día siguiente del incremento de la concentración de los valores diario IMECA PM<sub>10</sub> respecto al % de ausencia vemos por ejemplo el caso del día 10 de febrero con un valore diario IMECA PM<sub>10</sub> de 94.55 el quinto día subsecuente tuvo un porciento de ausencia de 24.15 como se muestra el siguiente cuadro.

Cuadro 7. tabla de correlación dada en función de los días subsecuentes al respectivo valor diario IMECAS PM<sub>10</sub> con el % de ausencia.

FECHA	VALOR DIARIO IMECAS PM <sub>10</sub>	% AUSENCIA	% AUSENCIA DESFASADO 1 DIA	% AUSENCIA DESFASADO 2 DIAS	% AUSENCIA DESFASADO 3 DIAS	% AUSENCIA DESFASADO 4 DIAS	% AUSENCIA DESFASADO 5 DIAS	% AUSENCIA DESFASADO 6 DIAS	% AUSENCIA DESFASADO 7 DIAS
01/02/2005	76.43	19.81	13.31	10.62	32.82			17.96	14.24
02/02/2005	76.78	13.31	10.62	32.82			17.96	14.24	15.48
03/02/2005	44.09	10.62	32.82			17.96	14.24	15.48	17.96
04/02/2005	20.73	32.82			17.96	14.24	15.48	17.96	19.81
05/02/2005	39.52			17.96	14.24	15.48	17.96	19.81	
06/02/2005	32.55		17.96	14.24	15.48	17.96	19.81		
07/02/2005	65.90	17.96	14.24	15.48	17.96	19.81			21.36
08/02/2005	120.50	14.24	15.48	17.96	19.81			21.36	24.15
09/02/2005	94.93	15.48	17.96	19.81			21.36	24.15	14.24
10/02/2005	94.55	17.96	19.81			21.36	24.15	14.24	12.38
11/02/2005	85.87	19.81			21.36	24.15	14.24	12.38	5.15
12/02/2005	52.55			21.36	24.15	14.24	12.38	5.15	
13/02/2005	37.94		21.36	24.15	14.24	12.38	5.15		
14/02/2005	88.61	21.36	24.15	14.24	12.38	5.15			16.72
15/02/2005	83.45	24.15	14.24	12.38	5.15			16.72	15.17
16/02/2005	89.75	14.24	12.38	5.15			16.72	15.17	18.52
17/02/2005	51.60	12.38	5.15			16.72	15.17	18.52	17.34
18/02/2005	100.43	5.15			16.72	15.17	18.52	17.34	17.34
19/02/2005	79.30			16.72	15.17	18.52	17.34	17.34	
20/02/2005	76.11		16.72	15.17	18.52	17.34	17.34		
21/02/2005	84.97	16.72	15.17	18.52	17.34	17.34			17.96
22/02/2005	69.44	15.17	18.52	17.34	17.34			17.96	18.21
23/02/2005	85.69	18.52	17.34	17.34			17.96	18.21	14.20
24/02/2005	55.75	17.34	17.34			17.96	18.21	14.20	15.43
25/02/2005	79.99	17.34			17.96	18.21	14.20	15.43	21.30
26/02/2005	14.25			17.96	18.21	14.20	15.43	21.30	
27/02/2005	39.55		17.96	18.21	14.20	15.43	21.30		
28/02/2005	38.95	17.96	18.21	14.20	15.43	21.30			17.90
<b>CORRELACIÓN</b>		<b>-0.37</b>	<b>-0.20</b>	<b>-0.14</b>	<b>0.08</b>	<b>0.15</b>	<b>0.34</b>	<b>0.05</b>	<b>-0.10</b>

En la siguiente figura se presenta el valor diario promedio IMECA  $PM_{10}$ , durante el mes de febrero como variable independiente y % ausencia como variable dependiente, del quinto día respecto al valor correspondiente al día del valor diario IMECA  $PM_{10}$ .

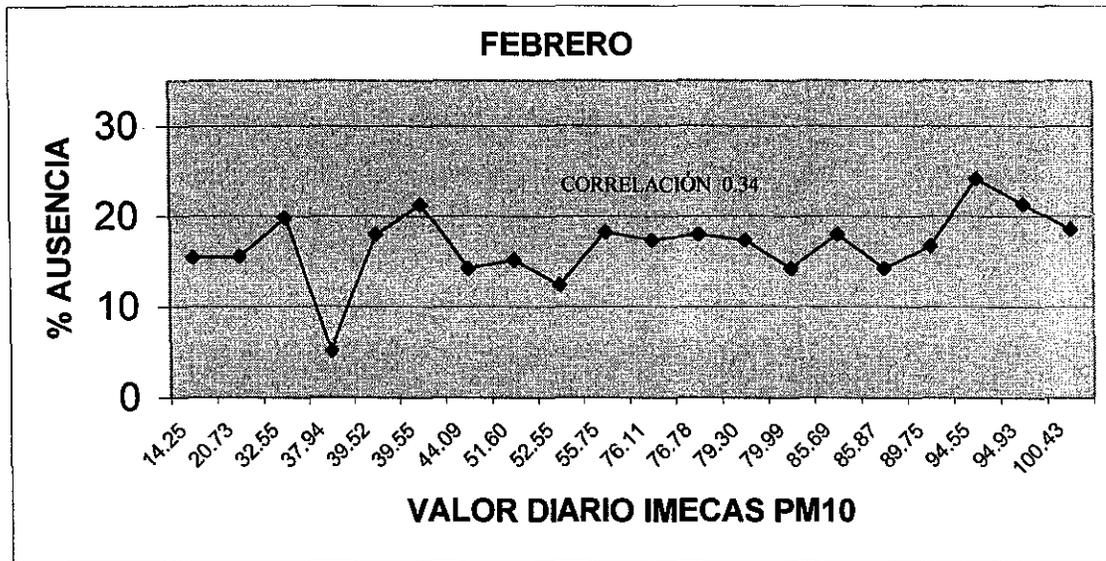


Figura 7. Comportamiento del % ausencia respecto al valor diario IMECA  $PM_{10}$ .

En el mes de marzo se observó que el comportamiento de  $PM_{10}$ , en promedio del mes se encontró de 52.48 IMECAS (figura 8)

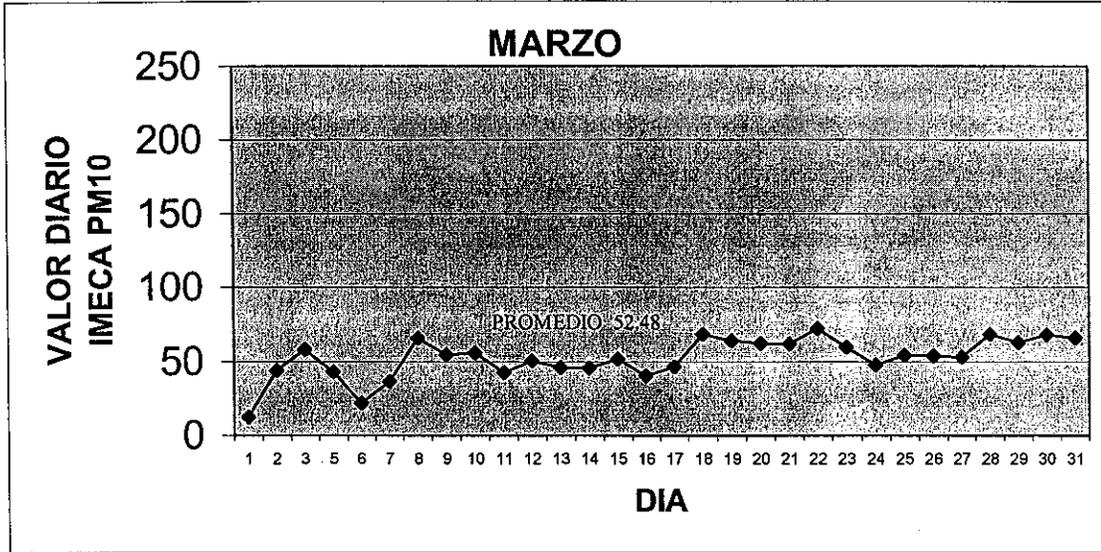


Figura 8. Valor diario IMECAS  $PM_{10}$  en el mes de marzo 2005

En el mes de marzo se registró un porcentaje de ausencia de 16.34 (figura 9)

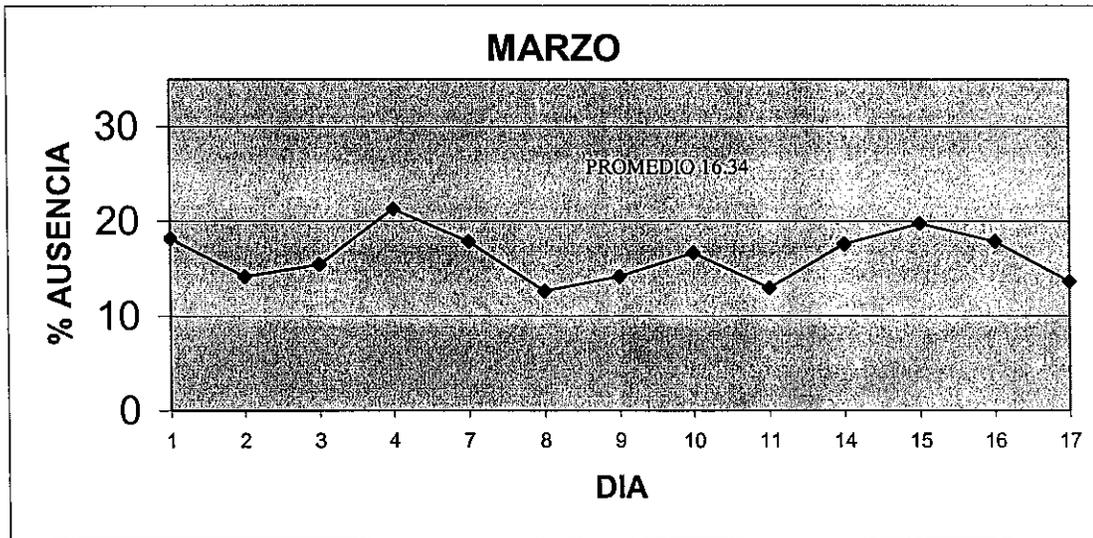


Figura 9. Comportamiento de las ausencias en porcentajes en el mes de marzo de 2005

Se observó que en el mes de marzo la mejor correlación se dio al séptimo día siguiente del incremento de la concentración de los valores diario IMECA PM<sub>10</sub> respecto al % de ausencia escolar vemos por ejemplo el caso del día 08 de marzo con un valor diario IMECA PM<sub>10</sub> que fue de 65.70 el séptimo día subsecuente tuvo un porcentaje de ausencia de 19.75 como se muestra el siguiente cuadro.

Cuadro 8. Cuadro de correlación dada en función de los días subsecuentes al respectivo valor diario IMECAS PM<sub>10</sub> con el % de ausencia.

FECHA	VALOR DIARIO IMECAS PM10	% DE AUSENCIA	% DE AUSENCIA DESFASADO 1 DIA	% DE AUSENCIA DESFASADO 2 DIAS	% DE AUSENCIA DESFASADO 3 DIAS	% DE AUSENCIA DESFASADO 4 DIAS	% DE AUSENCIA DESFASADO 5 DIAS	% DE AUSENCIA DESFASADO 6 DIAS	% DE AUSENCIA DESFASADO 7 DIAS
01/03/2005	12.60	18.21	14.20	15.43	21.30			17.90	12.65
02/03/2005	43.93	14.20	15.43	21.30			17.90	12.65	14.20
03/03/2005	57.81	15.43	21.30			17.90	12.65	14.20	16.67
04/03/2005		21.30			17.90	12.65	14.20	16.67	12.96
05/03/2005	42.77			17.90	12.65	14.20	16.67	12.96	
06/03/2005	21.72		17.90	12.65	14.20	16.67	12.96		
07/03/2005	36.53	17.90	12.65	14.20	16.67	12.96			17.59
08/03/2005	65.70	12.65	14.20	16.67	12.96			17.59	19.75
09/03/2005	54.71	14.20	16.67	12.96			17.59	19.75	17.90
10/03/2005	55.83	16.67	12.96			17.59	19.75	17.90	13.65
11/03/2005	42.48	12.96			17.59	19.75	17.90	13.65	
12/03/2005	50.27			17.59	19.75	17.90	13.65		
13/03/2005	45.93		17.59	19.75	17.90	13.65			
14/03/2005	45.75	17.59	19.75	17.90	13.65				
15/03/2005	51.36	19.75	17.90	13.65					
16/03/2005	40.26	17.90	13.65						
17/03/2005	46.33	13.65							
<b>CORRELACION</b>		<b>-0.43</b>	<b>0.16</b>	<b>0.22</b>	<b>-0.42</b>	<b>0.29</b>	<b>0.28</b>	<b>0.08</b>	<b>0.63</b>

En la siguiente figura se presenta el valor diario promedio IMECA PM<sub>10</sub>, como variable independiente y % ausencia como variable dependiente, del séptimo día respecto al valor correspondiente al día del valor diario IMECA PM<sub>10</sub>.

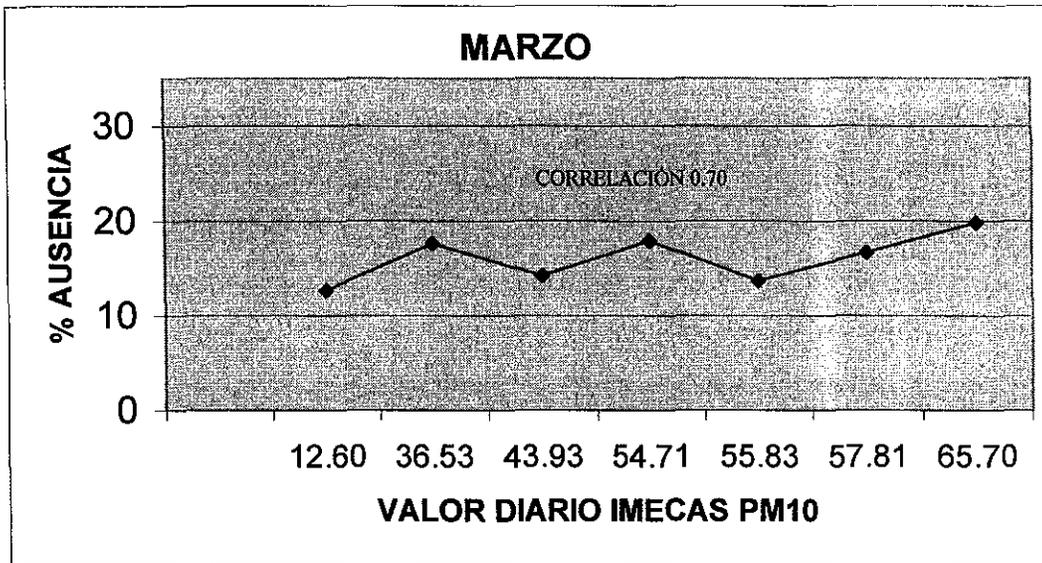


Figura 10. Comportamiento del % ausencia respecto al valor diario IMECA PM<sub>10</sub>.

En el mes de abril se observó que el comportamiento de  $PM_{10}$ , en promedio al mes fue de 76.73 IMECAS (figura 11)

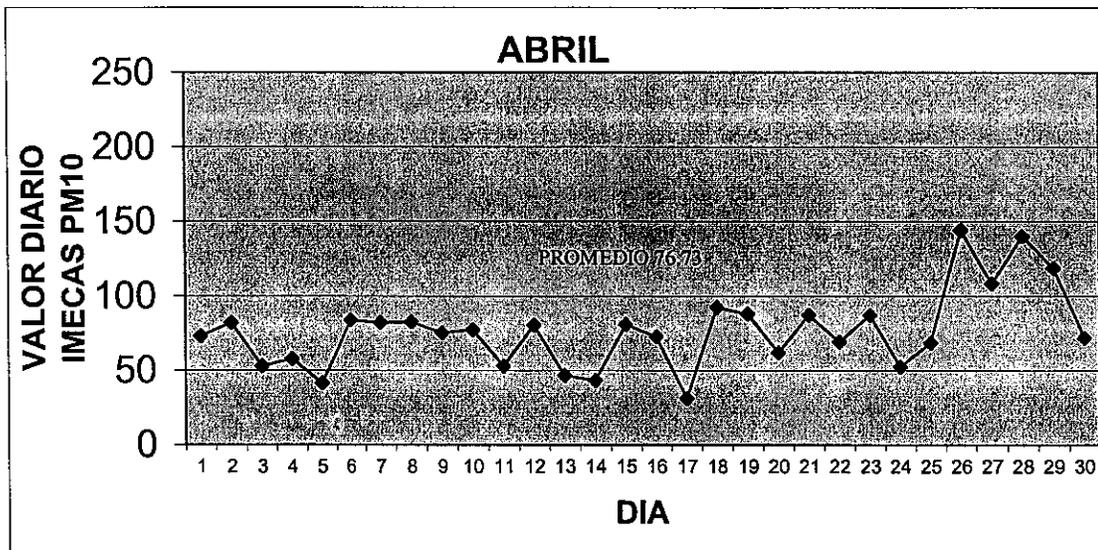


Figura 11. Valor diario IMECAS  $PM_{10}$  en el mes de abril 2005

En el mes de abril se registró un porcentaje de ausencia de 15.47 (figura 12)

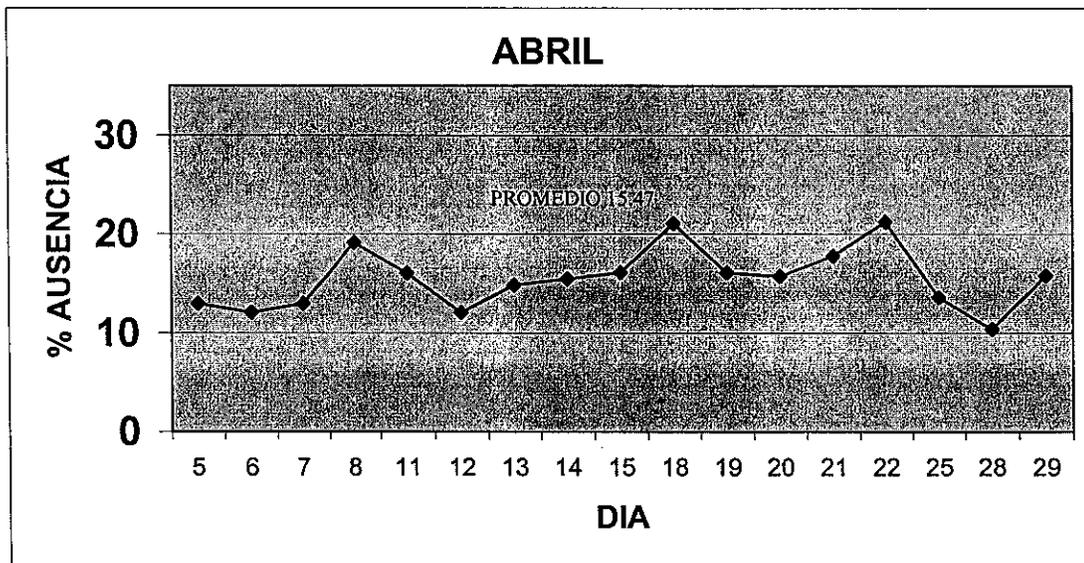


Figura 12. Comportamiento de las ausencias en porcentajes en el mes de abril de 2005

Se observó que en el mes de abril la mejor correlación se dio al cuarto día siguiente del incremento de la concentración de los valores diario IMECA PM<sub>10</sub> respecto al % de ausencia vemos el ejemplo el caso presentado el día 19 de abril con un valore diario IMECA PM<sub>10</sub> de 87.89 el cuarto día subsecuente tuvo un porciento de ausencia de 21.25 como se muestra el siguiente cuadro.

Cuadro 8. tabla de correlación dada en función de los días subsecuentes al respectivo valor diario IMECAS PM<sub>10</sub> con el % de ausencia.

FECHA	VALOR DIARIO IMECAS PM10	% DE AUSENCIA	% DE AUSENCIA DESFASADO 1 DIA	% DE AUSENCIA DESFASADO 2 DIAS	% DE AUSENCIA DESFASADO 3 DIAS	% DE AUSENCIA DESFASADO 4 DIAS	% DE AUSENCIA DESFASADO 5 DIAS	% DE AUSENCIA DESFASADO 6 DIAS	% DE AUSENCIA DESFASADO 7 DIAS
01/04/2005	73.12					12.96	12.04	12.96	19.14
02/04/2005	81.88				12.96	12.04	12.96	19.14	
03/04/2005	52.88			12.96	12.04	12.96	19.14		
04/04/2005	57.77		12.96	12.04	12.96	19.14			16.05
05/04/2005	41.29	12.96	12.04	12.96	19.14			16.05	12.04
06/04/2005	83.60	12.04	12.96	19.14			16.05	12.04	14.81
07/04/2005	81.99	12.96	19.14			16.05	12.04	14.81	15.43
08/04/2005	82.27	19.14			16.05	12.04	14.81	15.43	16.05
09/04/2005	74.94			16.05	12.04	14.81	15.43	16.05	
10/04/2005	77.14		16.05	12.04	14.81	15.43	16.05		
11/04/2005	52.95	16.05	12.04	14.81	15.43	16.05			21.07
12/04/2005	80.14	12.04	14.81	15.43	16.05			21.07	16.05
13/04/2005	46.48	14.81	15.43	16.05			21.07	16.05	15.72
14/04/2005	42.90	15.43	16.05			21.07	16.05	15.72	17.73
15/04/2005	80.73	16.05			21.07	16.05	15.72	17.73	21.25
16/04/2005	72.65			21.07	16.05	15.72	17.73	21.25	
17/04/2005	31.23		21.07	16.05	15.72	17.73	21.25		
18/04/2005	92.08	21.07	16.05	15.72	17.73	21.25			13.55
19/04/2005	87.89	16.05	15.72	17.73	21.25			13.55	
20/04/2005	61.78	15.72	17.73	21.25			13.55		
21/04/2005	87.05	17.73	21.25			13.55			10.33
22/04/2005	69.22	21.25			13.55			10.33	15.74
23/04/2005	86.84			13.55			10.33	15.74	
24/04/2005	52.40		13.55			10.33	15.74		
25/04/2005	68.17	13.55			10.33	15.74			13.27
26/04/2005	144.09			10.33	15.74			13.27	10.80
27/04/2005	108.30		10.33	15.74			13.27	10.80	12.35
28/04/2005	140.01	10.33	15.74			13.27	10.80	12.35	
29/04/2005	118.50	15.74			13.27	10.80	12.35		
30/04/2005	71.60			13.27	10.80	12.35			
correlación		-0.13	-0.06	-0.17	0.05	-0.33	-0.73	-0.34	-0.44

En la siguiente figura se grafica el valor diario promedio IMECA PM<sub>10</sub>, como variable independiente y % ausencia como variable independiente, del cuarto día respecto al valor correspondiente al día del valor diario IMECA PM<sub>10</sub>.

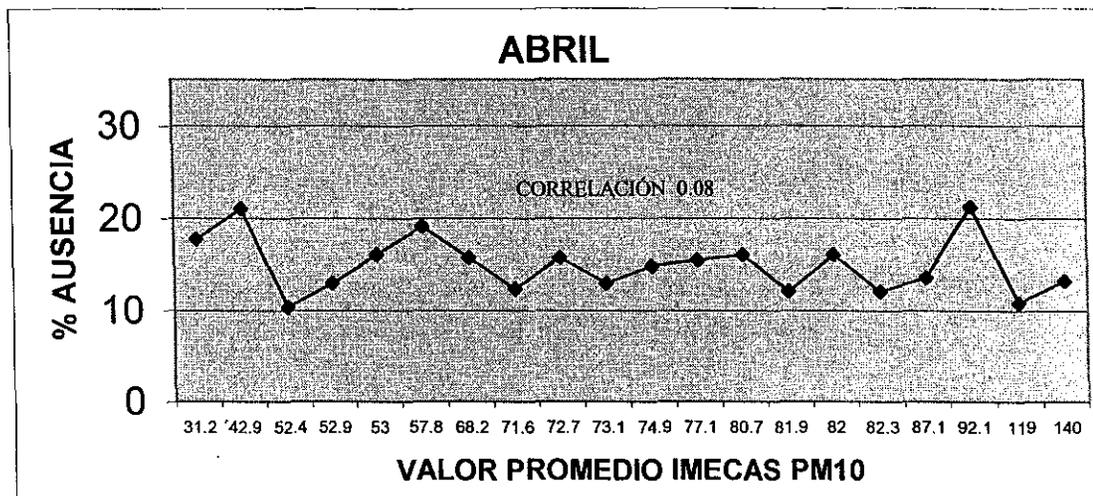


Figura 13. comportamiento del % ausencia respecto al valor diario IMECA PM<sub>10</sub>.

En el mes de mayo se observó que el comportamiento de  $PM_{10}$ , en promedio de mes se encontró de 88.18 IMECAS (figura )

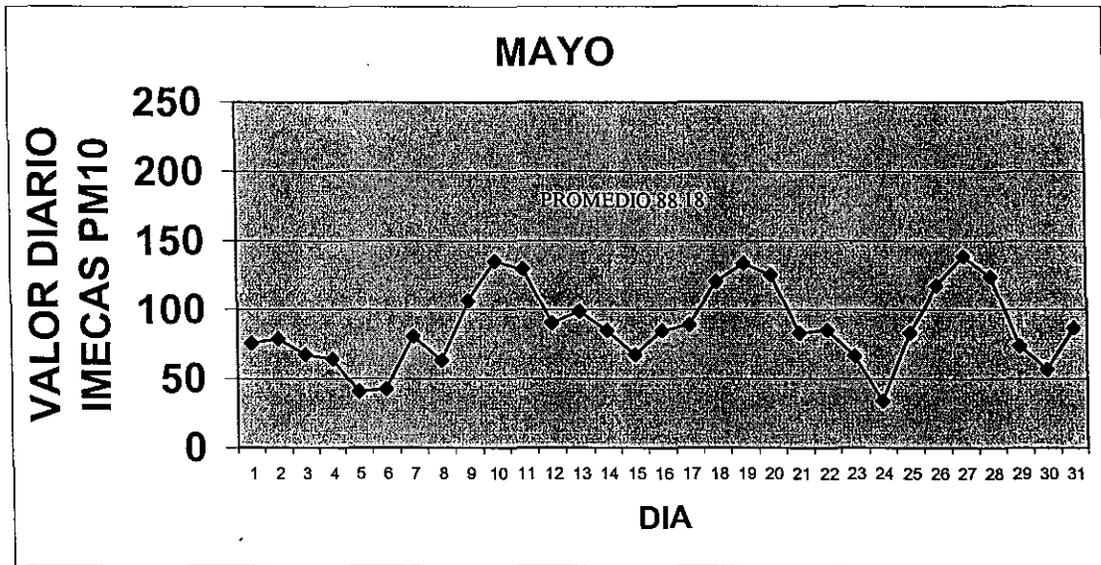


Figura 14. Valor diario IMECAS  $PM_{10}$  en el mes de mayo 2005

En el mes de mayo se registró un porcentaje de ausencia de 18.44 (figura 15)

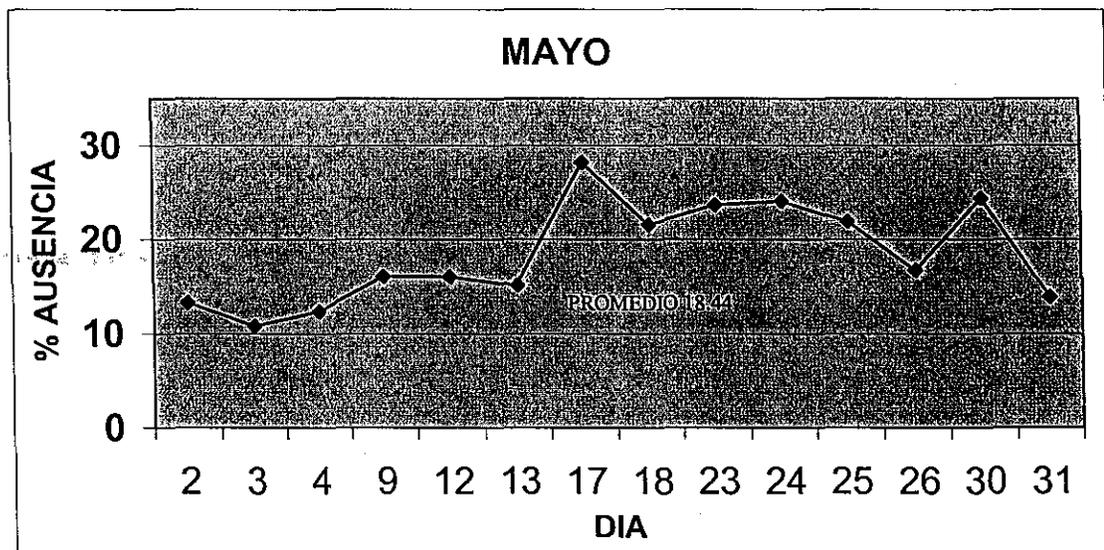


Figura 15. Comportamiento de las ausencias en porcentajes en el mes de mayo de 2005

Se observó que en el mes de mayo la mejor correlación se dio al séptimo día siguiente del incremento de la concentración de los valores diario IMECA PM<sub>10</sub> respecto al % de ausencia, vemos por ejemplo al caso del 27 de mayo con un valore diario IMECA PM<sub>10</sub> de 138.78 el séptimo día subsecuente tuvo un porcentaje de ausencia de 30.77 como se muestra el siguiente cuadro.

Cuadro 9. tabla de correlación dada en función de los días subsecuentes al respectivo valor diario IMECAS PM<sub>10</sub> con el % de ausencia.

FECHA	IVALOR DIARIO IMECA PM10	% AUSENCIA	% AUSENCIA DEFASADO 1 DIAS	% AUSENCIA DEFASADO 2 DIAS	% AUSENCIA DEFASADO 3 DIAS	% AUSENCIA DEFASADO 4 DIAS	% AUSENCIA DEFASADO 5 DIAS	% AUSENCIA DEFASADO 6 DIAS	% AUSENCIA DEFASADO 7 DIAS
01/05/2005	75.98		13.27	10.80	12.35				
02/05/2005	79.18	13.27	10.80	12.35					16.07
03/05/2005	67.49	10.80	12.35					16.07	
04/05/2005	64.27	12.35					16.07		
05/05/2005	40.99					16.07			16.06
06/05/2005	42.64				16.07			16.06	15.14
07/05/2005	81.04			16.07			16.06	15.14	
08/05/2005	63.48		16.07			16.06	15.14		
09/05/2005	106.57	16.07			16.06	15.14			
10/05/2005	135.25			16.06	15.14				28.20
11/05/2005	129.53		16.06	15.14				28.20	21.56
12/05/2005	90.45	16.06	15.14				28.20	21.56	
13/05/2005	99.01	15.14				28.20	21.56		
14/05/2005	85.23				28.20	21.56			
15/05/2005	67.42			28.20	21.56				
16/05/2005	84.90		28.20	21.56					23.68
17/05/2005	88.97	28.20	21.56					23.68	24.07
18/05/2005	120.18	21.56					23.68	24.07	21.91
19/05/2005	133.81					23.68	24.07	21.91	16.72
20/05/2005	125.65				23.68	24.07	21.91	16.72	
21/05/2005	83.28			23.68	24.07	21.91	16.72		
22/05/2005	85.53		23.68	24.07	21.91	16.72			
23/05/2005	66.80	23.68	24.07	21.91	16.72				24.38
24/05/2005	34.02	24.07	21.91	16.72				24.38	13.89
25/05/2005	83.03	21.91	16.72				24.38	13.89	20.15
26/05/2005	117.71	16.72				24.38	13.89	20.15	21.98
27/05/2005	138.78				24.38	13.89	20.15	21.98	30.77
28/05/2005	124.22			24.38	13.89	20.15	21.98	30.77	
29/05/2005	73.97		24.38	13.89	20.15	21.98	30.77		
30/05/2005	57.06	24.38	13.89	20.15	21.98	30.77			18.73
31/05/2005	87.05	13.89	20.15	21.98	30.77			18.73	10.70
<b>CORRELACIÓN</b>		<b>-0.17</b>	<b>-0.04</b>	<b>-0.03</b>	<b>0.00</b>	<b>-0.02</b>	<b>0.13</b>	<b>0.40</b>	<b>0.58</b>

En la siguiente figura se grafica el valor diario promedio IMECA PM<sub>10</sub>, como variable independiente y % ausencia como variable dependiente, del séptimo día respecto al valor correspondiente al día del valor diario IMECA PM<sub>10</sub>.

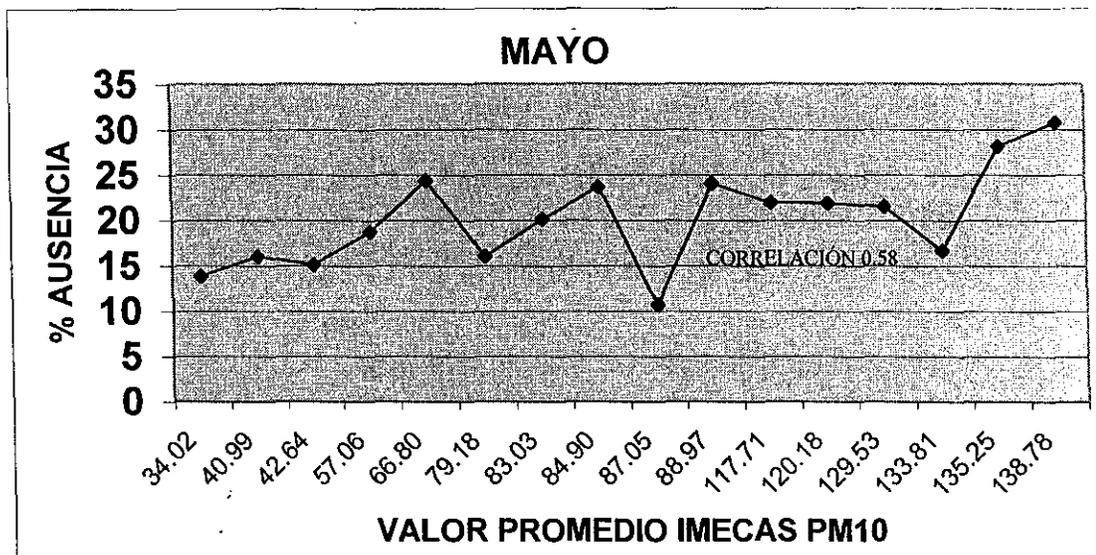


Figura 16. Comportamiento del % ausencia respecto al valor diario IMECA PM<sub>10</sub>.

En el mes de junio se observó que el comportamiento de  $PM_{10}$ , en promedio de mes se encontró de 68.24 IMECAS (figura 14 )

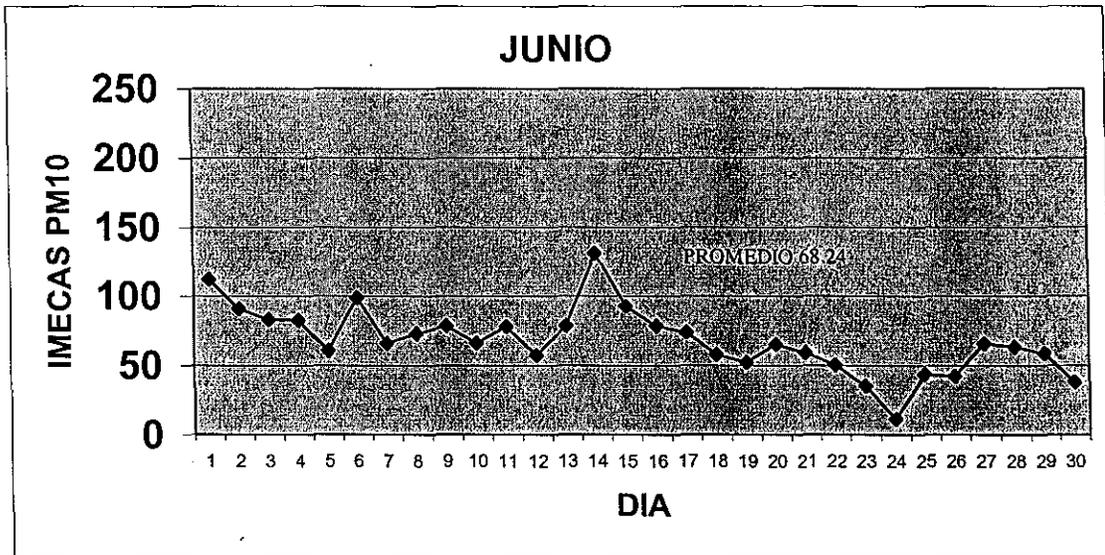


Figura 17. Valor diario IMECAS  $PM_{10}$  en el mes de abril 2005

En el mes de abril se registró un porcentaje de ausencia escolar de 19.42 (figura 18)

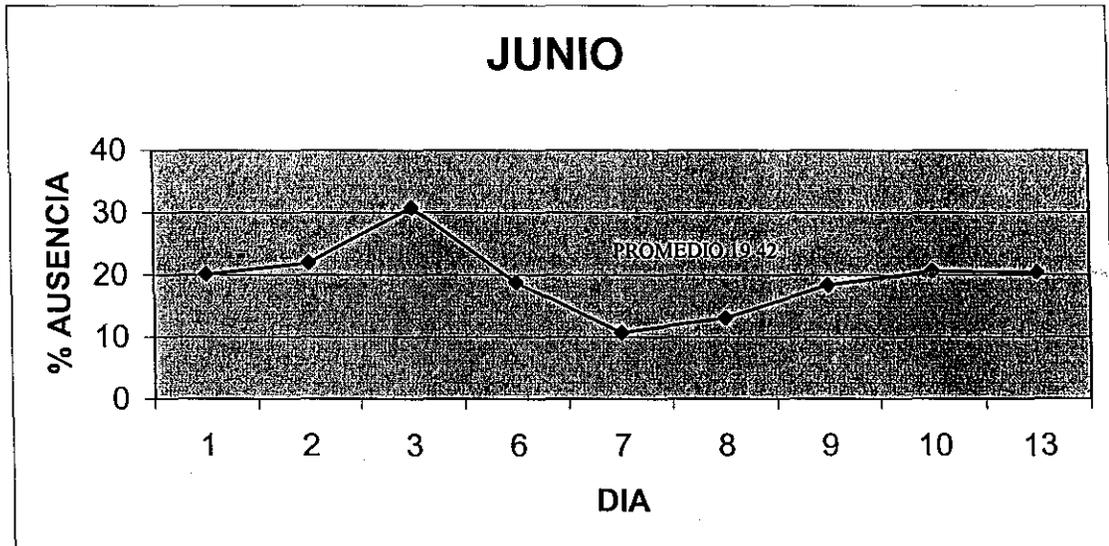


Figura 18. Comportamiento de las ausencias en porcentajes en el mes de junio de 2005

Se observó que en el mes de junio la mejor correlación se dio al segundo día siguiente del incremento de la concentración de los valores diario IMECA PM<sub>10</sub> respecto al % de ausencias, vemos por ejemplo el caso del día 01 de junio con un valor diario IMECA PM<sub>10</sub> de 112.03 el segundo día subsecuente tuvo un porcentaje de ausencia de 30.77 como se muestra el siguiente cuadro.

Cuadro 10. tabla de correlación dada en función de los días subsecuentes al respectivo valor diario IMECAS PM<sub>10</sub> con el % de ausencia.

FECHA	VALOR DIARIO IMECA PM <sub>10</sub>	% AUSENCIA	% AUSENCIA DESFASADO 1 DIA	% AUSENCIA DESFASADO 2 DIAS	% AUSENCIA DESFASADO 3 DIAS	% AUSENCIA DESFASADO 4 DIAS	% AUSENCIA DESFASADO 5 DIAS	% AUSENCIA DESFASADO 6 DIAS	% AUSENCIA DESFASADO 7 DIAS
01/06/2005	112.03	20.15	21.98	30.77			18.73	10.70	13.04
02/06/2005	90.90	21.98	30.77			18.73	10.70	13.04	18.39
03/06/2005	82.97	30.77			18.73	10.70	13.04	18.39	20.58
04/06/2005	82.67			18.73	10.70	13.04	18.39	20.58	
05/06/2005	60.81		18.73	10.70	13.04	18.39	20.58		
06/06/2005	99.03	18.73	10.70	13.04	18.39	20.58			
07/06/2005	66.40	10.70	13.04	18.39	20.58				
08/06/2005	73.03	13.04	18.39	20.58					
09/06/2005	78.70	18.39	20.58						
10/06/2005	66.23	20.58							
11/06/2005	78.10			20.40					
12/06/2005	57.59		20.40						
13/06/2005	78.46	20.40							
<b>CORRELACIÓN</b>		<b>0.32</b>	<b>0.15</b>	<b>0.60</b>	<b>0.14</b>	<b>0.18</b>	<b>-0.22</b>	<b>-0.88</b>	<b>-1.00</b>

En la siguiente figura se presenta el valor diario promedio IMECA PM<sub>10</sub>, como variable independiente y % ausencia como variable dependiente, del segundo día respecto al valor correspondiente al día del valor diario IMECA PM<sub>10</sub>.

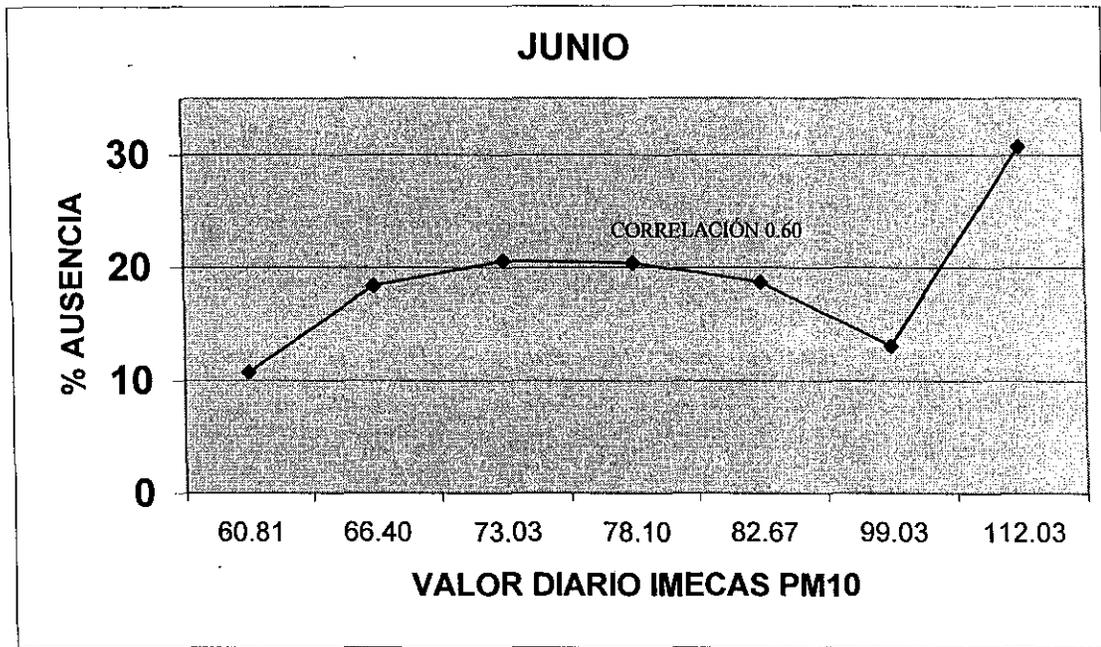


Figura 19. Comportamiento del % ausencia respecto al valor diario IMECA PM<sub>10</sub>.

## 9 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se reconoce que las asociaciones estadísticas en los estudios epidemiológicos no implican causalidad. Sin embargo, en el caso de la contaminación atmosférica, esta causalidad está bastante confirmada y aceptada en diversos estudios.

Se presenta una fuente de incertidumbre en la manera en que se mide la exposición de la población a los contaminantes. En el estudio se usaron mediciones del monitor ubicado en el área de Miravalle que no necesariamente reflejan el grado de exposición verdadero a que están sujetos los individuos. Por este motivo, en este trabajo se utilizó una medida ponderada de  $PM_{10}$ , que asume que los datos registrados por la Red de Monitoreo utilizan la metodología establecida en la Norma Oficial Mexicana NOM-035-ECOL-1993, se obtiene el valor diario, promedio de las mediciones emitidas a cada hora, durante las 24 horas del día.

Hay también una serie de efectos en salud que no fueron cuantificados en este análisis y cuya incorporación no es posible en este momento, dado a que se carece de datos sistematizados. Tal es el caso de los efectos crónicos y de otros efectos agudos que no se puedan identificar clínicamente. Además, hay beneficios asociados con las disminuciones en las concentraciones de otros contaminantes que no fueron evaluados en este trabajo.

Aunque en las distintas etapas del análisis se trata de minimizar la incertidumbre, aun persisten distintas fuentes de incertidumbre que son inevitables. Por esa razón para cada función dosis-respuesta presentada en este trabajo, se seleccionaron valores promedio diario  $PM_{10}$  para la exposición y de valores máximos del porcentaje de ausencias en un periodo de siete días. Estos rangos no pretenden capturar toda la incertidumbre en las funciones dosis-respuesta debido a que ésta no es cuantificable. Sin embargo, es un intento para presentar de manera más realista el grado de incertidumbre presente y en buena parte refleja el juicio de los investigadores.

Es posible que otros contaminante identificados y no analizados en el estudio puedan estar afectando los resultados, sobre todo cuando estamos hablando de riesgo a la salud principalmente a grupos vulnerables.

Cabe hacer notar que los resultados de este estudio no representan valoración médica, no se realizó una trazabilidad de morbilidad, por la falta de información, no se indagó manifiestamente la causa de la ausencia.

Se presentaron diversos factores que pudieron afectar la precisión de los registros de asistencia; las condiciones meteorológicas, la temperatura, la costumbre de días festivos y los días no laborables hicieron un registro no constante de las asistencias, además la decisión de las autoridades de educación de suspender clases en situaciones de contingencia ambiental, además de programas establecidos como círculos de estudios, fueron días no incluidos para evitar el sesgo por la pérdida de la continuidad de los datos.

Por los discontinuos días laborables en las escuelas preescolares, no se presentó una relación constante de los registros de ausencia, lo que existe una posibilidad de afectar directamente el resultado.

Por decisión de las autoridades se suspendieron las clases cuando los niveles de contaminación no fueron satisfactorios, ocasionando con esto que no se registre probablemente la mayor cantidad de ausencias debidas a la contaminación por  $PM_{10}$ .

Se requiere establecer con mayor acercamiento a todas las variables involucradas para disminuir las incertidumbres que afectan el resultado.

## 10 CONCLUSIONES

1. Se acepta la Hipótesis de la asociación de la contaminación atmosférica debida a  $PM_{10}$  en el área de Miravalle con el efecto de ausencia en el grupo vulnerable; niños preescolares, a días diferentes del evento de la concentración de  $PM_{10}$ , es decir no se presenta el día del evento. Se presentó una correlación importante en diferentes días después del dato correspondiente del porcentaje de ausencia con el valor diario promedio IMECA  $PM_{10}$ , Para el mes de enero fue el segundo día, para el mes de febrero se presentó al quinto día, en marzo al séptimo día, en abril fue un mes de contingencia ambiental en los días 26 y 27 por esta razón las autoridades educativas suspenden labores, en mayo presentó al séptimo día, además el sexto día una correlación significativa, en el mes de junio se obtuvo al segundo día.

2. Se presenta una evidencia que podría ser un efecto acumulativo, dado que el día 27 de mayo (ocasionado por el incendio de La Primavera) se presenta el máximo de concentración del mes, valor diario IMECA  $PM_{10}$  de 138.78 para el cual se determinó que el efecto ocurre al séptimo día. y en el mes de junio se determinó que el efecto ocurre al segundo día, así mismo con el máximo valor del mes de IMECA  $PM_{10}$  112.03, a lo cual correspondió un valor de ausencia de 30.77 %.

3. El comportamiento del contaminante atmosférico  $PM_{10}$  presentó un elevado valor diario máximo de 243 y mínimo de 48.43 IMECAS  $PM_{10}$  para obteniéndose un promedio para el mes de 107.18 lo que nos señala que el mes de enero en promedio esta rebasando los límites satisfactorios para la salud de la población. Para los demás meses de estudio ocasionalmente se presentan días con valor diario mayores de 100 IMECAS  $PM_{10}$ . Debido a situaciones accidentales como las ocurridas en la combustión del bosque de La Primavera, se dieron las contingencias elevando drásticamente los niveles IMECAS  $PM_{10}$

4. Se presenta una asociación positiva de la contaminación atmosférica debida a  $PM_{10}$  en el área de Miravalle de la zona Metropolitana de Guadalajara con la ausencia de los niños preescolares, dada para diferentes días después del fenómeno de contaminación.

5. El presente estudio establece que las condiciones adversas a la salud de la calidad de aire que se respira, afecta a los grupos vulnerables, principalmente a los menores en edad preescolar, causando el ausentismo en los centros educativos, además infiriendo con otros estudios epidemiológicos es muy posible, que la exposición continua a los contaminantes cause daño a la salud. Por lo que es necesario seguir en líneas de investigación del tema, para que de manera precisa establecer los efectos causados por la contaminación de  $PM_{10}$ , y esto además sea de utilidad por en el conocimiento generado, y como herramienta adecuada para que las autoridades responsables formulen planes con medidas de seguridad para preservar la salud ambiental

6. A partir de este primario trabajo se recomienda que para que las sucesivas investigaciones, las autoridades establezcan información sistematizada para comprender mejor la dimensión de los problemas y optar por las mejores medidas de solución.

## 11. BIBLIOGRAFÍA:

1. Albert. Lilia A. 1988 Toxicología Ambiental, Centro Panamericano de Ecología humana y Salud, OMS.
2. American Thoracic Society. 1978 Health effects of air pollution. Medical section of American Lung Association. California
3. Apheis. 2001 Air Pollution and Health: a European Information System Monitoring the Effects of Air Pollution on Public Health in Europe. Scientific report 1999-2000. Saint Maurice: Institut de Veille Sanitaire
4. Chestnut, L. G.; Ostro, B. D. y Rowe, R. D. 1987. "Santa Clara Criteria Air Pollutant Benefit Analysis". Preparado por U. S. Environmental Protection Agency, Region 8, San Francisco, California.
5. Davydova, B.V. 2004 Microclima y Situación Ecológica de la Zona Metropolitana de Guadalajara. capitulo III. Ecología Urbana en la Zona Metropolitana de Guadalajara. Guadalajara, Jal. México.
6. Environmental Protection Agency. 1996 a, "Review of the National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter: Policy Assessment of Scientific and Technical Information", External Review.
7. Environmental Protection Agency. 1996 b "The Benefits and Costs of the Clean Air Act, 1970 to 1990", Prepared for US Congress, October 1996; Darf.
8. Eskeland, G. 1994, "The Net Benefits of an Air Pollution Control Scenario for Santiago", Cap III en "Chile; Managing Environmental Problems", Report No. 13061-Ch, The World Bank.

9. Fernández, P. y Díaz, P. 1997 "Relación entre variables Cuantitativas" Unidad de Epidemiología Clínica Y Bioestadística. Complejo Hospitalario Juan Canalejo. A Coruña. Cad. Aten Primaria 4
10. Ferran B.D. 2003 Evaluation of the Impact of Air Pollution on Health. Rev. Salud Ambient. España.
11. Garza-Almanza, V., 2002. Revista salud pública y nutrición Vol 3 No.3 Julio-Septiembre.
12. Garza, V. 1996 Salud Ambiental: Hacia una visión ecológica de sistemas. Asunción, Paraguay: Boletín OPS de Salud, Ambiente y Desarrollo, I
13. González, R. 1995 Proyecto piloto para la creación de una normatividad ambiental metropolitana. Gobierno del Estado de Jalisco.
14. Kenneth, Cecil y F. Warner. 1992 Contaminación del Aire. Ed. Limusa. Vehicules traffic as a determinant of bloo-lead leves in children. A pilot study in Mexico city. Archives of environmental health july/august vol.47 (No4).
15. Mestayer, P. y Anquetin, S. 1995. Climatology of cities, En Diffision and Transport of Pollutants in Atmospheric Mesoscale Flow Fields. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, Vol.1
16. Odum, E. P. 1984. Ecología tercera edición, Ed. Interamericana, México,.
17. Ostro, B. 1994. "Estimating the Health Effects of Air Pollution: A Method with an Application to Jakarta". Policy Research Working Paper # 1301, Banco Mundial, Washington, D C,

18. Ostro, Bart 1994, "Estimating Health Effects of Air pollution: A Methodology with an Application to Jakarta" , The World Bank Working Paper Series N° 1301, May 1994.
19. Ostro, Bart, Sánchez, José Miguel, Aranda, Carlos y Eskeland, Gunnar 1996, "Air Pollution and Mortality: Results from a Study of Santiago, Chile", Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology, Vol 6 N°1.
20. Ostro, Bart 1996, "A Methodology for Estimating Air pollution Health Effects", Office of Global and Integrated Environmental Health, World Health Organization, Abril, Ginebra.
21. Plan Lerma, Asistencia Técnica. 1966. Boletín Meteorológico #1, 151. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Guadalajara, México.
22. Pope AC, Dockery D. 1999. Epidemiology of Particles Effects. En:Holgate ST, Samet JM, Koren H, Maynard RL . Air pollution and Health. San Diego, California: Academic Press,
23. Sánchez, J. M.; Aranda, C. y Eskeland, G. 1995. "Air Pollution and Mortality:Results from a Study in Santiago, Chile". J. Exp. Anal Environ. Epidemiol. Pope, C. A.
24. Sánchez JM y Valdés S.1997 "Estimación de los Efectos en Salud del Plan de Descontaminación de Santiago", Informe Final preparado para CONAMA R.M.
25. Sánchez, JM. y Valdés, S. Y Ostro B. 1997,"Los Efectos en Salud de la Contaminación Atmosférica por PM10 en Santiago", Departamento de Economía de Chile, Office of Environmental Health Hazard Assesment, EPA, Chile.

26. Secretaría de Educación Pública, 2005 registros de asistencia de los centros educativos preescolares, Josefa Ortiz de Domínguez, Francisco Medina Ascencio, Severiano Díaz Galindo, área de Miravalle.
27. Secretaría de Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable, 2005 Gobierno del Estado de Jalisco, página internet <http://semades.jalisco.gob.mx>
28. Smitherd E.H. 1954. The Fog in a Metropolitan Borough. Monthly.Ministry Of Health. Febrery.
29. Turk,A., J.Turk, J.T.Wittes y R.E. Wittes. 1984 Tratado de Ecología segunda edición en español, Ed. Interamericana, México, D.F.

## ANEXO 1

VALORES PROMEDIOS DE  $PM_{10}$  Y PORCIENTOS DE AUSENCIAS  
PREESCOLARES

Tabla de valores correspondientes de valor diario PM<sub>10</sub> en el mes de enero/2005

FECHA/ ENERO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
PROM IMECAS PM10	243.45	91.27	120.63	99.53	107.78	126.11	105.85	152.81	89.50	107.37	165.18	96.07	115.45	117.85	133.55	89.86
FECHA/ ENERO	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
PROM IMECAS PM11	107.45	97.05	101.00	82.99	138.35	119.81	91.92	46.43	91.05	80.60	47.79	98.57	90.56	78.70	88.01	
PROEMDIO	<b>107.18</b>															

Tabla de promedios de ausencia correspondientes en el mes de enero/2005

DIA	3	4	5	6	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	24	25	26	27	28
% AUSENCIA	24.38	12.35	12.65	10.80	24.07	14.51	18.52	15.43	10.80	16.67	11.11	15.43	17.28	20.07	26.19	18.83	22.07	15.05	17.39
PRMEDIO	<b>17.18</b>																		

Tabla de valores correspondientes de valor diario PM<sub>10</sub> en el mes de febrero/2005

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
IMECA PM10	76.43	76.78	44.09	20.73	39.52	32.55	65.90	120.50	94.93	94.55	85.87	52.55	37.94	88.61
DIA	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
IMECA PM10	83.45	89.75	51.60	100.43	79.30	76.11	84.97	69.44	85.69	55.75	79.99	14.25	39.55	38.95
PROMEDIO	<b>67.15</b>													

Tabla de promedios de ausencia correspondientes en el mes de febrero/2005

DIA	1	2	3	4	7	8	9	10	11	14
% AUSENCIA	19.81	13.31	10.62	32.82	17.96	14.24	15.48	17.96	19.81	21.36
DIA	15	16	17	18	21	22	23	24	25	28
% AUSENCIA	24.15	14.24	12.38	5.15	16.72	15.17	18.52	17.34	17.34	17.96
PROMEDIO	<b>17.12</b>									

Tabla de valores correspondientes de valor diario PM<sub>10</sub> en el mes de marzo/2005

DIA	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IMECA PM10	12.60	43.93	57.81	42.77	21.72	36.53	65.70	54.71	55.83	42.48	50.27	45.93	45.75	51.36	40.26
DIA	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
IMECA PM10	46.33	68.19	63.97	62.23	61.92	71.97	59.63	47.81	54.07	53.53	52.92	68.12	62.54	67.68	65.72
PROMEDIO	52.48														

Tabla de promedios de ausencia correspondientes en el mes de marzo/2005

DIA	1	2	3	4	7	8	9	10	11	14	15	16	17
% AUSENCIA	18.21	14.20	15.43	21.30	17.90	12.65	14.20	16.67	12.96	17.59	19.75	17.90	13.65
PROMEDIO	16.34												

Tabla de valores correspondientes de valor diario PM<sub>10</sub> en el mes de abril/2005

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IMECAS PM10	73.12	81.88	52.88	57.77	41.29	83.60	81.99	82.27	74.94	77.14	52.95	80.14	46.48	42.90	80.73
DIA	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
IMECAS PM10	72.65	31.23	92.08	87.89	61.78	87.05	69.22	86.84	52.40	68.17	144.09	108.30	140.01	118.50	71.60
PROMEDIO	76.73														

Tabla de promedios de ausencia correspondientes en el mes de abril/2005

DIA	5	6	7	8	11	12	13	14	15
% AUSENCIA	13	12	13	19.1	16	12	14.8	15.43	16.05
DIA	18	19	20	21	22	25	28	29	
% AUSENCIA	21.1	16.1	15.7	17.7	21.2	13.6	10.3	15.74	
PROMEDIO	15.47								

Tabla de valores correspondientes de valor diario PM<sub>10</sub> en el mes de mayo/2005

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IMECAS PM10	75.98	79.18	67.49	64.27	40.99	42.64	81.04	63.48	106.57	135.25	129.53	90.45	99.01	85.23	67.42	84.90
DIA	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
IMECAS PM10	88.97	120.18	133.81	125.65	83.28	85.53	66.80	34.02	83.03	117.71	138.78	124.22	73.97	57.06	87.05	
PROMEDIO	88.18															

Tabla de promedios de ausencia correspondientes en el mes de mayo/2005

DIA	2	3	4	9	12	13	17	18	23	24	25	26	30	31
% AUSENCIA	13.27	10.80	12.35	16.07	16.06	15.14	28.20	21.56	23.68	24.07	21.91	16.72	24.38	13.89
PROMEDIO	18.44													

Tabla de valores correspondientes de valor diario PM<sub>10</sub> en el mes de junio/2005

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IMECAS PM10	112.03	90.90	82.97	82.67	60.81	99.03	66.40	73.03	78.70	66.23	78.10	57.59	78.46	130.75	92.75
DIA	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
IMECAS PM10	78.50	73.81	57.73	52.44	65.20	59.45	50.74	35.17	11.34	43.64	42.41	65.74	63.35	59.03	38.23
PROMEDIO	68.24														

Tabla de promedios de ausencia correspondientes en el mes de junio/2005

DIA	1	2	3	6	7	8	9	10	13
% AUSENCIA	20.15	21.98	30.77	18.73	10.70	13.04	18.39	20.58	20.40
PROMEDIO	19.42								

ANEXO 2

VALORES DE  $PM_{10}$  DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL SEMADES.

REGISTRO DE LA RED DE MONITOREO

FECHA	CLAVE EST	PARAMETRO	HORA01	HORA02	HORA03	HORA04	HORA05	HORA06	HORA07	HORA08	HORA09	HORA10	HORA11	HORA12
01/01/2005	MIR	PM10	367.6	499.9	499.9	494	499.9	486.7	499.9	499.9	481.5	294.2	185.7	25.3
02/01/2005	MIR	PM10	110.1	116.5	137	160.7	193.3	83.6	64.6	143.7	195.1	136.1	94.3	38.8
03/01/2005	MIR	PM10	82.4	84.8	64.1	90.7	79.6	67.8	96.3	145	173.9	162.1	153.3	94
04/01/2005	MIR	PM10	114.8	70.5	46.9	44.8	37.4	132.9	122.3	140.4	161.4	255.4	157.5	137.4
05/01/2005	MIR	PM10	94.6	32.1	20.5	16.6	162.2	131.1	103	227.5	292.7	79.3	105.5	50.6
06/01/2005	MIR	PM10	102	185.1	176.8	27.5	23.7	130.1	210.3	216.3	212.5	369.7	220.6	144.6
07/01/2005	MIR	PM10	57	32.9	109.9	150.2	94	102.4	150.9	239.3	196.1	198.4	142.2	109.5
08/01/2005	MIR	PM10	99.6	145.5	159.8	143	74.5	62.6	65.1	113.9	202	230.2	209.7	91.4
09/01/2005	MIR	PM10	136	90.4	71.2	57.1	49.5	56.6	66.1	78.7	140.1	77.9	45.3	51.6
10/01/2005	MIR	PM10	278.7	161.8	29.9	22	30.7	52.9	54.4	59.9	98.9	92.3	90.5	64.5
11/01/2005	MIR	PM10	197.1	261.5	160.3	248.3	251.3	129.8	192.8	357.3	224.4	212.1	233	121
12/01/2005	MIR	PM10	62.3	49.6	38.1	34.1	113.6	53.9	203.4	172.8	214.8	287.4	211.5	85.7
13/01/2005	MIR	PM10	87.2	51.3	18.8	129.8	185.6	148.7	158.8	328	322.5	221.5	153.8	65
14/01/2005	MIR	PM10	85	50.3	193.6	168	103.5	140.1	120.3	107.1	215.9	100	102.5	113.4
15/01/2005	MIR	PM10	36.1	84.5	76.9	102.9	89.4	68.2	66	131.6	251.4	236.7	263.4	224
16/01/2005	MIR	PM10	163.3	157	178.8	155.5	142.6	37.3	40.6	42.8	120.7	79.3	75.2	75.5
17/01/2005	MIR	PM10	26.1	26.2	26.5	19.7	17.2	30.5	61.7	59.7	97.5	65.1	82.1	0
18/01/2005	MIR	PM10	334.5	127.5	33.3	42.7	46	47.4	47.8	67	93.4	104.2	83.2	87.7
19/01/2005	MIR	PM10	96.2	81.9	52.2	84.6	52.5	50.4	55.1	62.4	121.1	93.5	108.6	67.9
20/01/2005	MIR	PM10	167.1	35.3	47.4	44.7	37.3	23	41.5	57.2	254.4	138.6	82.6	79.4
21/01/2005	MIR	PM10	237.1	203.3	112.3	103.9	143.1	120.5	98	266.7	213.8	192.5	265.3	120.8
22/01/2005	MIR	PM10	108.6	93.5	95.7	41.1	153.8	186.9	172.3	166.4	238.6	211.4	126	60.5
23/01/2005	MIR	PM10	118.3	124.8	144	144.6	113	97.1	108.7	129.8	111.7	185.9	98.6	64.4
24/01/2005	MIR	PM10	12	9.3	2.8	8.6	7.1	13.8	23.7	46.9	59.7	74.3	53.3	11.9
25/01/2005	MIR	PM10	63.2	135.8	147.7	65.3	102.3	157.5	148.2	139.2	162.6	41.8	128.7	127.4
26/01/2005	MIR	PM10	35.3	110	85.4	67.9	65.9	71.5	130.9	152.4	231.7	297.2	192	100.6
27/01/2005	MIR	PM10	17.7	10.4	16.9	3.8	5.6	3.4	43.2	102.5	128.7	83.4	97.3	57
28/01/2005	MIR	PM10	60.3	90.7	27.5	129.6	110.1	84.2	105.3	99.6	332	240.1	172.3	61.7
29/01/2005	MIR	PM10	133.8	123.6	61.5	59.6	55.2	175.7	168.3	143.8	153.8	254.2	136.4	102.3
30/01/2005	MIR	PM10	72	132	72.8	67.4	121.9	92.3	56.6	78.1	256.2	188.5	131.2	81.4
31/01/2005	MIR	PM10	45.8	50.3	35.8	26.4	39.9	58.2	57	161.7	223.7	187.5	135.4	83.8

REGISTRO DE LA RED DE MONITOREO

HORA13	HORA14	HORA15	HORA16	HORA17	HORA18	HORA19	HORA20	HORA21	HORA22	HORA23	HORA24	PROMEDIO
7	13.8	3.8	9.4	10.1	12.6	38.2	80.1	197.9	293.2	233.8	108.4	243.45
66.9	48.2	43.4	55.1	43	26.7	33.3	56.6	83.9	100.4	56	103.1	91.27
4	63	38.5	36.2	36.2	45.8	113.5	203.7	171.7	291.9	363	233.5	120.63
89.8	85.3	47.4	29.4	21	35.6	45.5	87.3	108	108.2	205	104.6	99.53
46.7	35	48.6	34.4	48.8	33.9	66.6	118.8	134.1	204.8	323.8	175.6	107.78
125.9	54	58.3	49.9	36.5	47.8	82.9	120.5	155.6	123.8	97.9	56.3	126.11
55.1	50.6	55	64	49.6	72.4	94.6	92.4	120.6	92.1	101.9	109.3	105.85
79.9	77.3	90.9	70.9	84.8	96.8	139.9	161.5	401.3	242.9	266	357.9	152.81
48.1	31	42.2	47.5	48.1	92.3	133.7	111.5	144.4	112.8	157.9	258.1	89.50
67.9	62.8	57.6	45.8	68.4	53.6	50.5	102.9	87.5	178.5	408.5	356.3	107.37
103.7	105	46.8	34	52.3	104.7	201.7	128.2	138.8	238.1	151.9	70.1	165.18
-0.2	106.6	108.9	64.7	77.6	66.7	74.2	76.2	70.5	66.1	44.5	22.7	96.07
33.1	9.2	32.8	28.7	33.5	45.1	48.9	114	99.9	178.6	116.5	159.5	115.45
123.4	82.5	68.8	66	64.7	59.4	102.6	144.4	167.9	197.3	104.4	147.2	117.85
113.1	56.6	72.7	87.6	106.2	105.3	97.7	100.5	115.8	110.5	342.2	266	133.55
73.7	72	57.1	64.3	41.1	50.7	80.3	92.7	96.2	136.8	77.7	45.5	89.86
0	48.3	64.2	77	91.8	91.7	117	138.8	170.9	316.4	499.9	450.5	107.45
78.4	60.6	53.9	72.1	62	90.2	92.6	99.7	127.6	109.4	185.2	182.7	97.05
76.6	60.3	50.6	83.9	76.3	52.9	69.1	105.6	134	304.5	362.2	121.6	101.00
61.7	51.6	62.7	59.7	76.4	75.7	46.9	68.5	116.4	117.3	99.7	146.6	82.99
113.5	32.5	22.6	31	28.2	64.7	74.7	110.7	93.3	383.7	73.4	214.8	138.35
57.2	59.9	89.8	75	84.6	92.6	34.3	83.1	63.5	276.7	214.2	91.7	119.81
60.9	46.3	34.1	45.6	51.9	231.2	160.9	41.6	32.8	21.7	22.7	15.5	91.92
26.7	12.6	15.2	23.6	40.3	37.3	56.6	60.3	56.1	98.3	165.8	198	46.43
66	68.8	52.9	31.4	50.1	55.7	61.5	104.5	71.7	75.4	64	63.5	91.05
22.1	50.6	17.4	3.9	10	14.4	20.8	48.1	79.7	50.7	41.8	34.1	80.60
55.3	38.8	21.8	21.3	25.2	23.7	23.6	47.2	34.9	92.6	102.6	90.1	47.79
101.9	32.7	76.6	40.7	37.8	29.1	46.5	78.7	107	67	110.7	123.6	98.57
82.4	40.1	32.8	22.6	23	21.8	52.9	102.8	70.8	47.9	53.6	54.5	90.56
50	9.1	0.9	16	24.2	20.7	48.3	86.9	120.7	56.4	48.9	56.2	78.70
43	35.6	39.4	27.6	81	221	110.2	153	110.5	85.7	62.9	36.9	88.01

REGISTRO DE LA RED DE MONITOREO

REGISTRO DE LA RED DE MONITOREO

FECHA	CLAVE EST	PARAMETRO	HORA01	HORA02	HORA03	HORA04	HORA05	HORA06	HORA07	HORA08	HORA09	HORA10	HORA11	HORA12	HORA13	HORA14	HORA15	HORA16	HORA17	HORA18	HORA19	HORA20	HORA21	HORA22	HORA23	HORA24	PROMEDIO	
01/02/2005	MIR	PM10	30.3	30.7	21.5	36.2	30.6	54.5	80.1	49.7	128.1	55.4	28.6	62.4	40.2	22.8	42.9	33.8	13	46.2	65.1	115.1	270.6	100.1	203.5	273	76.43	
02/02/2005	MIR	PM10	155.5	105.8	113.5	46.3	58.8	40.8	79.1	108.3	110.5	138.1	121.3	92.8	62	46.5	36.5	37	36.2	40.9	67.7	82.5	96.2	78.8	63.7	23.8	76.78	
03/02/2005	MIR	PM10	16.7	17.3	8.4	17.3	9.9	42	89.8	62.6	57.6	43.4	45	54.2	75.3	59.6	66	41.8	48	58.3	71.9	45.4	55.5	32	27.2	13	44.09	
04/02/2005	MIR	PM10	11.1	9.1	5.8	4.4	4.4	14.3	25.5	18.4	22.1	33.2	47.1	47.2	15	11	25.8	17.8	5.8	26.2	28.5	29.5	41.1	20.1	22.5	11.7	20.73	
05/02/2005	MIR	PM10	14.8	14.2	25.3	9.5	24.5	18.7	26	32.8	42.2	43.9	56.9	57.5	67.7	71.7	50.5	0	27.5	31.6	16	49.5	69.1	93.5	62.4	42.6	39.52	
06/02/2005	MIR	PM10	8.2	37.2	26.6	23.5	23.8	33	33	42	126.2	81.4	48.9	32.3	10.1	4.6	0.5	13.6	18.8	16.5	20.5	21.2	34.2	31.7	39.5	53.9	32.55	
07/02/2005	MIR	PM10	30.6	4.1	3.8	2.1	42.9	75.3	49.7	91	170.3	144.9	76.3	77.1	58.9	33.9	12.6	95.6	33.7	27	40.9	48.1	68.5	97.9	158	138.3	65.90	
08/02/2005	MIR	PM10	93.6	65.3	100.6	123.8	199.8	109.5	182.3	190.4	215.2	273.5	423.9	101.9	117.7	110.8	74.9	3.9	12.6	26	35.5	57	58.9	69.3	48.5	197.1	120.50	
09/02/2005	MIR	PM10	163	164.7	82.4	133.5	56.5	77.9	180.6	155.3	195	135.2	182.2	59.3	17.5	23.9	54.4	27.9	40.7	44.5	55.8	123.7	123.3	120.9	36.7	23.3	94.93	
10/02/2005	MIR	PM10	136.7	107.4	74.1	73.3	62.5	66.6	123.8	169.6	144.4	122.2	131.4	5.9	0	0	144.7	41.5	71.9	76	122.6	215.3	144.7	64.8	87.1	82.8	94.55	
11/02/2005	MIR	PM10	109	75.3	101.7	98.1	68.5	71.6	77.2	106.9	141.5	91.8	77.1	58.4	59.2	36.2	23.7	43.1	59.6	74.4	127.3	251.2	94.1	83.1	93.6	38.3	85.87	
12/02/2005	MIR	PM10	29.1	30.5	17.4	22	37.1	40	26.3	159.3	47.8	76.6	99.7	58.4	27.1	18.8	39.1	25.6	25.7	67.3	72.7	99	83.7	69.9	62.2	25.9	52.55	
13/02/2005	MIR	PM10	23.4	8.5	26.2	8.5	-0.1	34	31	58.8	119.3	4.2	203.8	18.2	3.1	0.9	18	0.5	21.1	35	36.2	40	59.4	58.3	53.3	49	37.94	
14/02/2005	MIR	PM10	8.1	29.6	36.4	45.7	39.9	18.6	119.7	161.2	236.8	294.9	183.7	148.2	106.5	54.4	22.3	38.6	32.3	38.6	55.8	116.3	107.5	117.9	70.4	43.3	88.61	
15/02/2005	MIR	PM10	65.7	58.7	58.1	44.4	80.7	90.3	107.9	187.1	204.9	225.6	109.3	84.1	77.1	26.1	48.4	12.8	26.8	29.8	35.4	90.4	131.6	98.7	53.2	55.6	83.45	
16/02/2005	MIR	PM10	20.4	44.7	45.1	35.8	81.8	93.7	108.3	144	209.7	197.4	139	127.5	53.7	47.6	46.8	92	87.8	83.9	62	93.3	138.7	112.5	63.7	24.7	89.75	
17/02/2005	MIR	PM10	29	23.8	15.9	20.7	33.8	39.7	28.8	157.3	64.6	89.8	75	50.7	21.7	19.4	39.4	8.1	44.2	62.4	73.2	99	83.7	70	62.2	25.9	51.60	
18/02/2005	MIR	PM10	95.7	44.2	46.7	60	65.5	87.7	127.8	115.5	312.7	229.9	97.6	82.9	130.6	107.3	81	50	53.6	61.7	214.2	119.6	91.2	57.9	43.8	33.2	100.43	
19/02/2005	MIR	PM10	67.8	23.9	30.8	62.8	73.8	75.5	61.1	132.2	223.7	170.7	114.6	61.3	83.3	70.1	57.7	57.4	49	58.8	64.5	98.6	92.9	68.9	57.6	46.3	79.30	
20/02/2005	MIR	PM10	43.4	41.5	50.9	54	65.7	76	171.1	171.7	173	250.6	100.8	60.7	38.6	47.1	19.1	32.8	45.9	69.2	59.5	61.4	54	51.8	55.6	32.3	76.11	
21/02/2005	MIR	PM10	67.4	38	43.1	21	34.5	58.5	113.7	123.6	214	317.6	197.1	109.4	59.4	55.4	44.2	38.3	48	43.1	50.3	71.2	89.5	91.2	69.8	40.9	84.97	
22/02/2005	MIR	PM10	36.5	38.9	28.1	20.4	18.6	31	112.3	161.9	310.7	197.1	94.6	45.5	45.2	53.3	29.2	20.5	29.2	25.9	49.6	54.7	59.6	82.2	69.9	51.7	69.44	
23/02/2005	MIR	PM10	50.9	21.1	33.6	120	105.5	79.3	87.7	131.8	147.4	269.5	173.1	142	94.8	81	64.7	24.3	14.5	36	58.9	120.3	54.8	51.8	44.3	49.3	85.69	
24/02/2005	MIR	PM10	54.5	28.2	28	11.6	5	4.4	28.7	70.8	80.5	99.2	42.4	35.8	27.5	33	8	22	55.8	203.4	51.3	51.8	29.2	108.4	114.6	143.9	55.75	
25/02/2005	MIR	PM10	124.5	115.6	80.2	95.6	94.3	139.5	171.1	231.4	146.5	143.8	74.6	48.1	21.9	24.8	29.5	84.6	59.7	49.4	33.1	34.3	34.2	26	23.9	33.2	79.99	
26/02/2005	MIR	PM10	15.2	29.2	4.9	3.6	-0.1	7.2	13	18.3	26.7	21.8	14.9	8	12.6	6.4	4.6	5.4	17.9	18.1	14.5	23.7	23.8	12.9	20	19.4	14.25	
27/02/2005	MIR	PM10	22.5	55.9	61.6	52.3	53.8	62.2	75.5	80.5	104.1	74.5	40	25.1	18.2	6.2	1.9	2.2	6.1	17.5	29.8	43.2	24.9	41.3	29	21	39.55	
28/02/2005	MIR	PM10	21.4	41.2	21.3	28.7	32.2	37.6	57.2	92.2	182.7	76.8	75	45.2	45.6	27.8	44.4	12	17.5	48.1	28.1	-0.1	-0.1	0	0	0	38.95	

REGISTRO DE LA RED DE MONITOREO

REGISTRO DE LA RED DE MONITOREO

FECHA	CLAVE EST	PARAMETRO	HORA01	HORA02	HORA03	HORA04	HORA05	HORA06	HORA07	HORA08	HORA09	HORA10	HORA11	HORA12	HORA13	HORA14	HORA15	HORA16	HORA17	HORA18	HORA19	HORA20	HORA21	HORA22	HORA23	HORA24	PROMEDIO
01/03/2005	MIR	PM10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.1	-0.1	0.5	9.7	0	3.3	11.3	13.2	32.1	31.1	45.6	42.6	63.5	49.6	12.60
02/03/2005	MIR	PM10	28.6	33.4	22.4	29.8	26	44.8	67.5	150.3	160.8	47	129.2	46.3	-0.1	-0.2	26.2	24.3	27.2	27.6	17.7	25.1	29.1	35.3	39.3	16.7	43.93
03/03/2005	MIR	PM10	30.7	33	31.3	41	42.8	7	31.8	52.1	161.7	113.2	51.4	31.7	51.1	45	39.4	38.3	13.3	15	28.6	74.8	102.7	81.2	55.4	214.9	57.81
04/03/2005	MIR	PM10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05/03/2005	MIR	PM10	30.2	37	24.1	30.3	26.3	47.3	60.4	99.8	108.9	49.2	146.8	52.5	38.2	19.9	27.9	10.6	19.5	22.3	21.2	52.5	43.9	22.3	18.9	17.5	42.77
06/03/2005	MIR	PM10	32.7	14.2	9.7	5.4	10.2	15.6	21.7	41.2	45.2	35.3	31.4	18.7	8.2	4.3	5	11.8	17.1	20.6	25.6	37.1	35.5	32.9	16.3	25.6	21.72
07/03/2005	MIR	PM10	19.1	29.4	22.2	15.1	15	19.8	46.3	65.9	132.9	65.1	33.1	11.8	13.6	10.5	30.4	48.4	47.3	35.8	29.6	48.4	40.2	47	28.8	21	36.53
08/03/2005	MIR	PM10	17.2	26.4	92.9	128.4	44	17.8	40	50.9	56.4	29.3	23.6	5.7	78.6	79	236.5	158.5	90.8	98	80.2	52.3	35.6	56.1	39.4	39.1	65.70
09/03/2005	MIR	PM10	18.6	8.2	8.2	9	41.7	43	63	97.6	73.5	49.6	52.7	19.3	13.7	28.2	16.1	26.4	27.2	21.1	24.1	61.9	147.9	190	151	121.1	54.71
10/03/2005	MIR	PM10	80.2	87.1	69.9	84.7	46.6	37.4	53.8	65.4	64.3	58.6	37.3	28.6	24.7	18.5	26	32.1	42.7	44.8	81.6	123	71.5	62	54.4	44.8	55.83
11/03/2005	MIR	PM10	41.9	30.9	34.9	32.6	30.1	23.1	40.8	73.3	79.5	70	35.5	36.7	15.1	25.4	15.9	18.3	21.7	77.8	38.3	59	48.4	30.8	46.7	92.8	42.48
12/03/2005	MIR	PM10	54.6	64.5	44	26.9	31.5	42.5	63.8	97.4	117.9	77.3	68.9	20.9	7.1	-51	21.2	109.1	55	40	32.3	26.1	38.8	40.6	47.1	28	50.27
13/03/2005	MIR	PM10	20.3	34.7	63.7	81.3	51.9	41.9	49.5	73.5	79.6	190.8	70.4	7.1	11	4.8	18.9	21.3	40.7	37.1	18.7	29.8	45.8	52	32.1	25.4	45.93
14/03/2005	MIR	PM10	18.4	17.7	9.1	20.9	12.8	26.4	26.7	126.1	148.4	69.4	39.8	19.1	21.3	9.2	38.9	50.2	40.1	61.4	106.7	76.4	69.8	30	35.4	23.7	45.75
15/03/2005	MIR	PM10	18.7	22.7	34.5	15.7	18.9	23.8	44.6	57.9	96.6	70.3	19.4	21.7	21.8	139	227.6	105.1	26.8	45.1	51.8	45.8	45.6	33.2	24.8	21.3	51.36
16/03/2005	MIR	PM10	8.3	8.9	15.6	13.8	12.6	8.1	12.7	24.8	29	36.4	18.8	32.9	62.4	73	25.7	105.8	226.8	65.8	34.5	28.7	61.1	31.4	21.9	7.3	40.26
17/03/2005	MIR	PM10	11.8	23	11.6	37.2	-0.1	25.3	80.9	111.8	78.5	58.3	40	23.1	-0.1	7.3	10.5	34.9	21.1	29.9	19.4	43.3	72.3	232	41.9	97.9	46.33
18/03/2005	MIR	PM10	117.4	28.3	70.1	62.4	57.5	71.6	75.4	79.3	295.1	152.4	54.7	57.5	26.4	22.2	26.5	21.4	21.2	24.1	34	69.4	47.8	58.7	64	99.1	68.19
19/03/2005	MIR	PM10	66.7	45.6	41.1	34.3	24.7	57.8	122.1	178.3	240.5	134.3	102.7	91.3	33.9	8.5	-0.1	24.7	17.4	28.3	7.8	45.8	56.6	60.2	46.3	66.5	63.97
20/03/2005	MIR	PM10	84.1	84.2	43.9	81	86.3	60.5	166.7	95.1	158.9	173.1	76.9	47.6	21.5	10	3.1	17.8	16	24.5	26.2	55	75.4	54.1	30.4	1.1	62.23
21/03/2005	MIR	PM10	45.1	48.4	32.8	28.1	39.3	86.5	106.1	99.6	174.8	157.6	109.6	107.6	54	7.1	18.5	39	25.7	30.2	38.7	80	45.8	42.7	26.2	42.6	61.92
22/03/2005	MIR	PM10	44.5	93.3	121.8	71.5	47.6	61.9	84.7	143.5	202.2	117.3	69.3	75.7	53.5	55	25.3	23.3	26.6	38	37	67.5	59	84.8	72.2	51.8	71.97
23/03/2005	MIR	PM10	35.5	25.6	25	22.9	46.4	47	69.3	135.9	188.9	125.6	55.8	55	10	40.5	31.7	19.5	50.2	32.3	29.4	85.1	75.5	69.7	71.3	83.1	59.63
24/03/2005	MIR	PM10	65.7	77.2	45.9	35.6	38	32.7	59	171.5	91	46.1	55.4	55.2	13.8	17.5	17.4	1.1	12.8	26.1	26.9	31.6	57.2	66.8	49.8	53.1	47.81
25/03/2005	MIR	PM10	55.8	51.1	35.9	29	36.7	39.9	97.5	105.1	112.5	177.8	147.4	-0.2	8.9	14.9	20.2	12.1	12.1	55.2	37.7	43	73.2	63.1	41.3	27.5	54.07
26/03/2005	MIR	PM10	33.6	54.4	42.4	40.9	26.9	54.5	54.4	141.8	237.8	128	63.6	36.2	4.6	4.1	20.2	25.9	12	23.3	22.7	71.5	45.5	31.3	16	93	53.53
27/03/2005	MIR	PM10	48.4	32.3	30.5	43	70	52.1	40.4	115.8	88.4	83.5	25.3	13.9	24.6	24.7	11.8	16.6	10.6	10.4	30.8	119.9	101	134.4	94.8	46.9	52.92
28/03/2005	MIR	PM10	31	33.6	38.5	44	44.4	55.8	80.9	207.4	165.3	135.1	132.9	77.9	3.9	53.5	36.5	20.7	33.6	25.5	53.6	96.5	101.9	58.6	42.1	61.6	68.12
29/03/2005	MIR	PM10	17.5	47.4	17.5	25.7	72.7	83.7	133.6	119.8	151.4	187.2	49.2	23.4	28.2	39.1	32.3	2	23.7	67.6	42.4	59.8	69	74.5	57.2	76.1	62.54
30/03/2005	MIR	PM10	30.7	46.4	81.9	55.3	45.3	63.1	81.5	161.6	335.9	140.4	81.5	75.5	37.5	1.1	2.3	3.8	11.9	14.9	48.1	86.8	63.1	65.1	48	42.5	67.68
31/03/2005	MIR	PM10	38.1	15.5	18.3	29.3	97.4	83.9	99.1	197.6	228.3	127.6	94.6	61.1	59.2	32.1	11.3	15.5	68.4	18.8	29.7	83.1	58.6	37.5	43.5	28.7	65.72

REGISTRO DE LA RED DE MONITOREO

REGISTRO DE LA RED DE MONITOREO

FECHA	CLAVE EST	PARAMETRO	HORA01	HORA02	HORA03	HORA04	HORA05	HORA06	HORA07	HORA08	HORA09	HORA10	HORA11	HORA12	HORA13	HORA14	HORA15	HORA16	HORA17	HORA18	HORA19	HORA20	HORA21	HORA22	HORA23	HORA24	PROMEDIO
01/04/2005	MIR	PM10	30.3	31	20.4	26	64.5	108.8	107.5	122.2	99.3	196.6	198.4	1.3	40	39.4	37.6	35.1	33.5	58.9	83.8	87.9	86.1	102.3	83.4	60.5	73.12
02/04/2005	MIR	PM10	90.4	93.3	98.2	50.9	48	47.3	80.2	107.6	91.3	116.7	94.6	73.9	59.2	61.8	38.2	36.2	35.4	53.4	54.8	73.8	197.4	244	64.4	54.2	81.88
03/04/2005	MIR	PM10	10.9	40.4	29.9	80.9	33.3	79.7	150.5	88	121.2	144.2	40.3	65.2	16.5	10	15.4	52	11.6	15.7	29.5	44.2	46.6	61.4	54.1	27.5	52.88
04/04/2005	MIR	PM10	17.9	15.5	3.3	9.7	20.7	129.9	80.5	94.8	72.1	386.1	99.8	39	28	18.3	28.6	2.6	17.1	21.4	33.7	67	68.4	58.7	40.9	32.5	57.77
05/04/2005	MIR	PM10	19.9	11.6	13.9	5.2	24.8	12.4	19	46.1	244.8	256.2	20.6	27.6	13.3	22.9	-0.1	5.3	2.3	15	41.7	19.2	25.2	43.2	59.3	41.5	41.29
06/04/2005	MIR	PM10	39.2	47.1	42.3	37.3	86.4	79.9	65.4	88.2	310.7	246.7	170.3	51.9	22.3	39	10.2	78.1	37.3	49	49.2	24.5	73.3	199.1	77.9	81.1	83.60
07/04/2005	MIR	PM10	76	61.9	42	54.5	11	47.3	80.6	167.5	171.5	151.7	291.5	92.2	66.3	75.4	27.5	28.7	58.5	47.6	32.3	52.5	59.9	144	71.4	55.9	81.99
08/04/2005	MIR	PM10	44	36.5	58.2	65.5	60.5	64.8	115.1	118.3	187.6	203.3	300.1	97.2	66.4	33.7	45	58.7	31.3	32.5	36.5	53.9	55.5	42.8	59.1	107.9	82.27
09/04/2005	MIR	PM10	72.1	52.3	33.8	65.1	21.3	1	57.6	66.8	179.5	268	244.1	140.1	79.1	3	79.5	115.5	43.9	27.9	25.5	62.1	59.4	31.1	30.4	39.4	74.94
10/04/2005	MIR	PM10	32.8	41	41.4	77.6	67.8	94.4	119.7	166	196.3	234.8	145.1	29.1	51.5	12.1	72.4	51	31.5	93.7	57.3	53.8	77.6	44.2	43.5	16.6	77.14
11/04/2005	MIR	PM10	18.8	19.5	6.3	5.6	3.5	50.9	41.7	120.1	253.5	219.7	129	50.9	21.8	0	23.9	6.3	38.2	13.2	14	7.7	40.9	54	97.8	33.4	52.95
12/04/2005	MIR	PM10	25.1	26	14	31	86.9	66	50	88.4	275.5	319.8	145.9	100.6	110.2	96.5	45.6	28.6	25.8	23.8	23.1	30	45.8	115.3	90.8	58.5	80.14
13/04/2005	MIR	PM10	23.5	24.4	14.2	26.9	41.5	40.7	36.3	176	199.1	147.3	85.4	48.7	29.5	87.2	60.3	52	22.7	-0.1	0	0	0	0	0	0	46.48
14/04/2005	MIR	PM10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.1	-0.2	121.9	87.2	91.3	94.1	97.7	76.9	33.8	19	70.3	119.3	100	52.5	66	42.90
15/04/2005	MIR	PM10	40.9	34.5	21.7	23.5	27.3	69.6	115.7	162	107.4	175.7	240.7	99.1	83.4	75.8	40.9	34.3	28.1	23.1	29.1	45.2	81.1	184.1	115.4	78.9	80.73
16/04/2005	MIR	PM10	60.6	53.8	53.4	26.9	17.9	180.7	112.1	134.8	320.3	242.9	84.9	134.5	83.8	57.2	63.9	58.1	29.4	28.5	-0.1	0	0	0	0	0	72.65
17/04/2005	MIR	PM10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.1	0	79.7	47.6	62.3	91.2	76.5	61.8	14.7	30.2	127.8	86.5	71.2	31.23
18/04/2005	MIR	PM10	49.5	16	12.1	52.3	55.1	22.9	113.7	143.6	202.3	151.7	333.7	124.6	127.9	68.6	71.7	73.5	44.2	56	112.2	99.1	103.7	94.1	59.4	22.1	92.08
19/04/2005	MIR	PM10	73.8	46	1.5	14	13.9	5.2	92.7	152	261.3	327.5	293.2	82.2	43.7	72.6	68.6	87.8	22.1	31.6	58.5	126.4	104.3	65.1	40.8	24.5	87.89
20/04/2005	MIR	PM10	39.1	31.4	30.1	48.1	44.4	59.3	66	151.3	128.6	114	82.8	65.1	74.4	42.5	11.6	37.4	27.4	34	21.9	44.6	52.4	71	100.4	105	61.78
21/04/2005	MIR	PM10	46.1	50.7	52.2	31.5	63.1	75.1	91.3	95.8	176	285.3	129.4	46	39.8	60.7	81	55.1	-0.1	70.3	10.8	65.1	184.9	151.7	123.5	103.8	87.05
22/04/2005	MIR	PM10	44.4	20.3	-0.1	12.4	31.4	58.2	123.1	96.1	50.6	80.2	103	58	100.6	30.2	19.2	25.5	39.1	19.4	45.9	55.2	74.2	240.8	184.7	148.9	69.22
23/04/2005	MIR	PM10	79	94.5	69.6	39.6	50.2	56.6	65.4	166.6	174	267.2	118.6	20.4	90.3	43.8	100.5	23.6	7.2	48.3	83.7	130.7	109.7	91.5	51.4	101.8	86.84
24/04/2005	MIR	PM10	31.8	36	11.2	0.1	59.5	107	80.6	64.1	156.5	89	7.9	12.1	1	12.2	7.9	-0.1	35	77.2	93.7	91.3	98	24.1	100.1	61.3	52.40
25/04/2005	MIR	PM10	49.3	26.5	40.2	21.1	60.8	55	73.2	106.4	214.4	46.3	35.7	29.3	13.8	24.5	79.1	143.3	60.4	46.1	146.6	132.6	63.1	61.8	50.9	55.7	68.17
26/04/2005	MIR	PM10	45.3	27	2.7	284.4	379.2	185.1	174.9	294.1	210.5	313.3	422.8	116.7	87.3	55.2	200.6	94.9	48.6	120.9	64	54.8	85.2	40.6	73.1	96.9	144.09
27/04/2005	MIR	PM10	90.2	40.4	60.3	58.2	92	150.2	197.3	180.1	293.1	338.6	214.5	230.1	41.1	9.8	10.7	98.2	86	56.4	22.3	22.8	-0.2	95.8	139.3	72	108.30
28/04/2005	MIR	PM10	39.8	71.6	62.3	171.6	118.3	104.8	147.5	151.4	472.2	357.3	240.9	324.2	221.2	95.7	44.8	23	66.2	86	39.2	36.1	69.4	150.9	127	138.9	140.01
29/04/2005	MIR	PM10	62.746	24.542	113.793	108.395	153.749	89.598	173.576	135.789	171.459	351.21	244.759	200.249	211.472	131.139	54.93	58.874	55.381	34.144	37.447	110.124	100.161	67.827	71.659	80.967	118.50
30/04/2005	MIR	PM10	71.3	37.8	23.1	99.2	68.8	63.7	102.2	164.4	248.5	126.1	73.4	58.1	66.2	63.3	51.8	27.4	21.3	25.3	22.4	26.8	67.9	70.3	80.8	58.3	71.60
31/03/2005	MIR	PM10	38.1	15.5	18.3	29.3	97.4	83.9	99.1	197.6	228.3	127.6	94.6	61.1	59.2	32.1	11.3	15.5	68.4	18.8	29.7	83.1	58.6	37.5	43.5	28.7	65.72

REGISTRO DE LA RED DE MONITOREO

REGISTRO DE LA RED DE MONITOREO

FECHA	CLAVE EST	PARAMETRO	HORA01	HORA02	HORA03	HORA04	HORA05	HORA06	HORA07	HORA08	HORA09	HORA10	HORA11	HORA12	HORA13	HORA14	HORA15	HORA16	HORA17	HORA18	HORA19	HORA20	HORA21	HORA22	HORA23	HORA24	PROMEDIO
01/05/2005	MIR	PM10	105.5	85.5	69.3	50.6	56.1	36	53.3	94	245.6	186.2	179.5	110.6	62	5.9	25.4	30.6	22.1	40.1	50.8	33.8	52.6	85.9	72.1	69.9	75.98
02/05/2005	MIR	PM10	61.3	42.8	45.2	66.3	51.9	48.8	109.7	80.5	233.9	287.2	63.1	28.4	18.7	33.5	39.3	46.6	98.1	63.9	66.5	75.6	94.9	96.7	75.8	71.5	79.18
03/05/2005	MIR	PM10	38.5	23.4	21.1	24.2	76.8	68.9	93.5	79.3	207.6	309.4	49.4	37.1	17	38.9	41.9	48.5	24.4	29.6	21.1	83.8	77.3	84.3	61.5	62.2	67.49
04/05/2005	MIR	PM10	70.9	64.3	38	40.3	46.2	70.5	74.6	151.8	171.4	103.7	98.9	112	31	16.8	1.2	16.9	22.2	5.3	26.9	43	59.2	99.6	81	96.8	64.27
05/05/2005	MIR	PM10	75.5	58.8	52.2	78.7	79.2	104.4	134.2	176.7	72.4	-0.1	-0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151.8	0	0	40.99
06/05/2005	MIR	PM10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105.4	105.5	119.5	73.8	36.3	50	38.9	31.7	38.8	77.4	174.9	71.1	60.5	39.6	42.64
07/05/2005	MIR	PM10	33.2	20.8	25.3	60.4	69.5	92.2	127	187.1	251.5	228.7	159.4	191.5	62.1	20.9	22.7	24.6	60.9	28.8	27.4	39.1	51.2	46	60.5	54.1	81.04
08/05/2005	MIR	PM10	44	64.2	31.1	30.6	23.4	7.4	47.2	56.1	174.7	208.6	164.6	60.7	11.4	16.9	37.6	43.1	46.8	69.6	87.2	85.8	70.5	55.6	49.2	37.3	63.48
09/05/2005	MIR	PM10	12.7	17.2	6.6	32.5	34.2	62.5	114.8	130.3	279.7	204.3	374.8	190.6	93.7	120.1	103.7	75.1	45.7	67.1	50.5	61.1	69.8	161.3	138.1	111.3	106.57
10/05/2005	MIR	PM10	99.3	108.8	136.2	121.6	147.5	154.2	178.9	185.7	193.5	365.3	250	217.2	105.9	52.7	82.5	111	81.5	63.1	56.2	91.3	107.2	122.3	106.4	107.6	135.25
11/05/2005	MIR	PM10	90.1	80.8	75.9	101.6	55.6	139.3	132.3	190.1	378	287.5	322.2	171.1	113.8	77.8	53.1	46.3	53.1	33.9	43.6	122.3	188.9	143.6	109.3	98.6	129.53
12/05/2005	MIR	PM10	82.9	76.5	87.8	65.4	105.7	67.2	73.9	119.7	176	141.4	160.8	130.7	67.2	91.1	79.1	29	44.1	25.6	48	48.6	86.6	133.9	99.9	129.8	90.45
13/05/2005	MIR	PM10	142.8	126.8	110.4	91.8	100.8	103.3	97	142.9	370.9	202	30.7	119.4	46.4	46.6	41.4	42.1	54.6	34.4	50.2	48.5	80.2	121.9	99.4	71.7	99.01
14/05/2005	MIR	PM10	82.8	74.5	76	38.8	20.9	52.5	21.7	19.3	328.3	341.7	230.4	74	41.2	63.1	35.4	15.2	32.4	37.2	58.4	58.7	60	76.5	103.9	102.9	85.23
15/05/2005	MIR	PM10	64.9	31.8	41.6	51	46.3	78.6	48.2	113	130.6	225.2	198.3	30.1	26.5	11.4	40.8	19.8	22.5	15.9	39.2	37.2	65.3	101.8	90.6	87.5	67.42
16/05/2005	MIR	PM10	64.3	0.7	27.8	12.6	27.2	37.1	43	73.3	305.4	418.1	133	76.2	40.1	37	88.7	90.5	26.7	36.4	71.9	24.5	75.7	173.3	121.5	32.5	84.90
17/05/2005	MIR	PM10	82.5	86.8	57.5	55.2	55.2	70.6	149.5	194.9	426.2	381.2	176.5	44.3	88.1	43	66.1	61	32.6	11.9	52.1	0	0	0	0	0	88.97
18/05/2005	MIR	PM10	0	0	0	92.1	67.4	103.4	127.4	160	244.9	197.5	223.5	210.1	133.6	150.9	196.2	127.6	89.1	82.7	86.6	77.1	107.9	178.1	130.4	97.9	120.18
19/05/2005	MIR	PM10	79.9	85.2	127.4	126.3	124.6	142.2	129.6	179.8	201.9	227.4	238.7	398.3	137.2	106.9	73.8	82.9	74.4	71.8	70.6	70.7	99.5	148.7	107.2	106.4	133.81
20/05/2005	MIR	PM10	88.6	33.7	84.6	70.6	72.8	83.4	97.6	204.4	296.2	85.4	275.7	174.9	119.5	132.9	111.3	98.1	126.1	74	59.8	94.6	168.9	177.2	162	123.2	125.65
21/05/2005	MIR	PM10	97.7	102.5	39.1	47.6	18.5	96.5	96.3	73.8	78.9	101.9	89.8	83.9	132.1	108.7	100.2	88.6	46.2	62.6	60.5	71.1	56.7	62.8	158.7	124.1	83.28
22/05/2005	MIR	PM10	88.3	88.2	68	63.4	72.9	45.2	81.7	116.3	104.2	56.4	46.4	69.9	16.2	43.1	39.6	18.7	27.6	47.5	39.8	77	442.5	194.5	95.8	109.5	85.53
23/05/2005	MIR	PM10	30.9	50.2	74.9	47.3	62.3	4.2	16.3	149.8	70.8	160.8	124.9	105.7	83.7	49.5	48.6	49.7	40.3	20.8	39.5	48	325.1	-0.1	-0.1	0	66.80
24/05/2005	MIR	PM10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18.9	14.1	24.1	34.6	45.5	49.9	143.8	116.9	181.1	112	75.3	34.02
25/05/2005	MIR	PM10	96.9	48.5	14.4	71.8	77.7	150.7	136.9	71.8	130.5	136.8	117.1	122.8	90	81	43.6	28.4	28.5	28.2	23.2	65.2	71.8	149.8	125.6	81.5	83.03
26/05/2005	MIR	PM10	36.9	39.7	58.5	68.9	50.2	40.1	176.3	134.8	388.3	392.1	163.1	88.8	112.3	70	65.7	83.5	94.3	113	99.6	96.2	112.1	174.8	93.1	72.8	117.71
27/05/2005	MIR	PM10	40.1	46.9	60.3	55.6	60.3	115	166.6	269.8	368.9	336.2	143.5	118.3	91.4	98	94.2	106.9	96.9	117.5	123.8	203.8	176.6	223.1	99	118.1	138.78
28/05/2005	MIR	PM10	92.5	113.7	142.1	101.3	86	122.7	185	264.7	391.4	268.9	120.7	68.2	79.5	63.3	58.4	48.5	106	62.5	81.2	95.5	118.3	133.2	110.4	67.2	124.22
29/05/2005	MIR	PM10	65.9	46.9	45.2	77.3	46.2	54.4	89.7	100.3	191.5	238.6	162.7	86.7	26.3	13.7	31.3	42.5	8.9	42.5	45.3	54.4	67.3	111.6	63.1	62.9	73.97
30/05/2005	MIR	PM10	61.8	44	38.3	29.7	41.5	31.7	58.3	156.3	184.9	148.7	23.3	25.1	19	57.4	13.2	15.4	47.6	43.7	20.7	9	48.2	90.8	98.1	62.7	57.06
31/05/2005	MIR	PM10	26.8	26.1	33.2	44.1	60.5	52.2	44.4	182.4	246.8	357.3	87.7	88.6	76.8	51	53.4	49.5	39.5	48.3	48.6	47.4	66.6	135.2	121.8	101	87.05

REGISTRO DE RED DE MONITOREO

REGISTRO DE RED DE MONITOREO

FECHA	CLAVE EST	PARAMETRO	HORA01	HORA02	HORA03	HORA04	HORA05	HORA06	HORA07	HORA08	HORA09	HORA10	HORA11	HORA12	HORA13	HORA14	HORA15	HORA16	HORA17	HORA18	HORA19	HORA20	HORA21	HORA22	HORA23	HORA24	PROMEDIO	
01/06/2005	MIR	PM10	49.7	61.5	54.8	61.8	64.5	100.1	112	174.4	238.7	223.8	264.1	191.3	148.1	73	63.3	51.5	64	55.2	48	51.5	278.4	106.4	97.7	54.8	112.03	
02/06/2005	MIR	PM10	42.8	90.7	89.1	112.4	66.2	81.3	71.9	154.7	340.9	62.1	39.7	114	91.5	95.3	85.8	45.7	45.7	45.2	60.6	99.2	99.2	85.5	97.4	64.6	90.90	
03/06/2005	MIR	PM10	91.3	69.2	27	65.7	89.2	97	136	117.9	139	203.7	84.4	143.8	88	61.5	61.9	50.3	40	40.6	39.3	69.9	68.5	82.3	79.5	45.2	82.97	
04/06/2005	MIR	PM10	50.4	92.5	55.6	29	64.2	65.6	118.3	165.5	206.2	315.8	98.9	33.3	45.6	31.6	47.1	52.6	60.5	53.3	26.9	65.7	59.2	89	75.3	82	82.67	
05/06/2005	MIR	PM10	56.9	70.3	80.8	81.7	52.7	75.5	97.4	87.6	154.9	33.3	12.7	16.1	12.3	9.3	26.9	30.7	37.6	48.6	45.8	77.3	117.8	110	51.5	71.7	60.81	
06/06/2005	MIR	PM10	42.2	70.4	56.8	59.5	47.6	70	123.3	108.4	178.6	224.9	170.2	179.7	107.6	73.4	50.4	43.9	58.2	42.8	55.8	113.9	165	120.3	110.1	103.8	99.03	
07/06/2005	MIR	PM10	101.9	19.4	16.3	37.1	38.9	9.3	70.4	120.3	35	171	159.6	41.8	26.9	21.2	52	12.5	24.6	41.3	51.3	95.8	157.8	109.3	108.7	73.2	66.40	
08/06/2005	MIR	PM10	28	123.2	62.5	43.9	65.8	48.4	53.6	77.7	0	131.8	87.3	82.5	94.7	9.6	47.1	15.9	43.9	48.1	49.8	110.4	165.5	161.3	94.2	107.5	73.03	
09/06/2005	MIR	PM10	45	39.3	14.7	67	86.6	3.5	127.4	175.6	223.1	270.8	188.5	156.7	177.4	65.9	84.5	150.9	12.1	-0.1	0	0	0	0	0	0	78.70	
10/06/2005	MIR	PM10	0	0	0	0	0	0	0	95.1	207.3	166.4	150.5	158.1	41.1	67.8	31.3	47.7	78.3	54.5	44.8	106.3	123.9	102.4	75.3	38.7	66.23	
11/06/2005	MIR	PM10	62.8	34.3	47.6	39.7	91.7	71.3	65.8	114.1	249.1	156.4	86.3	107.7	59.5	75.4	84.9	12.2	19.2	-0.2	57.4	17.5	119.2	153.1	87.3	62.2	78.10	
12/06/2005	MIR	PM10	41.3	38.8	45.2	2.3	28.5	52.4	102.8	100.8	101.7	101.6	83.3	55.6	103.5	25.9	9.9	62.9	21	-0.2	19.1	53.1	86.7	118.2	72.1	55.6	57.59	
13/06/2005	MIR	PM10	62.9	43.5	34.7	6.9	53	53.9	83	63	249.6	227.3	94.3	26.2	27.8	87.6	98.7	0	70.6	38.7	49.9	32.5	27.5	235.9	136.8	78.7	78.46	
14/06/2005	MIR	PM10	68.9	122.1	87.8	38.5	23.3	72	106.5	245.9	160	184.5	266.6	231.2	114.8	95.9	86.9	232.8	434.1	22.2	64.1	146.4	55.6	91.6	37.3	149.1	130.75	
15/06/2005	MIR	PM10	137.4	121.8	32.6	26	43	66.3	70	101.1	118.6	119.5	83.6	110.8	70.6	39.9	72.8	53.9	38.6	64.2	62.9	131.6	109.8	148	286.4	116.6	92.75	
16/06/2005	MIR	PM10	30.3	48.7	54.3	50.5	78.3	81.8	75.5	220.3	156.4	226.2	30.6	28.9	48.2	13.2	-0.2	18.6	6.4	85.6	59	46.2	127.9	120.2	171	106.2	78.50	
17/06/2005	MIR	PM10	52.2	55.1	56.2	-0.1	61	59.4	52.6	125.3	67.3	136.3	101.4	96.7	77.7	90.6	69.2	32.5	38.2	59.9	145.2	99.9	85.6	79.6	41.9	87.8	73.81	
18/06/2005	MIR	PM10	4.8	45	48.1	28.7	40	66.8	48.6	68	37.1	136	148.9	70.5	79.5	57.2	25.3	7.4	40	25.9	101.4	184.2	47.4	14.9	44.4	15.4	57.73	
19/06/2005	MIR	PM10	43	10	15.5	7.8	51.7	35.1	68.5	18.6	78.7	105.5	98.3	77.9	21.5	30.8	5.4	33.1	11.2	24.4	22.5	44	64.5	85.2	144.5	160.9	52.44	
20/06/2005	MIR	PM10	-0.2	56.6	95.2	20.4	3.8	3.3	69	94.7	113.5	100.8	87.4	19.1	15.6	55.2	49.3	50.5	38	18.3	23.7	61.4	142.8	128.4	98.5	219.4	65.20	
21/06/2005	MIR	PM10	76.2	120.5	4.2	22.4	32	36.4	55.6	80	88.7	66.3	103.8	45.2	55.5	0	54.2	20.2	15.9	29.5	46	54	144.1	92.2	104	80	59.45	
22/06/2005	MIR	PM10	91.7	53.6	25.1	14.3	4	27	33	42.4	68.6	63.6	59.7	41.4	120.9	50.7	26.5	28.5	33.9	35.1	66.6	58.7	198.9	42.4	25	6.2	50.74	
23/06/2005	MIR	PM10	17.8	23.3	26	4.7	16.6	35.1	50.4	53	71.2	44.7	5	30.3	17.1	22.4	29	18	6.8	16.2	26	51	97.7	81.8	54.1	45.8	35.17	
24/06/2005	MIR	PM10	37.8	42	25.7	1.1	2.9	17	6.3	13.9	23.4	91	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.34
25/06/2005	MIR	PM10	24.1	1.9	11	8.1	17.9	31.8	41	18.3	85.4	64.8	30.6	42.3	31.5	8.1	24.1	16.2	28.5	56.5	37.5	30.2	64.4	143	109.5	120.7	43.64	
26/06/2005	MIR	PM10	21.4	42.5	16.9	14.9	27.2	33.1	39.3	66.2	34.4	44.4	26.2	17.8	14.7	8	13.1	11	0.5	16.2	57.2	26.3	102	150.1	115.6	118.8	42.41	
27/06/2005	MIR	PM10	28.5	79.7	43.7	39	33.4	26.7	7.3	47.2	130.3	98.3	45.6	26.8	51.2	34.9	19.5	23.7	66.4	60.7	103.6	104.3	102.8	164.8	164.9	74.5	65.74	
28/06/2005	MIR	PM10	76.3	47.1	36.8	58.9	31.7	36.3	41.3	51.4	74.7	81.6	53	41.8	38.2	18.6	23.9	66.7	28.9	18.5	27.7	33.2	49.4	242.2	90.9	251.2	63.35	
29/06/2005	MIR	PM10	127.3	45.7	43.7	5.3	62.1	60.7	58.3	65.4	58.1	42.1	34.8	22.2	44.1	11	18.2	10.8	16.2	25.8	18.9	148.2	87.3	143.5	99.9	167.1	59.03	
30/06/2005	MIR	PM10	69.6	112.3	28.4	24.4	8.1	42.6	37.1	41.4	24.7	78.8	57.2	27.8	7.9	18.7	13.3	0.6	9.2	15.5	17.7	38.7	52.6	58.2	72.5	60.3	38.23	

ANEXO 3

REGISTROS DE ASISTENCIA DE LAS ESCUELAS DE NIVEL PREESCOLAR

0 ES IGUAL A ASISTENCIA

1 ES UNA FALTA









REGISTRO DE ASISTENCIA DEL PERIODO DE ENERO A JUNIO DE 2005

REGISTRO DE ASISTENCIA DEL PERIODO DE ENERO A JUNIO DE 2005

REGISTRO DE ASISTENCIA DEL PERIODO DE ENERO A JUNIO DE 2005

Table with columns for months (ENERO, FEBRERO, MARZO, ABRIL, MAYO, JUNIO) and rows for schools (ESCUELAS) and students (ALUM). Each cell contains a binary value (0 or 1) representing attendance.

