

Capítulo V. Resultados

1. Estadística descriptiva

Para la estimación del modelo econométrico se contó con 2856 observaciones mensuales que corresponden a los 34 municipios y delegaciones del Estado de México y el Distrito Federal (DF) respectivamente, que integran a la ZMVM, desde enero de 1995 hasta diciembre del 2001.

La media de la tasa mensual de mortalidad causada por neumonía con respecto a las 2856 observaciones fue de 6.9 casos por cada 100 000 habitantes. La media de la tasa de muerte mensual causada por infección respiratoria aguda fue de 1.17 por cada 100 000 habitantes. La media de la tasa de morbilidad causada por infección respiratoria aguda fue de 1 865.13 por cada 100 000 habitantes y la de la tasa de morbilidad causada por neumonía fue de 6.39 por cada 100 000 habitantes.

Con respecto a la contaminación atmosférica por PM_{10} promedio aritmético mensual, presentó una media de $61.36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con un nivel mínimo de $10.03\mu\text{g}/\text{m}^3$ y un nivel máximo de $210.15\mu\text{g}/\text{m}^3$. En cuanto al ozono el promedio mensual registrado fue de .035ppm con un mínimo de 0.014ppm y un nivel máximo de 0.078 ppm de concentración promedio mensual¹.

La media del salario promedio diario registrado para ZMVM fue de \$137.43 con un mínimo de \$82.02 y un máximo de \$255.85.

¹ La norma del ozono menciona que no debe exceder de 0.11 ppm como promedio en una hora, una vez en 3 años (exposición aguda). NOM-020-SSA1-1993 publicada en Diario Oficial de la Federación del 30 de octubre del 2002.

Tabla V.1
Estadística descriptiva

| Variable | | Mean | Std. Dev. | Min | Max | Observations |
|----------|---------|----------|-----------|-----------|----------|--------------|
| mtneum | overall | 6.90091 | 7.198048 | 0 | 48 | N = 2856 |
| | between | | 5.409976 | .9285714 | 21.41667 | n = 34 |
| | within | | 4.83683 | -9.468137 | 38.94853 | T = 84 |
| mtres | overall | 1.171218 | 1.699003 | 0 | 17 | N = 2856 |
| | between | | .8686745 | .1904762 | 3.702381 | n = 34 |
| | within | | 1.467635 | -2.531162 | 14.54027 | T = 84 |
| mbres | overall | 1865.138 | 4516.11 | 0 | 146436.4 | N = 2856 |
| | between | | 1485.891 | 377.9653 | 8034.457 | n = 34 |
| | within | | 4272.185 | -5733.385 | 143781.4 | T = 84 |
| mbneum | overall | 6.390994 | 12.05593 | 0 | 253.3558 | N = 2856 |
| | between | | 5.77688 | .1982975 | 24.64143 | n = 34 |
| | within | | 10.62748 | -18.25044 | 252.7434 | T = 84 |
| pm10aveg | overall | 61.36681 | 27.70161 | 10.03125 | 210.1525 | N = 2856 |
| | between | | 10.66853 | 50.40732 | 89.87339 | n = 34 |
| | within | | 25.62949 | -5.854906 | 191.4003 | T = 84 |
| ozono | overall | .0359506 | .0101127 | .014 | .078 | N = 2856 |
| | between | | .0049534 | .0304048 | .0456786 | n = 34 |
| | within | | .0088569 | .0137244 | .0682721 | T = 84 |
| wage | overall | 137.4368 | 31.84779 | 82.02777 | 255.8568 | N = 2856 |
| | between | | 31.51513 | 88.40603 | 250.0958 | n = 34 |
| | within | | 7.067701 | 113.4658 | 164.1429 | T = 84 |
| wage2 | overall | 19902.8 | 10195.52 | 6728.555 | 65462.7 | N = 2856 |
| | between | | 10147.61 | 7829.814 | 62558.67 | n = 34 |
| | within | | 1992.051 | 12416.9 | 29134.79 | T = 84 |
| tmpave~e | overall | 16.40149 | 2.082756 | 10.44822 | 22.8445 | N = 2856 |
| | between | | .4499871 | 15.44854 | 17.04451 | n = 34 |
| | within | | 2.035011 | 11.40117 | 22.31362 | T = 84 |
| tmpmax | overall | 19.43928 | 2.343012 | 13.875 | 27.59286 | N = 2856 |
| | between | | .4504096 | 18.64116 | 19.982 | n = 34 |
| | within | | 2.300594 | 13.93036 | 27.36568 | T = 84 |
| tmpmin | overall | 12.90822 | 2.830933 | 2.94 | 22.33333 | N = 2856 |
| | between | | .4206389 | 11.86972 | 13.37693 | n = 34 |
| | within | | 2.800426 | 2.64469 | 22.16293 | T = 84 |
| hraver~e | overall | 46.18653 | 13.48608 | 0 | 81.11235 | N = 2856 |
| | between | | 2.439057 | 43.1971 | 50.71124 | n = 34 |
| | within | | 13.2702 | -.8001053 | 80.50278 | T = 84 |
| hrmax | overall | 64.1509 | 14.83742 | 0 | 100 | N = 2856 |
| | between | | 2.138846 | 61.97005 | 68.63126 | n = 34 |
| | within | | 14.68698 | -.6861553 | 101.7193 | T = 84 |
| hrmin | overall | 28.43637 | 13.52198 | 0 | 67.29166 | N = 2856 |
| | between | | 2.246758 | 26.04665 | 32.2065 | n = 34 |
| | within | | 13.33952 | -1.674551 | 65.15627 | T = 84 |
| wdrave~e | overall | 183.4028 | 42.37473 | 0 | 338.6205 | N = 2856 |
| | between | | 25.42992 | 147.1326 | 219.9523 | n = 34 |
| | within | | 34.17216 | -14.19238 | 359.5238 | T = 84 |

| | | | | | | | |
|-----------------------------|---------|----------|----------|-----------|----------|-----|------|
| wdrmax | overall | 268.589 | 52.02534 | 0 | 552.7 | N = | 2856 |
| | between | | 21.21609 | 234.2687 | 301.3433 | n = | 34 |
| | within | | 47.64031 | 8.370879 | 554.0715 | T = | 84 |
| wdrmin | overall | 106.5463 | 48.14384 | 0 | 276.743 | N = | 2856 |
| | between | | 25.64348 | 68.19525 | 144.8378 | n = | 34 |
| | within | | 40.97998 | -30.97696 | 301.2662 | T = | 84 |
|continuación tabla V.1 | | | | | | | |
| wspave~e | overall | 1.537093 | .7385897 | 0 | 5.240904 | N = | 2856 |
| | between | | .478837 | .9011448 | 2.096153 | n = | 34 |
| | within | | .5682389 | -.2455848 | 5.134877 | T = | 84 |
| wspmax | overall | 2.586988 | 1.305067 | 0 | 11.0575 | N = | 2856 |
| | between | | .8214618 | 1.523865 | 3.909623 | n = | 34 |
| | within | | 1.023727 | -.232012 | 11.40246 | T = | 84 |
| wspmin | overall | .9326987 | .5121875 | 0 | 3.820833 | N = | 2856 |
| | between | | .2677872 | .576022 | 1.266444 | n = | 34 |
| | within | | .4389883 | -.1941189 | 3.582166 | T = | 84 |
| popul~n5 | overall | 54483.14 | 49507.85 | 874.4197 | 212768.1 | N = | 2856 |
| | between | | 50011.53 | 8478.678 | 211233.7 | n = | 34 |
| | within | | 4752.608 | 36865.69 | 105649.5 | T = | 84 |
| popul~65 | overall | 21508.4 | 18595.98 | 1657.909 | 80669.06 | N = | 2856 |
| | between | | 18758.53 | 2035.622 | 73539.45 | n = | 34 |
| | within | | 2039.133 | 12665.7 | 31255.76 | T = | 84 |
| popshare | overall | 75991.54 | 64882.1 | 8535.118 | 285920.5 | N = | 2856 |
| | between | | 65632.93 | 10587.96 | 274638.7 | n = | 34 |
| | within | | 5218.96 | 55582.57 | 127603.5 | T = | 84 |
| density | overall | 7027.804 | 5535.923 | 273 | 19484 | N = | 2856 |
| | between | | 5612.391 | 309.7186 | 19398.25 | n = | 34 |
| | within | | 251.4758 | 5887.91 | 8242.64 | T = | 84 |

2. Análisis Econométrico

La evidencia disponible sugiere que la mortalidad por enfermedades respiratorias puede describirse por medio de un proceso que satisface las siguientes propiedades:

1. Si dividimos el tiempo en una serie de intervalos no traslapados, el número de eventos (en este caso, muerte por neumonía o infección respiratoria aguda) que ocurren en un intervalo particular es independiente del número de ocurrencias en el resto de los intervalos. Así, por ejemplo, la probabilidad de que se registre una muerte por las causas antes mencionadas entre las siete y ocho de la noche de

algún día en especial, es independiente del número de muertes ocurridas entre las diez y once de la mañana de ese o cualquier otro día.

2. La probabilidad de que ocurra exactamente un evento (muerte) en un intervalo suficientemente pequeño h , es igual a $\nu * h$, donde ν es la probabilidad de ocurrencia del evento. Esto significa que la probabilidad de que alguien muera por enfermedad respiratoria en un periodo de dos horas es el doble de la probabilidad de que alguien muera en el intervalo de una hora.
3. La probabilidad de que dos o más eventos ocurran en un intervalo suficientemente pequeño h es esencialmente cero. Es decir, la probabilidad de que se registren muertes simultáneas por enfermedad respiratoria en un mismo hospital es prácticamente nula. En otras palabras, tenemos un proceso discreto en donde es posible distinguir los eventos de acuerdo al tiempo en que ocurren.

Los procesos que satisfacen las condiciones (1) a (3) se conocen como “procesos de Poisson”. Es por ello que en la literatura sobre el tema es práctica común analizar la asociación entre la mortalidad (y/o morbilidad) y la contaminación por partículas PM_{10} a través de una regresión de Poisson. Esta técnica es básicamente una generalización del modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) ampliamente conocido y empleado en los estudios econométricos.

En general, el propósito del análisis de regresión es establecer la vinculación estadística existente entre una variable dependiente (y) y una o más variables explicativas (X). Matemáticamente, esto se expresa como:

$$g\{E(y)\} = X\beta$$

$$y \sim F$$

donde F es la función de distribución de y y $g(\cdot)$ se conoce como función de enlace. Es decir, el valor esperado (o una función de éste) de la variable dependiente puede conocerse a partir de los valores observados en las variables explicativas. En el caso en que F representa una distribución normal y $g(\cdot)$ es la función identidad tenemos:

$$E(y) = X\beta, \quad y \sim \text{Normal}$$

que corresponde al caso clásico de regresión lineal. Cuando $g(z) = \ln z$ y F es una distribución de Poisson se tiene que:

$$\ln\{E(y)\} = X\beta, \quad y \sim \text{Poisson}$$

que corresponde al caso de la regresión de Poisson que se utiliza en el presente estudio.

Este tipo de regresión se utiliza frecuentemente para modelar el número o la tasa de ocurrencias de un evento de interés como función de un conjunto de variables independientes. Entre otros procesos susceptibles de ser analizados por este medio, podemos citar como ejemplos la incidencia de enfermedades respiratorias, el número de visitas al médico y el número de días en que un niño falta a la escuela.

La regresión de Poisson asume que la variable dependiente y sigue una distribución de Poisson dadas las variables independientes X_1, X_2, \dots, X_m :

$$P(y = k \mid x_1, x_2, \dots, x_m) = \exp(-\mu) \mu^k / k!$$

$$k = 0, 1, 2, \dots$$

donde se supone que el logaritmo de la media μ es una función lineal de las variables independientes:

$$\ln(\mu) = \text{intercepto} + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_m X_m$$

En muchas ocasiones –y la presente es una de ellas-, lo que se modela es la tasa de ocurrencia de un evento y no el número de ocurrencias. En este estudio, por ejemplo, se

conoce el número de casos de muertes ocasionadas por enfermedades respiratorias para cada delegación y municipio de la ZMVM. Lo que se quiere conocer es el efecto que la contaminación por PM_{10} tiene sobre la probabilidad de ocurrencia de dichas muertes. Como las delegaciones con mayor población tienen más sujetos en riesgo, tales delegaciones presentan un número más alto de muertes por enfermedad respiratoria. Así pues, es necesario ajustar la incidencia de las enfermedades de acuerdo al tamaño de población de cada delegación o municipio, la cual se denota por N . En este caso, la ecuación que se pretende estimar tiene la siguiente forma:

$$\ln (\mu / N) = \textit{intercepto} + b1*X1 + b2*X2 + \dots + bm*Xm$$

Siguiendo a Pope III (1992), se utiliza la ecuación de estimación generalizada (GEE, por sus siglas en inglés) de Liang y Zeger para obtener los coeficientes de la ecuación anterior. Este enfoque facilita el análisis de la información recolectada en forma repetida a lo largo del tiempo, como en el caso de las mediciones sobre contaminación y el registro de muertes por enfermedades respiratorias en los hospitales. El método GEE utiliza un modelo lineal generalizado que garantiza que los parámetros estimados por este medio son insesgados y más eficientes que los que se obtienen cuando se usa MCO.

La estimación se realizó con el comando *xtgee* del paquete estadístico Stata 8. Este comando tiene la ventaja de que, además de implementar el método GEE de Liang y Zeger, toma en cuenta la naturaleza de los datos usados en la estimación. Debe resaltarse que las unidades de observación empleadas en este estudio son las delegaciones y municipios de la ZMVM en lapsos de duración mensual. Es decir, las tasas de mortalidad y morbilidad usada, así como las mediciones de la contaminación y el resto de las variables independientes, corresponden al promedio observado en cada delegación para cada uno de

los meses comprendidos en el periodo de estudio. Como se sabe, los promedios pueden esconder variaciones importantes en la información individual con la cual se construyen. El comando *xtgee* permite corregir este problema potencial, pues permite especificar la estructura de correlación existente al interior de cada uno de los grupos (delegaciones y municipios) que conforman el panel.

Por lo expuesto anteriormente se corrió una regresión de Poisson con datos de panel² de las 34 delegaciones y municipios de la Cd. de México y el Distrito Federal respectivamente, que integran la ZMVM. Se corrieron cuatro modelos: el primero cuya variable dependiente es la tasa de mortalidad mensual causada por infecciones respiratorias agudas, la segunda con una variable dependiente que corresponde a la tasa de mortalidad causada por neumonía, la tercera correspondió a la regresión con variable dependiente integrada por la tasa de morbilidad mensual por causa de enfermedad respiratoria aguda y la última regresión contenía como variable dependiente la morbilidad mensual causada por la neumonía (Stata 8).

En los distintos modelos se corrieron las variables de *pm₁₀* y *pm₁₀square*, se introdujo un término cuadrático en lugar de los rezagos, dado que las variables están dadas de manera mensual y los rezagos son utilizados en los estudios que analizan el efecto en salud de manera diaria, por lo que en dichos casos se puede asumir que los individuos asisten al servicio médico, algunos días después de iniciados los síntomas respiratorios, y no esperan uno o dos meses. Es por ello que no se utilizaron los rezagos, y en su lugar se

² Al combinar muestras aleatorias extraídas de la misma población, pero en distintos puntos del tiempo se obtiene estimadores más precisos y estadísticos de prueba con más potencia (Wooldridge, 2000).

introduce un término cuadrático de PM_{10} , para tener un mejor ajuste y además conocer el efecto marginal, del material particulado, sobre los cambios en la salud.

Es importante destacar que el presente estudio analiza los efectos agudos de la contaminación atmosférica sobre la salud. El introducir los rezagos mensuales puede ayudar a ver el efecto crónico, pero sería necesario tener información de más de 10 años y rezagos anuales. Por lo tanto dado que el interés de este análisis solo en el efecto agudo, se descarto el uso de los rezagos y en su lugar se utiliza un término cuadrático de PM_{10} , como se menciona en el párrafo anterior.

Se excluye la variable *schooldays* (escolaridad promedio) debido a que presenta alta correlación (.77) con la variable de *wage* (ingreso). En cuanto a las variables meteorológica de humedad, temperatura, velocidad del viento y direcciones del viento, se detectó que había la presencia de correlación entre estas variables, por lo que se introdujeron variables dummies correspondientes a distintos niveles para cada una de las variables a fin de corregir el problema de correlación, y controlar el modelo por dichas variables, sin embargo se presentó ahora, un problema de colinealidad en el modelo por ello se eliminaron dichas variables dummies.

Debido a lo anterior se realizó un análisis de componentes principales (como se menciona en la descripción de las variables meteorológicas), para eliminar la correlación entre estas variables de meteorológicas. De dicho análisis resultaron tres factores principales, el primer componente *fl* esta compuesto en un 82% por la velocidad del viento, cuya media fue de 1.53 millas por hora náuticas (nudos) –de la variable a nivel-, cabe mencionar que el viento a un velocidad menor a 1 milla por hora ocasiona que el

humo ascienda de manera vertical, sin embargo a una velocidad mayor que la mencionada, el humo se mueve lentamente, dicho factor presentó signo positivo.

El segundo componente f_2 esta integrado en un 81% por la temperatura y posee un signo positivo, se conoce que en los meses de menores temperatura las personas suelen presentar mayor número de síntomas respiratorias, sin embargo en los meses más calurosos la humedad disminuye y permite una mayor dispersión de los contaminantes atmosféricos³. El tercer factor f_3 , esta compuesto en un 71% por la humedad y de signo negativo, esto nos indica que a menor grado de humedad las partículas pueden mantenerse por más tiempo suspendidas en el aire y viajar a mayor distancia, es por ello que sea posible que sus efectos en la salud tengan mayor impacto.

En cuanto a las variables de población se incluye una variable que integra a la población susceptible de enfermar, como son los niños y los ancianos *popshare* y con ello se controla desde el punto de vista de la población más afectada. Por otro lado para asegurar el supuesto de homoscedasticidad se corrieron los modelos con errores estándares robustos. También se realizó la prueba de especificación del modelo por variable omitida a través de la prueba de Ramsey (1969), y se determino que los modelos no tienen variables omitidas.

Para poder interpretar los coeficientes de las variables lineal y cuadrática se realizó lo siguiente:

$$1. \quad \varepsilon = \frac{\partial TM}{\partial PM_{10}} * \frac{\overline{PM_{10}}}{\overline{TM}} = \frac{\partial \log salud}{\partial PM_{10}} * \overline{PM_{10}} = [a + 2b(\overline{PM_{10}})] * \overline{PM_{10}}$$

$$a = \beta_1, \quad b = \beta_2$$

³ Algunos estudios sugieren que la temperatura es el parámetro meteorológico principal que predice la mortalidad en México, D.F.(O'Nelly, 2003).

β_1 = coeficientes del termino lineal

β_2 = coeficientes del termino cuadrático

En caso de que los coeficientes no fueran significativos de manera individual se realizó la prueba de significancia conjunta, del término lineal y el cuadrático.

Mortalidad (Infección respiratoria aguda)

De acuerdo a los resultados tenemos que la mortalidad por infección respiratoria no depende de las partículas en suspensión, dado que las variables de PM_{10} lineal y del término cuadrático no son estadísticamente significativas. Esto no coincide con los resultados esperados, es posible que esto ocurra debido a que existen factores que pudiera afectar a la salud de las personas que no se este considerando en el modelo por falta de datos disponibles al respecto. Ejemplos de dichos factores es información genética, hábitos alimentación, si fuma, si realiza ejercicio, todo esto predispone o bien las posibilidades de los individuos de enfermar o bien de morir prematuramente a causa infección respiratoria aguda.

La población susceptible de enfermar es significativa al 1% y de signo positivo, esto nos indica efectivamente, que los grupos de la población más susceptibles de morir son los individuos menores a 5 años y mayores a 65 años de edad. Los tres factores que contienen las características meteorológicas fueron significativos.

En cuanto al salario promedio este resultó significativo al 5% en la prueba de significancia conjunta del termino lineal y el cuadrático, los signos de los coeficientes revelan que en un primer término la relación entre el salario promedio y la mortalidad por

infecciones respiratoria es decreciente sin embargo el segundo término nos indica que la relación es positiva.

Lo anterior quiere decir, que a un nivel del 92% del máximo del salario (\$255.00), incrementos en el salario promedio permiten una reducción en la tasa de mortalidad causada infecciones respiratorias, sin embargo a niveles por arriba del 92%, los incrementos en el salario no producen disminuciones en la tasa de mortalidad mencionada.

Los resultados concluyen, que el salario disminuye la tasa de muerte por infección respiratoria para niveles de salario mensual de hasta 6,900 pesos constantes del 2000. Los resultados con respecto a salario coinciden con lo esperado. Por otro lado en cuanto al ozono este resultó ser estadísticamente no significativo.

Mortalidad (Neumonía)

En cambio para la mortalidad por neumonía tenemos que por cada aumento de 10% en PM_{10} , se incrementa en 3.61% la tasa de mortalidad causada por la neumonía por cada 100 000 habitantes, a nivel medio, manteniendo lo demás constante. Con respecto al salario promedio tenemos que el término lineal y el cuadrático son estadísticamente significativos al 5%, esto nos indica que la tasa de mortalidad por neumonía depende del nivel de salario promedio, además presentan signo positivo y negativo respectivamente, esto nos indica que a niveles por debajo del 81% del máximo, incrementos en dicho salario produce aumentos en la tasa de mortalidad por neumonía, sin embargo una vez que se llega al nivel por arriba de este 82% esta relación se vuelve negativa.

En cuanto a los factores que representan las variables meteorológicas, se obtuvo que los tres factores son significativos a un nivel del 5%, con signo negativo. El ozono resultó

ser también estadísticamente significativo, de acuerdo a los resultados un incremento de 10% en ozono que equivale a .0035 partes por millón ocasiona un aumento del 2.4% en el número de muertes causadas por neumonía, a nivel medio. Es importante destacar que todas las variables introducidas en esta regresión resultaron estadísticamente significativas.

Morbilidad (Infección respiratoria aguda)

De acuerdo a los resultados tenemos que por cada aumento de 10% en PM_{10} , se incrementa en .43% la tasa de morbilidad causada por infección respiratoria aguda por cada 100 000 habitantes, a un nivel de $50 \mu g/m^3$ de PM_{10} . Los términos de PM_{10} lineal y cuadrático, son significativos de manera conjunta al 1%. En cuanto al salario promedio mensual tenemos que los dos términos son significativos de manera conjunta y presenta signo negativo, esto nos indica cuando aumenta el salario promedio, la tasa de morbilidad causada por infección respiratoria aguda disminuye. Lo anterior se puede deber a que las personas entre mayor sea su ingreso, mayor será posibilidad de enfrentar gastos para tratamiento de enfermedades de infecciones respiratorias agudas.

El f^2 que esta representado en un 82% por la temperatura, fue estadísticamente significativo al 1% con signo negativo, esto nos indica que a bajas temperaturas se incrementa el número de caso por enfermedad de infección respiratoria aguda. En cuanto al ozono, no fue estadísticamente significativo. En esta regresión no se incluyó el f^3 por no ser significativo en la regresión que lo incluía, de esta forma se obtuvo un mejor ajuste.

Morbilidad (Neumonía)

De acuerdo a los resultados tenemos que por cada aumento de 10% en PM_{10} , se incrementa en 3.66% la tasa de morbilidad causada por neumonía por cada 100 000 habitantes. Cabe mencionar que si incluimos un termino cruzado de PM_{10} y ozono, para observar el efecto de la mezcla, se obtienen que un aumento de 10% de PM_{10} , produce un aumento del 5.37% la tasa de morbilidad causada por neumonía, a un nivel medio. Es decir, se observa que el efecto nocivo de PM_{10} se incrementa al controlar su interacción con otros contaminantes como el ozono.

El salario resultó estadísticamente no significativo para los dos casos anteriores. En las regresiones mencionadas no se incluyo $f3$, por no ser estadísticamente significativo. Los factores restantes fueron estadísticamente significativos para los dos casos, con signo negativo, esto nos indica que al disminuir la temperatura, se incrementan los casos de enfermedades por neumonía. En cuanto $f2$, se puede interpretar que al aumentar la velocidad del viento disminuye la tasa de morbilidad, cabe mencionar que entre mayor sea la velocidad del viento, mayor es la dispersión de las partículas, sin embargo mayor es el tiempo de suspensión en la atmósfera.

Tabla V.2
Resultado de la regresión de Poisson

| | -1 | -2 | -3 | -4 |
|--|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | mbres | mbneum | mtneum | mtres |
| pm10average | 0.005876675 -0.6 | 0.028979302 (3.91)* | 0.0116182 (5.56)* | 0.002541475 -0.84 |
| pm10square | -0.000050109 -1.24 | -0.000187612 (3.93)* | -0.000046709 (3.91)* | -0.000008653 -0.41 |
| popshare | 0.000004948 (3.10)** | 0.000008928 (5.88)* | 0.000009296 (7.52)* | 0.000006867 (9.29)* |
| wage | -0.036675105 -1.77 | -0.000637438 -0.02 | 0.067804357 (3.74)* | -0.015093142 -1.48 |
| wage2 | 0.000088125 -1.32 | 0.000020221 -0.21 | -0.000164149 (3.48)* | 0.000034549 -1.13 |
| ozono | 12.3805000 -0.72 | -13.4460000 -1.63 | 6.9325900 (3.00)* | -0.1604193 -0.05 |
| f1a | 0.169863538 -1.51 | -0.222772683 (6.19)* | -0.04289104 (4.37)* | -0.043880896 (2.01)** |
| f2a | -0.219046611 (5.68)** | -0.243769297 (4.62)* | -0.263908811 (10.03)* | -0.400092279 (17.57)* |
| f3a | | | -0.041516173 (2.66)* | 0.159799436 (5.77)* |
| Constant | 4.3988800000 (2.98)** | -5.2946800000 (2.44)** | -5.8785400000 (3.51)* | 0.6855272032 -0.83 |
| Observations | 2856 | 2856 | 2856 | 2856 |
| Number of id | 34 | 34 | 34 | 34 |
| z statistics in parentheses * significant at 5%; ** significant at 1% | | | | |

Regresión de Poisson con tres rezagos de la variable *pm10aveg*

A continuación se presentan los resultados que se tienen de correr los cuatro modelos analizados incluyendo las variables rezagadas de PM₁₀ de 1 a 3 rezagos. Estos resultados no proporcionaba el signo, ni la significancia estadística esperados. Lo anterior puede ser originado dado que los datos de contaminación y la tasa de cambios en la salud son mensuales. Esto ocasiona (como ya se discutió en el apartado del modelo econométrico) no poder capturar el efecto que la contaminación de días pasados tiene sobre la salud de las personas en el presente.

Tabla V.3
Mortalidad por infección respiratoria aguda
Resultados de la regresión de Poisson con 3 rezagos

| | -1 | -2 | -3 | -4 | -5 | -6 |
|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | mtres | mtres | mtres | mtres | mtres | mtres |
| pm10aveg | 0.001981064 -1.16 | | -0.000802914 -0.18 | | 0.003330814 (1.98)** | |
| pm10aveg_1 | 0.001196815 -0.67 | 0.002656628 -1.56 | 0.001276382 -0.71 | 0.001155348 -0.67 | 0.001956255 -1.17 | 0.004505581 (3.07)* |
| pm10aveg_2 | 0.000839348 -0.39 | 0.000751574 -0.35 | 0.000909676 -0.43 | 0.000898937 -0.42 | 0.001256621 -0.58 | 0.001169434 -0.54 |
| pm10aveg_3 | -0.006507676 (3.73)** | -0.006548572 (3.61)* | -0.006463525 (3.68)* | -0.006462008 (3.72)* | -0.007895018 (4.36)* | -0.008109714 (4.11)* |
| popshare | 0.00000683 (8.13)** | 0.00000687 (8.15)* | 0.00000686 (7.94)* | 0.00000689 (8.21)* | 0.00000692 (9.95)* | 0.00000699 (9.98)* |
| Ingresos | -0.007351604 -0.68 | -0.007723997 -0.71 | -0.007743352 -0.71 | -0.007829676 -0.73 | -0.01323509 -1.16 | -0.013880251 -1.19 |
| wage2 | 0.000013685 -0.42 | 0.000014669 -0.45 | 0.000014856 -0.46 | 0.000015141 -0.47 | 0.000024116 -0.67 | 0.000025376 -0.68 |
| ozono | -5.279670000 -1.48 | -4.321320000 -1.25 | -10.538300000 -1.34 | -9.402390000 (2.06)** | 0.368499801 -0.1 | 2.284260000 -0.64 |
| f1a | -0.131116108 (2.98)** | -0.129433271 (3.00)* | -0.132410162 (3.04)* | -0.132030781 (3.02)* | -0.123603261 (3.05)* | -0.118075122 (3.04)* |
| f2a | -0.302321706 (9.39)** | -0.312503959 (11.04)* | -0.308661835 (8.32)* | -0.306245214 (10.64)* | -0.329363227 (9.93)* | -0.350196628 (12.28)* |
| f3a | 0.164004651 (5.34)** | 0.169304931 (5.78)* | 0.163289488 (5.30)* | 0.162403824 (5.31)* | | |
| pm10ozono | | | 0.077038313 -0.75 | 0.059298585 (1.70)*** | | |
| Constant | 0.472205373 -0.56 | 0.510961359 -0.61 | 0.67211499 -0.74 | 0.633546265 -0.74 | 0.792138698 -0.92 | 0.851194061 -0.98 |
| Observations | 2754 | 2754 | 2754 | 2754 | 2754 | 2754 |
| Number of id | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 |
| z statistics in parentheses * significant at 5%; ** significant at 1% | | | | | | |

Al llevar a cabo la suma de los coeficientes de PM₁₀ presente y sus tres rezagos se tiene que el coeficiente es negativo, indicando una asociación negativa de la contaminación atmosférica por PM₁₀ y la tasa de mortalidad causada por infección respiratoria aguda. Este resultado no es el esperado y por ello se descarta el uso de los rezagos mensuales.

Tabla V.4
Mortalidad por neumonía
Resultados de la regresión de Poisson con 3 rezagos

| | -1 | -2 | -3 | -4 | -5 | -6 |
|--------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | mtneum | mtneum | mtneum | mtneum | mtneum | mtneum |
| pm10aveg | 0.003743606 (4.59)** | | 0.012277784 (3.50)* | | 0.003349413 (4.73)* | |
| pm10aveg_1 | 0.001815401 (2.51)* | 0.004716216 (8.69)* | 0.001573732 (2.11)** | 0.003404995 (5.66)* | 0.001652592 (2.24)** | 0.004390123 (9.58)* |
| pm10aveg_2 | -0.000727722 -1.31 | -0.000906815 -1.53 | -0.000941961 -1.59 | -0.000772827 -1.36 | -0.000752669 -1.38 | -0.000901143 -1.55 |
| pm10aveg_3 | -0.002921045 (3.37)** | -0.003211598 (3.36)* | -0.002972346 (3.63)* | -0.003064212 (3.29)* | -0.002600339 (3.33)* | -0.002975458 (3.45)* |
| popshare | 9.26001E-06 (7.28)** | 9.33054E-06 (7.21)* | 8.92074E-06 (6.76)* | 9.39159E-06 (7.35)* | 9.42336E-06 (7.34)* | 9.46578E-06 (7.29)* |
| Ingresos | 0.072018671 (3.91)** | 0.074260478 (3.94)* | 0.074181364 (4.00)* | 0.072968787 (3.90)* | 0.07518269 (4.18)* | 0.076172296 (4.18)* |
| wage2 | -0.000173607 (3.59)** | -0.000179954 (3.62)* | -0.000180363 (3.70)* | -0.000176009 (3.58)* | -0.000179895 (3.81)* | -0.000183574 (3.82)* |
| f1a | -0.063044166 (2.30)* | -0.058966422 (2.10)** | -0.059269039 (2.05)** | -0.061212535 (2.20)** | -0.072342103 (2.97)* | -0.066067142 (2.58)** |
| f2a | -0.236819959 (8.22)** | -0.252844934 (9.20)* | -0.221229475 (8.39)* | -0.248514665 (8.70)* | -0.230624539 (8.26)* | -0.24787716 (9.30)* |
| f3a | -0.036799111 (2.15)* | -0.023080294 -1.43 | -0.031996078 (1.88)*** | -0.02961062 (1.78)*** | | |
| ozono | 7.06037000 (3.10)** | 8.34725000 (3.61)* | 22.40220000 (4.84)* | 4.78757000 (1.96)** | 5.83017000 (2.54)** | 7.50248000 (3.28)* |
| pm10ozono | | | -0.234320201 (3.24)* | 0.046758551 (3.69)* | | |
| Constant | -5.89E+00 (3.45)** | -6.04E+00 (3.46)* | -6.53E+00 (3.81)* | -5.87E+00 (3.39)* | -6.16E+00 (3.65)* | -6.21E+00 (3.65)* |
| Observations | 2754 | 2754 | 2754 | 2754 | 2754 | 2754 |
| Number of id | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 |

z statistics in parentheses
* significant at 5%; ** significant at 1%

Para el caso de la mortalidad causada por neumonía, resultó que al sumar los coeficientes de pm10 presente y sus tres rezagos se tenía un signo positivo y para todas las regresiones que se presentan el cuadro anterior. Sin embargo la cuarta regresión donde no se incluye al presente de PM₁₀ se tiene signo negativo. Estos resultados fueron los esperados, aunque como ya se discutió no se consideran adecuadas las estimaciones incluyendo los rezagos y además los resultados que se obtienen con el modelo donde se

incluye el termino cuadrático presenta una asociación que se ajusta mejor a los resultados esperados.

Tabla V.5
Morbilidad por neumonía
Resultados de la regresión de Poisson con 3 rezagos

| | -1 | -2 | -3 | -4 | -5 | -6 |
|--|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | mbres | mbres | mbres | mbres | mbres | mbres |
| pm10aveg | -0.006113947 -1.65 | | -0.004490018 -1.27 | | -0.00422794 -1.02 | |
| pm10aveg_1 | 0.001123865 -1.53 | -0.003261098 -1.24 | 0.001063243 -1.47 | 0.000481914 -0.53 | 0.002073208 (2.76)* | -0.001134818 -0.35 |
| pm10aveg_2 | -8.20007E-05 -0.08 | 0.00020206 -0.23 | -9.88701E-05 -0.09 | -0.000143227 -0.13 | 0.000373553 -0.31 | 0.000481377 -0.46 |
| pm10aveg_3 | -0.00701115 (7.81)** | -0.006648157 (7.82)* | -0.007045318 (7.07)* | -0.007080885 (7.41)* | -0.00846878 (9.58)* | -0.008027913 (8.97)* |
| popshare | 0.000000072 -0.05 | 0.000000061 -0.04 | 0.000000086 -0.07 | 0.000000063 -0.05 | 0.000000281 -0.2 | 0.000000255 -0.18 |
| Ingresos | -0.054087962 (2.53)* | -0.056472297 (2.71)* | -0.053949207 (2.52)** | -0.053950172 (2.51)** | -0.060730561 (2.79)* | -0.062037868 (2.94)* |
| wage2 | 0.000144996 (2.34)* | 0.000152857 (2.54)** | 0.00014437 (2.32)** | 0.000144305 (2.31)** | 0.000158709 (2.47)** | 0.000163563 (2.64)* |
| f1a | -0.064524122 -1.4 | -0.067663959 -1.43 | -0.061814383 -1.28 | -0.055767253 -1.18 | -0.022359873 -0.49 | -0.031252426 -0.69 |
| f2a | -0.094764133 (3.77)** | -0.066614418 (2.89)* | -0.09074493 (3.50)* | -0.079998101 (3.62)* | -0.113740665 (4.59)* | -0.090822364 (3.20)* |
| f3a | 0.169116865 (3.06)** | 0.148950922 (2.28)** | 0.168594593 (2.98)* | 0.165990514 (3.05)* | | |
| ozono | 1.14E+01 -0.62 | 8.80E+00 -0.52 | 1.38E+01 -0.53 | 1.93E+01 -0.8 | 1.60E+01 -0.96 | 1.38E+01 -0.97 |
| pm10ozono | | | -0.04116328 -0.28 | -0.141590226 -1.41 | | |
| Constant | 1.23E+01 (6.95)** | 1.24E+01 (7.28)* | 1.22E+01 (6.28)* | 1.20E+01 (6.36)* | 1.26E+01 (7.17)* | 1.27E+01 (7.46)* |
| Observations | 2754 | 2754 | 2754 | 2754 | 2754 | 2754 |
| Number of id | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 |
| z statistics in parentheses * significant at 5%; ** significant at 1% | | | | | | |

En cuanto a la morbilidad causada por infecciones respiratoria agudas al sumar los coeficientes de PM₁₀ presente y sus rezagos, se tiene una asociación negativa entre PM₁₀ y la tasa de morbilidad por neumonía. Al igual que en la primera regresión no son los resultados esperados y por ello se descarta el uso de los rezagos.

Tabla V.6
Morbilidad por infección respiratoria aguda
Resultados de la regresión de Poisson con 3 rezagos

| | -1 | -2 | -3 | -4 | -5 | -6 |
|--------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | mbneum | mbneum | mbneum | mbneum | mbneum | mbneum |
| pm10aveg | -0.002504894 -0.91 | | -0.000791334 -0.15 | | -0.000432896 -0.17 | |
| pm10aveg_1 | 0.001179628 -0.84 | -0.000702138 -0.36 | 0.001142068 -0.8 | 0.001011915 -0.73 | 0.002536438 -1.61 | 0.00218614 (1.68)*** |
| pm10aveg_2 | 0.002102774 -1.09 | 0.002159706 -1.12 | 0.002076461 -1.08 | 0.002069694 -1.08 | 0.002503991 -1.28 | 0.002486552 -1.27 |
| pm10aveg_3 | -0.009302802 (3.92)** | -0.009096746 (3.98)* | -0.009328181 (3.96)* | -0.009317445 (3.95)* | -0.011889568 (3.51)* | -0.0118167 (3.70)* |
| popshare | 1.92148E-06 -1.15 | 1.87499E-06 -1.13 | 1.90931E-06 -1.15 | 1.92036E-06 -1.15 | 1.90691E-06 -1.09 | 1.89395E-06 -1.08 |
| Ingresos | -0.016621919 -0.65 | -0.016825678 -0.67 | -0.016353395 -0.64 | -0.015861494 -0.62 | -0.022637147 -0.86 | -0.022600995 -0.87 |
| wage2 | 7.60023E-05 -1.06 | 7.521E-05 -1.07 | 7.52406E-05 -1.05 | 7.3499E-05 -1.03 | 8.18224E-05 -1.05 | 8.09529E-05 -1.06 |
| f1a | -0.066832767 -1.06 | -0.06603412 -1.06 | -0.064284995 -1.01 | -0.062722553 -1.01 | -0.01479825 -0.24 | -0.015621966 -0.26 |
| f2a | -0.116658906 -1.91 | -0.105549505 -1.61 | -0.114130778 (1.89)*** | -0.112574954 (1.80)*** | -0.146204615 (2.52)** | -0.143990056 (2.36)** |
| f3a | 0.228707332 (2.83)** | 0.220937098 (2.91)* | 0.229045489 (2.84)* | 0.228535739 (2.88)* | | |
| ozono | -1.33E+01 -1.56 | -1.39E+01 -1.59 | -1.04E+01 -1.07 | -9.24E+00 -1.09 | -5.51E+00 -0.72 | -5.53E+00 -0.74 |
| pm10ozono | | | -0.048038145 -0.53 | -0.066319174 -1.12 | | |
| Constant | 3.33E+00 -1.82 | 3.36E+00 (1.88)*** | 3.21E+00 (1.81)*** | 3.14E+00 (1.65)*** | 3.72E+00 (2.04)** | 3.73E+00 (2.08)** |
| Observations | 2754 | 2754 | 2754 | 2754 | 2754 | 2754 |
| Number of id | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 |

z statistics in parentheses
* significant at 5%; ** significant at 1%

Por último, resultó una asociación negativa entre PM_{10} y la tasa de morbilidad causada por infección respiratoria aguda, al sumar los coeficientes de PM_{10} presente y los rezagos. Además de que dichas variables no fueron estadísticamente significativas.

Regresión de Poisson sin factores meteorológicos

Los resultados que a continuación se presentan se obtuvieron al excluir los factores meteorológicos. Se espera que los coeficientes que resulten, sean mayores que los que se obtiene al incluir los factores meteorológicos, y de esta forma la tasas de mortalidad y

morbilidad por las distintas causas sufren un incremento mayor. Si embargo, dichos resultados sobreestiman los efectos de la contaminación por PM₁₀ sobre la salud de los individuos, dado que al excluir los factores meteorológicos se está dejando de controlar aspectos como la temperatura, la velocidad del viento, la dirección del viento y la humedad. Cabe mencionar que los factores meteorológicos determinan el patrón de dispersión de los contaminantes atmosféricos y en especial a PM₁₀, dicho patrón no puede ser capturado por los niveles de concentraciones de PM₁₀ promedio, esto se debe a que no existen estaciones de monitoreo atmosférico con registros de PM₁₀ en cada una de las delegaciones o bien de los municipios que integran la ZMVM. Lo anterior puede generar un error de medida en las concentraciones de PM₁₀ registradas. Sin embargo existen estaciones de monitoreo meteorológico en mayor número y estas generan información climática, que al ser incluidas en el modelo proporcionan un mejor ajuste del mismo. Los resultados que se obtiene son los siguientes:

| | -1 | -2 | -3 | -4 |
|---|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | mbneum | mtneum | mbres | mtres |
| pm10aveg | 0.03695478 (4.63)** | 0.017571172 (7.99)* | 0.01177553 -1.25 | 0.02041409 (5.45)* |
| pm10square | -0.0002265 (4.66)** | -0.0000730 (5.06)* | -0.0000756 (2.03)** | -0.0000837 (3.44)* |
| popshare | 0.0000074 (3.50)** | 0.0000095 (6.07)* | 0.0000062 (4.87)* | 0.0000060 (8.43)* |
| Ingresos | -0.00132028 -0.05 | 0.086339384 (4.44)* | -0.0289471 -1.44 | -0.01400699 -1.43 |
| wage2 | 0.00001867 -0.2 | -0.00020560 (4.00)* | 0.00008120 -1.35 | 0.00003185 -1.14 |
| ozono | -29.2872000 (4.50)** | -10.2817000 (6.43)* | 4.6287600 -0.27 | -20.3522000 (4.96)* |
| Constant | -4.67063000 (2.32)* | -7.28797000 (3.91)* | 3.40567000 (2.12)** | 0.69457246 -0.79 |
| Observations | 2856 | 2856 | 2856 | 2856 |
| Number of id | 34 | 34 | 34 | 34 |
| z statistics in parentheses | | | | |
| * significant at 5%; ** significant at 1% | | | | |

Las tasas de mortalidad y/o morbilidad (causadas por infecciones respiratorias agudas y neumonía) presentan un mayor incremento comparado con las tasas que se obtienen de la regresión en donde se incluyen los factores. En cuanto a la tasa de mortalidad causada por infección respiratoria aguda, esta se incrementa en 6.22% por cada 10% de aumento en las concentraciones de PM₁₀.

La tasa de mortalidad causada por neumonía se incrementa en un 5.28% por cada 10% de incremento de PM₁₀. Con respecto a la morbilidad tenemos que por cada incremento del 10% en PM₁₀, la tasa de morbilidad por infección respiratoria aguda se incrementa 1.53% y la tasa de morbilidad por neumonía se incrementa en 5.61%.

En los resultados anteriores se pueden observar que las tasas de morbilidad y/o morbilidad son mayores como se esperaba. Sin embargo, dichas tasas están sobre estimadas al no controlar el modelo a través de las variables meteorológicas, las cuales están capturadas dentro de los factores.

3. Valoración económica

El costo de los cambios en la salud asociados a la contaminación atmosférica por PM₁₀, se obtiene de multiplicar el valor en dólares por unidad de impacto en salud por el cambio estimado en el cambio en salud, como se describe en la siguiente formula (Cesar,2002):

$$HB_{T(\$ / a)} = \sum^i (V_{i(\$ / casos)}) * \sum^j (H_{ij(casos / a)})$$

Donde H_{ij} es el número de casos del efecto de salud de i^{th} (las muertes, las hospitalizaciones, la incidencia de neumonía etc.) por año ocasionados con el j^{th} contaminante y el V_i es el costo social unitario del efecto del i^{th} . Los resultados de este cálculo serán el costo total en dólares de los cambios en salud causados por la contaminación atmosférica.

Mortalidad

Con base en la formula antes descrita, se realizó la valoración económica de los costos de la mortalidad ocasionada por neumonía a través del VSV para México, el valor que se utilizó fue 650,000 dólares⁴ cifra utilizada por Molina (2002).

El valor social de la mortalidad causada por neumonía se obtiene de la siguiente manera:

$$VSmort = VSV * no.decasos$$

$VSmort$ = Valor social de mortalidad causada por neumonía que es originada por la contaminación de PM_{10} .

VSV = Valor unitario de una muerte (Valor estadístico de la vida)

no. de casos = Numero de casos de muerte causada por neumonía al año, asociados con PM_{10} .

Se consideran los siguientes supuestos:

- El 10% de incremento en PM_{10} corresponde a $6.13 \mu g/m^3$ de PM_{10}
- La población utilizada fue de 18 millones para la ZMVM
- Los valores se redondearon

⁴ VSV se asume una elasticidad ingreso de 1

Considerando lo anterior y de acuerdo con las estimaciones econometricas, un aumento de 10% en PM_{10} se asocia con 775 casos de mortalidad. Dado que el valor VSV es de 650,000 se tiene que el costo en salud es de 500 millones de dólares al año. Esta cifra es baja comparada a 1 000 millones de dólares que obtuvo Molina (2002). Sin embargo Molina estima el valor social de la mortalidad total y en este estudio solo se esta considerando la mortalidad causa por neumonía.

Morbilidad

Para estimar los costos asociados a la morbilidad se utilizaron los costos directos asociados con la enfermedad, el cual consiste en obtener el costo directo de tratamiento y los salarios perdidos, donde este último es estimado como el valor de la productividad perdida durante el episodio de la enfermedad. Esto constituye una parte mínima de la verdadera disposición a pagar por reducciones en las enfermedades debido a que no considera otros costos tales como el dolor, la inconveniencia, etc. Los costos de tratamiento y los salarios perdidos, así como número de días de actividad restringida que se utilizaron para obtener el valor social de la morbilidad por causas respiratorias se tomaron de McKinley (2003).

El valor social de la morbilidad causada por neumonía e infección respiratoria aguda se obtienen de la siguiente forma:

$$VSmorb = (\text{costo del tratamiento} + \text{salarios perdidos}) * \text{no. de casos}$$

De acuerdo con las estimaciones econométricas, un aumento de 10% en PM_{10} se asocia con 20 240 casos de enfermedad al año causada por infección respiratoria aguda. Y

tomando el costo por tratamiento es de 2 500 (US\$/casos) y los salarios perdidos son de 1,100 (US\$/casos). Se tiene un costo en salud de 72 millones de dólares al año.

En cuanto a la morbilidad causada por neumonía, de acuerdo a las estimaciones econometricas, un aumento de 10% en PM_{10} es asociado a 500 casos de enfermedad al año causada por neumonía. Dado que el costo por tratamiento es de 2 111 (US\$/casos) y los salarios perdidos son de 730 (US\$/casos). Se obtiene un costo en salud de 1 420 mil de dólares por año.

Dado lo anterior se puede decir que el costo en salud (morbilidad causada por infección respiratoria aguda y neumonía) por el aumento en un 10% el nivel de PM_{10} en la ZMVM es de 73.4 millones de dólares al año. El valor obtenido para la morbilidad es bajo, comparado con los valores obtenidos por Molina (2002) donde determinó un valor social de 340 millones en morbilidad por bronquitis crónica. A diferencia del análisis de Molina (2002) en este estudio se analizan los efectos agudos y no crónicos, además que en el presente estudio se utilizaron para la valoración económica de la morbilidad costo de enfermedad y productividad perdida y Molina (2002) utiliza disposición a pagar (DAP).

Cifuentes et al (2004), hace mención que los resultados en la valoración económica generalmente son sensibles a los supuestos de valoración usados y cita como ejemplo los resultados obtenidos por Dorland et al. (2000) donde para el escenario de 10% reducción, usando una elasticidad de 1.0, se puede ver que los beneficios asociados a las reducciones de PM_{10} pueden variar desde casi 1 500 millones de dólares por año si se considera la disposición a pagar para valorar los efectos de mortalidad y morbilidad, a tan solo 158 millones, si se consideran solo los costos de enfermedad y productividad pérdida. Finalmente la valoración económica de los cambios en salud, nos indica que cada

incremento de 10% en PM_{10} durante 1995-2001 en la ZMVM, representó un costo en salud del sector público de 574 millones de dólares.