

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE ECONOMÍA
MAGÍSTER EN ECONOMÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES

ANÁLISIS DE LOS EFECTOS A CORTO PLAZO DE LA
CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN BOGOTÁ
UNA EVIDENCIA EMPÍRICA DE LA APLICACIÓN DEL
MODELO POISSON AUTOREGRESIVO EN
FUNCIONES DOSIS-RESPUESTA

Por: Julio Emilio Torres Mora

Asesor: Dr. Ramón Rosales

2002

Dedicatoria

Ante todo este trabajo de grado esta dedicado a aquel que dio todo a cambio de nada, al Señor de la Creación, a Ti Dios Todo Poderoso y a su Hijo Amado Jesús el Señor y Salvador de mi Vida. Sin los cuales nunca hubiese llegado a puerto seguro, Al El le doy toda la Honra y Gloria, y mi gratitud eterna por ser mi Alto Refugio, por amarme sin ningún interés, por proveerme de un hogar que ha sido ejemplo de rectitud, armonía educación y sobre todo amor de Dios. A ti Mama quién has sido el mas hermoso y bello ejemplo del amor de Dios hacia tus hijos y todas las personas que te rodean, eres para mí un ejemplo único, Dios a marcado mi vida a través de ti muy profundamente, Dios te Bendiga Mami, te amo, A mis hermanos José, Joaquín, Judith, Florcita son un gran tesoro que guardo en lo mas profundo de mi ser...

Agradecimientos

Es mi deseo y placer agradecer a aquellas personas fuera de mi familia que Dios a puesto en mi camino para poder concluir esta fase de mi vida como los son El Dr. Juan Luis Delgado (Director de la Cajas Costarricense del Seguro Social), Dr. Jorge Laguna (Catedrático de la Universidad de Costa Rica) dos excelentes amigos y mentores de mi formación educativa; al Dr. Ramón Rosales mi tutor de tesis, gracias por sus aportes en el amalgamiento del trabajo así como su guía, gracias profesor, de igual manera y al profesor y coordinador del Programa de Maestría Fernando Carriazo. Quiero agradecer muy cariñosamente a Doña Marina Madrid por haberme a acogido en su hogar durante la estadía en este bello país. Y muy especialmente a mis compañeros Alcides; a Alexander Bonilla y a su señora esposa Milena quienes los considero mi familia en Colombia fueron más que una amistad diáfana, fueron hermanos y seguiremos siendo hermanos. Y a todas aquellas personas que he olvidado perdone si no los menciono pero están presentes en mis pensamientos, Dios los Bendiga abundantemente.

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Justificación.....	2
3. Objetivos.....	3
3.1. Objetivo General.....	3
3.2. Objetivos específicos.....	3
4. Revisión Bibliográfica.....	3
5. Marco Teórico.....	5
5.1. La morbilidad y los cambios en el bienestar.....	5
5.2. Funciones dosis-respuesta.....	7
6. Metodología.....	8
6.1. Series Temporales.....	9
6.2. Modelo de Poisson.....	10
6.3. Información Utilizada.....	12
6.4. Identificación del modelo basal.....	14
6.5. Selección de las variables de contaminación atmosférica.....	16
6.6. Autocorrelación residual.....	16
6.7. Selección de las localidades analizadas.....	17
7. Análisis de resultados.....	17
8. Conclusiones y Recomendaciones.....	30
9. Bibliografía.....	32
Anexo 1.....	34
Anexo 2.....	35

1. Introducción.

El crecimiento urbano, el desarrollo económico e industrial, así como el aumento de la demanda de movilidad que caracteriza a nuestra sociedad han provocado paralelamente daño al ambiente urbano y natural, la aparición de formas múltiples de contaminación (como la contaminación del aire), así como la generación de efectos nocivos sobre la salud del ser humano.

El problema de la contaminación del aire suele no ser percibida en sus verdaderas dimensiones debido a la aparente gratuidad y abundancia de este recurso y a que muchos de los contaminantes no pueden ser captados directamente por el ciudadano común, lo que dificulta la identificación de directos responsables por su uso, conservación y calidad. La contaminación del aire puede ser definida como la afectación del equilibrio dinámico existente entre los componentes naturales de la atmósfera, generada directamente por las actividades tanto naturales como antropogénicas que agregan otras sustancias al aire. Los efectos en la salud humana son diversos y en muchos casos difíciles de estimar, a nivel internacional existen una gran cantidad de estudios relacionados con diferentes contaminantes y diferentes intervalos de exposición.

Desde la década de los ochentas a finales del siglo XX, en varias partes del mundo se ha venido estudiando la relación existente entre la morbilidad y la mortalidad con la contaminación atmosférica; estos estudios han sido realizados usando funciones dosis-respuesta a escala de tiempo mensual y anual (enfoque corte transversal: Panel Data y longitudinal: Series de tiempo). En los noventas propiamente a partir de 1998 en Europa se dio la inquietud de establecer los efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica sobre la mortalidad diaria por medio del proyecto “Air Pollution and Health: an European Approach” (APHEA) y el proyecto “Estudio Multicentrico Español sobre la relación entre la Contaminación Atmosférica y la Mortalidad” (EMECAM).

El presente estudio persigue determinar la relación existente entre la contaminación atmosférica por partículas en suspensión (PM_{10}) y/o dióxido de azufre (SO_2) y la morbilidad por un grupo de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, cuya relación con la calidad de la atmósfera esta ampliamente establecida en la literatura. Así

como establecer la relación de la morbilidad con factores meteorológicos (temperatura y humedad relativa) y determinar el posible comportamiento diario y estacional de la morbilidad. Este artículo desea proporcionar al Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA) de Bogotá un panorama mas claro de la relación morbilidad-contaminante que fortalezca la planeación de políticas del control de emisiones.

2. Justificación

Son muy pocos los estudios realizados en la ciudad de Bogotá en el tema de la morbilidad y su relación con la contaminación atmosférica. De acuerdo con el trabajo desarrollado por la Secretaría de Salud y la Agencia de Cooperación Internacional Japonesa (JICA) en 1996 sobre la Calidad de Aire de Bogotá, los principales contaminantes del aire en la ciudad son: Partículas Suspensas Totales (PM_{10}), Bióxido de Azufre (SO_2), Monóxido de Carbono (CO), Oxido de Nitrógeno (NO_x) Hidrocarburos (HC) y Ozono (O_3). De estos contaminantes (Aristizábal, 1998 en Urdaneta, 1999), los que ameritan vigilancia especial por sus efectos agudos sobre al tracto respiratorio son el SO_2 , NO_2 , O_3 y PM_{10} .

En 1991 el 70% de la contaminación atmosférica en la ciudad era producto de fuentes móviles y el restante 30% a fuentes fijas (industria). Las primeras básicamente (CO, HC, NO_x , PM_{10} y sales de Plomo, entre otros); representan el 16% de las emisiones de SO_2 y el 82% de las emisiones de NO_x . Las segundas comprenden los procesos industriales y de combustión en general (SO_2 , PM_{10} , NO_x , CO, entre otros), constituyendo las principales fuentes de PM_{10} , siendo las principales industrias contaminantes las alimenticias, bebidas, textiles, productos de cerámica, piedra y arcilla. Este estudio relaciona los niveles de contaminación en Bogotá con el incremento en problemas de salud, particularmente con la influencia de infecciones respiratorias. Para 1997 según datos de la Secretaría de Salud la mortalidad por Neumonía ocupó diferentes posiciones dentro de las principales causas de muerte por Enfermedades Respiratorias Agudas, primordialmente en los niños de 0 a 4 años e individuos mayores de 60 años.

De acuerdo con lo anterior, el tema de la relación entre los contaminantes y la morbilidad toma amplia relevancia en Bogotá, requiriéndose de estudios para la toma de

decisiones por parte de la autoridad ambiental, Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA).

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Establecer la relación existente entre la morbilidad y los contaminantes del aire, estableciendo los efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica sobre las enfermedades cardiovasculares y respiratorias en ocho (8) localidades de Bogotá, usando el enfoque de Series Temporales.

3.2. Objetivos específicos

- 1) Estimar funciones Dosis-Respuesta, mediante la aplicación de Modelos Poisson autoregresivo, que permitan cuantificar la magnitud de los efectos de las variables de contaminación atmosférica (PM_{10} y SO_2) sobre el agregado de enfermedades por causas respiratorias y cardiovasculares a escala diaria.
- 2) Controlar los efectos de otras variables sobre la Morbilidad, como el comportamiento estacional, efectos calendarios, efectos meteorológicos (temperatura y humedad relativa) y sus correspondientes rezagos.
- 3) Mostrar una metodología que útil en el análisis inclusive de otros efectos a corto plazo en la Salud como la contaminación sónica y fotobioquímica; permitiendo a las autoridades en materia de Salud y Medio Ambiente un mejor conocimiento para la implementación de políticas.

4. Revisión Bibliográfica.

En la literatura existe una amplia gama de estudios realizados sobre el problema ambiental del aire enfocado hacia la relación de contaminantes y la mortalidad dentro de los cuales podemos citar a: Ostro (1998), estima funciones dosis respuesta que permiten medir los efectos de la contaminación ambiental sobre las enfermedades respiratorias en niños menores de 15 años en Santiago de Chile. Sus resultados obtenidos muestran una fuerte asociación directa entre la contaminación del aire medida por partículas suspendidas (PM_{10}) y las visitas a centros de salud por enfermedades respiratorias.

Cropper et all. (1997), estudian la relación entre los niveles de partículas suspendidas y las muertes diarias en Delhi, India (1991-1994), considerando los efectos que causa la

exposición a elementos contaminantes en el corto plazo. Con datos de series de tiempo, estiman un modelo Poisson, calculando el número de muertes por causas seleccionadas y grupos de edad. Concluyen que la contaminación ambiental es un determinante estadísticamente significativo de las muertes diarias para todas las categorías de edad.

En Europa a través de la Oficina de Salud Europea en los noventas se logra establecer un protocolo con el cual en diferentes ciudades por medio de funciones dosis-respuesta se mide la relación diaria entre los contaminantes y la mortalidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Particularmente España adopta el Protocolo EMECAM el cual es aplicado en las ciudades: Madrid, Pamplona, Bilbao, Cartagena, entre otras. Por medio de funciones dosis-respuesta a través de series temporales establecieron la relación entre contaminantes (Humos negros, SO_2) y la mortalidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares a una escala diaria, con alta relevancia estadística.

En Colombia, Ortíz et al. (1996), estimaron funciones dosis-respuesta para la ciudad de Cali, relacionando las emisiones de partículas suspendidas con la incidencia de un conjunto de enfermedades respiratorias. Concluyen que existe una relación positiva y robusta entre las emisiones de partículas y la incidencia de enfermedades respiratorias. Dicho trabajo posee sesgos, sólo consideran 8 observaciones anuales, correspondientes al período 1985-1992; no incluyen variables climáticas ni socioeconómicas, como lo hacen la mayoría de estudios. Explican el comportamiento de la mortalidad con variables como el parque automotor y la evolución del consumo de gasolina, por lo que los resultados de su estudio no son confiables.

Para Bogotá, Urdaneta (1999), establece la relación del PM_{10} con la mortalidad por enfermedades respiratorias a escala mensual por medio de funciones dosis-respuesta usando modelos Poisson y Binomial Negativa en Datos Panel; concluye que hay una relación positiva y muy significativa entre los niveles de partículas en suspensión y la mortalidad por infecciones respiratorias.

En la mayoría de trabajos los autores utilizan datos de corte transversal y datos de serie de tiempo por separado, considerando sólo los efectos de corto o largo plazo sobre la salud ante la exposición a la contaminación del aire. En la presente investigación, se pretende establecer la relación existente entre los contaminantes y la morbilidad a una

escala diaria, para ello las funciones a estimar consideran que esta variable tiene una distribución Poisson dado que el número de enfermos (variable dependiente) es discreta, entera y no negativa. Además se pretende determinar los efectos rezagados tanto de las variables explicativas como de la dependiente.

5. Marco Teórico

5.1. La morbilidad y los cambios en el bienestar

Todo cambio de la calidad de la atmósfera, sea una mejora o un empeoramiento tiene un efecto sobre el bienestar de los individuos tanto en la morbilidad como en la mortalidad. La capacidad de soporte a la vida humana provista por el medio ambiente puede verse afectada por los problemas de contaminación. Estos efectos se podrán manifestar en términos de incrementos en la tasa de morbilidad por enfermedades respiratorias o en incrementos en la probabilidad de contraer tales enfermedades. Los efectos sobre el medio ambiente por los problemas de contaminación, afectan directamente las condiciones para el buen desarrollo de la vida humana (“pérdida en utilidad o en bienestar de los individuos” debido al deterioro del medio ambiente). Para Freeman (1994), la contaminación del aire puede afectar la salud de las personas a través de:

1. Altos niveles de ozono o de dióxido de azufre, los cuales pueden generar con frecuencia y severidad, ataques de asma a las personas.
2. Emisiones provenientes de fábricas, talleres de reparación y pintado de automóviles, los cuales pueden emitir diferentes contaminantes que generan efectos cancerígenos en las personas.
3. Agotamiento del ozono estratosférico, causando el incremento en los niveles de radiación ultravioleta

Los cambios en salud pueden ser definidos y medidos a través de la morbilidad, la cual se puede definir como la cantidad de personas afectadas por una enfermedad, tanto en su estado físico como mental, durante un período de tiempo determinado, dividiéndolo entre el número total de personas correspondiente a una población. Por restricciones de información, la morbilidad se define a través del número de casos reportados de una enfermedad. Esta medida puede ser utilizada tanto para enfermedades crónicas como agudas. El inconveniente es que no se puede distinguir el grado de severidad de la enfermedad en las personas. En el presente estudio la morbilidad se considera solamente como el número de casos reportados de una enfermedad, debido además a que la variable dependiente en el modelo Poisson es discreta.

Para Freeman (1994), la morbilidad puede ser clasificada de diferentes maneras: según la duración de la enfermedad, según el tipo de síntoma o según el tipo de actividad afectada. Cropper y Freeman en Braden y Kolstad (1998) presentan la siguiente clasificación para la morbilidad:

- Según la duración, la morbilidad puede ser crónica (los efectos se alargan en el tiempo y se pueden presentar indefinidamente) o aguda (los efectos no pasan de más de pocos días, con un final bien definido).
- Según el grado de afectación de una actividad, expresándose en términos de días de actividad restringidos y días de incapacidad por el mal.
- Según el tipo de síntoma de la enfermedad, que pueden medirse a través de los días de síntomas.

Al realizarse investigaciones que busquen estimar en términos económicos los efectos de los cambios en el medio ambiente sobre la salud de las personas es importante tomar en cuenta ciertos tipos de relaciones:

- La establecida entre el cambio ambiental y el cambio en el estatus de salud. Cómo los cambios en el medio ambiente (medidos a través de parámetros de calidad) afectan la salud de las personas.
- Considerar la relación existente entre el cambio en el estatus de salud y alguna medida monetaria, que permita encontrar el equivalente del cambio en la salud en términos de un esquema de compensación expresado por medio de una disponibilidad a pagar o una disponibilidad a aceptar.

Cropper y Freeman, Braden y Kolstad (1991) en Mendieta, 2001, mencionan que la teoría económica sobre la cual se soporta el marco teórico para la valoración económica de los impactos de la contaminación ambiental sobre la salud, se basa en el supuesto de que las preferencias de los individuos estén caracterizadas por la sustituibilidad entre el ingreso y la salud. Afirman que las personas asignan un valor a la salud a través de un trade off que involucra la elección de una combinación entre varias combinaciones de salud y otros bienes de consumo. Este puede ser interpretado como una medida de disponibilidad a pagar del individuo por una mejora en su estatus de salud. Mencionan, que la contaminación ambiental que afecta la salud de las personas puede generar pérdidas en el bienestar a partir de los siguientes canales :

1. Aparición de gastos médicos asociados con los tratamientos a enfermedades inducidas por la contaminación, incluyendo el costo de oportunidad del tiempo gastado en obtener el tratamiento.
2. Pérdida de Salario.
3. Gastos en actividades defensivas y de evasión, para prevenir las enfermedades inducidas por la contaminación.

4. Pérdida de utilidad asociada con los síntomas de la enfermedad y pérdida de oportunidades de disfrute del ocio.
5. Cambios en las expectativas de vida o en el riesgo prematuro de muerte.

Una reducción en los niveles de contaminación debe ser benéfica para las personas, ya que se reducirían algunos o todos los efectos anteriormente mencionados y su equivalente monetario sería una medida de los beneficios económicos que experimentarían las personas por mejoras en el medio ambiente.

Para valorar en términos económicos un cambio en el bienestar social producto de cambios en la calidad atmosférica es necesario: determinar el impacto que la contaminación tiene sobre la salud, las dimensiones del grupo afectado o el nivel de exposición (estimación de funciones dosis-respuesta), una vez conocido el efecto físico expresarlo en términos monetarios por medio de métodos de valoración económica como el Enfoque de Capital Humano o Disponibilidad a pagar.

El presente trabajo se enfoca solamente en determinar el impacto de la contaminación sobre la salud, usando funciones dosis-respuesta. No se efectúa valoración económica pues no existe información en términos monetarios.

5.2. Funciones dosis-respuesta

Para traducir los cambios en las concentraciones de contaminantes a efectos en salud cuantificables, se utilizan funciones dosis-respuesta para un conjunto de afecciones para las cuales existen relaciones estadísticas bien establecidas en la literatura científica. Se establece el efecto que un cambio en la variable objetivo de estudio tiene sobre un receptor; para el presente caso muestran el efecto del cambio en la calidad del aire por un contaminante específico (PM_{10} o SO_2) según sea el caso sobre la salud de los individuos. El análisis se basa en la estimación de la derivada parcial o pendiente de esta función con respecto a la variable relacionada con la contaminación, proporcionando una estimación del cambio en los efectos sobre la salud asociados con un cambio en la calidad del aire. La función dosis-respuesta morbilidad-contaminante, por ejemplo en un modelo lineal para una localidad o ciudad en particular tiene la forma:

$$Morb_j = \mathbf{b}_0 + \sum_i \mathbf{b}_i MET_{i,j} + \mathbf{b}_2 CONT_j \quad (1)$$

donde:

$Morb_j$ = Número de enfermos diarios para la localidad j

$MET_{i,j}$ = Variable meteorológica i para la localidad j

$CONT_j$ = Concentración Promedio diaria del contaminante en la localidad j

Derivando (1) con respecto a la variable contaminante se tiene que:

$$\begin{aligned} \frac{\partial Morb_j}{\partial CONT_j} &= \frac{\partial \left(\mathbf{b}_0 + \sum_i \mathbf{b}_{1i} MET_{i,j} + \mathbf{b}_2 CONT_j \right)}{\partial CONT_j} \\ &= \frac{\partial(\mathbf{b}_0)}{\partial CONT_j} + \frac{\partial \left(\sum_i \mathbf{b}_{1i} MET_{i,j} \right)}{\partial CONT_j} + \frac{\partial(\mathbf{b}_2 CONT_j)}{\partial CONT_j} \end{aligned}$$

$$\partial Morb_j = \partial H_j = \mathbf{b}_2 * \partial CONT_j \quad (2)$$

donde:

∂H_j = cambio en el riesgo de la población (efecto en salud) en la localidad j.

\mathbf{b}_2 = la pendiente de la función de dosis-respuesta.

$\partial CONT_j$ = cambio en la contaminación atmosférica, para PM₁₀ o SO₂.

Esto permite conocer el cambio en el número diario de enfermos en una localidad a causa de las variaciones en la concentración de un contaminante. Para estimar los efectos en salud (morbilidad) que pueden ser atribuidos a la contaminación atmosférica se requiere controlar por variables como temperatura, humedad relativa, tiempo de exposición al aire libre, hábitos de fumador, etc., aislando el efecto atribuible a la contaminación. Hay varios enfoques econométricos para estimar las funciones dosis-respuesta: estudios de serie de tiempo, aquellos que correlacionan el cambio en las tasas de morbilidad en un área determinada a través del tiempo con los cambios de las variables ambientales; estudios de corte transversal, comparan las tasas de mortalidad o morbilidad de áreas distintas en un instante del tiempo, relacionándolas con los niveles de calidad ambiental de cada una de ellas y estudios de Series Temporales donde se supone la existencia de correlación o dependencia temporal en todas las observaciones de la variable.

6. Metodología

Para esta investigación se pretende analizar las series temporales de morbilidad, contaminantes y otras variables a una escala diaria, aplicando la metodología utilizada

en el “Estudio Multicentrico Español sobre la relación entre la Contaminación Atmosférica y la Mortalidad”(EMECAM). Se analiza, mediante una regresión de Poisson autoregresiva, la asociación a corto plazo entre las variaciones temporales en la contaminación atmosférica y en datos agregados de variables de salud, morbilidad, prestando especial atención a la estructura de autocorrelación en la variable respuesta, a la estacionalidad y a la tendencia de la misma, y a la influencia de variables meteorológicas.

6.1. Series Temporales

Utilizada en los países miembros de la Comunidad Europea (Proyecto APHEA y EMECAM) con el fin de analizar la asociación entre el cambio en la exposición promedio y el cambio en la incidencia de la enfermedad.

Una serie temporal es una sucesión ordenada en el tiempo de valores de una variable (Saez, 1999). El estudio de las series temporales puede consistir en el análisis aislado de una variable o referirse también a la relación entre dos o más de ellas. En la primera aproximación se intenta básicamente entender como evoluciona en el tiempo una variable con el fin de realizar predicciones. Por lo que se refiere a este trabajo, el interés suele centrarse en el segundo enfoque. En este sentido, se intenta construir un modelo explicativo de la evolución temporal de una variable, con el fin de cuantificar los efectos de factores de riesgo. Los métodos de series temporales intentan estudiar y cuantificar la asociación entre, al menos, dos series temporales: la serie temporal de la respuesta en términos de un problema de salud (morbilidad) y la serie temporal de exposición (contaminación).

Primero se debe distinguir los métodos de series temporales de los análisis longitudinales (series de tiempo). Los estudios longitudinales se caracterizan porque miden repetidamente a los individuos o sujetos del estudio, a lo largo del tiempo. Los métodos de series temporales suelen utilizar observaciones agregadas, lo que en algún momento ha llevado a denominarlos “estudios temporales de datos agregados”. Ejemplo el estudio de la asociación entre las variaciones diarias en la contaminación atmosférica y la mortalidad en una ciudad.

Segundo, los periodos de observación en los estudios longitudinales no necesariamente coinciden en todos los individuos. Los métodos de series temporales, contrariamente, no permiten ni discontinuidades en las observaciones de las variables de interés, ni intervalos de observación de distinto tamaño. La diferencia más importante radica en que en los métodos de series temporales se supone que existe correlación, o dependencia temporal, entre todas las observaciones de la variable. En un estudio longitudinal sólo existe dependencia dentro de grupos de observaciones, el individuo (del que se disponen de observaciones repetidas) o agrupaciones de análisis, denominadas cluster (Saez, 1999).

Los métodos de series temporales permiten considerar las variaciones temporales en la exposición. Estas variaciones no siempre son observables en estudios de índole individual. A diferencia de los análisis individuales, los métodos de series temporales suelen utilizar gran cantidad de datos, permitiendo aumentar la potencia estadística y, por tanto, detectar débiles asociaciones entre respuesta y exposición. Además permite que el método se pueda aplicar de una forma protocolizada y estandarizada que facilite la comparación de resultados y la realización de un meta-análisis.

6.2. Modelo de Poisson

La serie de datos diarios de morbilidad, puede considerarse que presenta aproximadamente una distribución Poisson con sobre dispersión (varianza mayor que la media) y, habitualmente, con autocorrelación. La sobre dispersión y la estructura de autocorrelación suelen ser consecuencia de factores exógenos (como temperatura, humedad relativa o estructura estacional), más que de factores propios del número de enfermos. Así, para cada una de las series de morbilidad, se construye un modelo de regresión de Poisson para explicar las fluctuaciones de la morbilidad. El modelo de regresión de Poisson se construye como:

$$\ln E(Y) = a + g C + \sum_i b_i X_i \quad (3)$$

Donde $E(Y)$ es el número esperado de enfermos diarios; a es la constante del modelo; g el efecto de cada contaminante o de sus retardos o de los promedios de los últimos días; C es el contaminante y b_i el efecto de cada una de las variables X_i (temperatura, humedad relativa) a controlar.

Para especificar el modelo de Poisson. Primero se identifica un modelo basal¹ para las series de morbilidad, a partir de las posibles variables de control entre la relación de la morbilidad y la contaminación. Una vez identificado el modelo basal, se procede a extender este modelo a cada uno de los contaminantes por separado y sus retardos. Finalmente, se intenta controlar la autocorrelación residual incluyendo términos autoregresivos de la morbilidad. La probabilidad que en un día registre exactamente y_t enfermos de determinada afección (siendo $y_t = 0, 1, 2, \dots, n$) puede expresarse:

$$\text{Pr } ob(Y_t = y_t) = \frac{e^{-\mathbf{m}} \mathbf{m}^{y_t}}{y_t!}, \quad \text{siendo } E(Y_t) = \mathbf{m} \quad (4)$$

La variable de Poisson no es estacionaria en el tiempo, el número esperado de enfermos no permanece constante durante todo el periodo considerado. Se puede suponer que el número diario de enfermos (\mathbf{m}) depende del nivel diario (medio) de contaminantes atmosféricos, para el caso, partículas en suspensión (PM_{10}) o SO_2 . Para analizar esta posible relación hay que tener en cuenta algunas posibles variables de control. Entre estas se encuentran principalmente variables meteorológicas, promedios diario de temperatura (TEMP) y de humedad relativa (HUMI). Para incorporar la dependencia temporal en el modelo se incluyen los respectivos rezagos de estas variables. Así, se puede escribir el modelo de regresión de Poisson:

$$\ln(\mathbf{m}) = \mathbf{b}_0 + \sum_{\ell=0}^L \mathbf{b}_{1\ell} PM10_{t-\ell} + \sum_{\ell=0}^L \mathbf{b}_{2\ell} TEMP_{t-\ell} + \sum_{\ell=0}^L \mathbf{b}_{3\ell} HUMI_{t-\ell} + e_t \quad (5)$$

siendo \mathbf{b}_0 y $\mathbf{b}_{i\ell}$ ($i = 1, 2, 3$) parámetros desconocidos, t denotando el día $t = 1, \dots, n$ y ℓ el número de rezago ($\ell = 0, 1, 2, \dots, L$).

La omisión de los efectos denominados ‘de calendario’, como los del día de la semana o días festivos, puede producir algún sesgo en la estimación de relaciones causales entre series temporales, por lo que deben ser incluidos. En series temporales con un número pequeño de años (Saez, 1999), como es el caso, es previsible que no se observen grandes variaciones en la evolución de la variable tendencia, por ello se opta por construir una función lineal o polinómica del tiempo transcurrido desde el origen del estudio. Por otro lado, las variaciones estacionales que contemplan los meses del año o las estaciones climatológicas pueden ser incorporadas en el modelo, incluyendo

¹ Modelo que pretende captar todas aquellas variables que pueden tener efecto sobre la morbilidad y que de no ser determinadas con anterioridad dicho efecto puede ser incluido a la hora de medir la relación morbilidad-contaminante.

términos sinusoidales del tipo $\sin(2\pi kt/365)$ y $\cos(2\pi kt/365)$ siendo $k=1, \dots, 6$ y $t=1, 2, \dots, n$ el número de días transcurridos desde el inicio del estudio. Este tipo de términos permite recoger desde ciclos anuales ($k=1$) hasta ciclos bimestrales ($k=6$).

Después de controlar por los factores anteriormente expuestos, puede aun existir autocorrelación residual en el modelo Poisson. La presencia de autocorrelación si bien no sesga la estimación de los parámetros, proporciona desviaciones estándar erróneas y no eficientes, lo que invalidaría las inferencias que hubieran podido realizarse. Por este motivo se opta por corregir la autocorrelación residual estimando un modelo de Poisson autoregresivo. El modelo se construye introduciendo adicionalmente como variables explicativas retardos de la variable dependiente. Así el modelo final ajustado queda como:

$$\ln(\mathbf{m}) = \mathbf{b}_0 + \sum_i \mathbf{b}_i x_{it} + \mathbf{g}_1 Y_{t-1} + \mathbf{g}_2 Y_{t-2} + \mathbf{g}_n Y_{t-n} \quad (6)$$

donde Y_t denota el número diario de enfermos en el tiempo t , Y_{t-n} sus correspondientes rezagos y $\sum_i \mathbf{b}_i x_{it} = \sum_{\ell=0}^L \mathbf{b}_{1\ell} PM10_{t-\ell} + \sum_{\ell=0}^L \mathbf{b}_{2\ell} TEMP_{t-\ell} + \sum_{\ell=0}^L \mathbf{b}_{3\ell} HUMI_{t-\ell}$. La estimación de las funciones dosis-respuesta conformadas en modelos Poisson autoregresivos descritos por la ecuación (6) se efectuó utilizando el paquete econométrico E-Views 3.0.

6.3. Información Utilizada

Los datos utilizados son aportados por: Secretaría Distrital de Salud de Bogotá serie de datos sobre morbilidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares en una escala de tiempo diario, casos reportados por las entidades de prestadoras de salud de cada localidad; y el Departamento de Administración del Medio Ambiente (DAMA), serie de datos diarios de contaminantes y variables meteorológicas (temperatura y humedad relativa) medidos por catorce estaciones ubicadas en Bogotá; para el período 1997-1998. (Ver figura 1, Anexo 1)

Variable respuesta (Morb)

Se dispone de series diarias de morbilidad ocurridas en localidades de Bogotá para las personas residentes en la misma (1997-1998), estas son obtenidas de la base de datos de las instituciones prestadoras de salud de cada localidad, por las enfermedades: Infarto Agudo del Miocardio (CIE 410), Angina de Pecho (CIE 413), Disritmia Cardíaca (CIE

427), Insuficiencia Cardíaca (CIE 428), Rinofaringitis Aguda (Resfriado común) (CIE 460), Neumonía Vírica (CIE 480), Neumonía Neumocócica (CIE481), otras Neumonías Bacterianas (CIE 482), Neumonía debida a otro microorganismo especificado (CIE 483), Neumonía en enfermedades Infecciosas clasificadas en otro parte (CIE 484), Bronconeumonía, organismo causal no especificado (CIE 485), Neumonía, organismo causal no especificado (CIE 486), Bronquitis no especificada como aguda, ni como crónica (CIE 490),Bronquitis Crónica (CIE 491), Enfisema (CIE 492), Asma (CIE 493), Bronquiectasia (CIE 494), obstrucción crónica de las vías respiratorias no clasificada en otra parte (CIE 496). Para todos estos efectos hay evidencia estadística robusta que los asocia con la contaminación atmosférica (PM₁₀ y SO₂). Como los realizados por Ostro y otros en 1994 y 1996, o los realizados en la Comunidad Europea durante los noventas y recopilados en el trabajo de Ballester (1999,B y 2001) y en América Ostro (1998) y el más reciente de Ballester (2001) para determinar la relación de la contaminación con las urgencias cardio y cerebro vasculares en la ciudad de Valencia. Dicha variable se determina como la suma aritmética de todas las enfermedades anteriormente mencionadas de cada una de las ocho localidades de Bogotá, siendo como referencia la cantidad de enfermos por cada 100 000 habitantes, en cada localidad. [(# Enfermos por localidad)*100000/(#de habitantes de la localidad)].

Variables explicativas

Variables de contaminación

Las variables explicativas son series diarias de cada uno de los contaminantes PM₁₀ y SO₂, construidas a partir de las estaciones captadoras. Cada serie de datos de cada contaminante, promedio diario, ha sido considerada separadamente. Se espera que un incremento de los contaminantes incremente la morbilidad.

Variables de control

Como posibles variables de control se consideran series diarias de la temperatura media diaria y la humedad relativa (factores meteorológicos) y otras variables de estructura temporal como factores sinusoidales de estacionalidad anual, tendencias, fluctuaciones semanales y anuales, días festivos.

6.4. Identificación del modelo basal

Para la construcción del modelo basal se introducen progresivamente las variables estructurales y meteorológicas. Las variables en el modelo se incluyen utilizando un criterio estadístico conservador, consistente en la mejoría de la razón de verosimilitud, determinada por una significación del cociente de verosimilitud de $p < 0.10$. A continuación se muestra como se ha construido el modelo.

Estacionalidad [sn(k) y cos(k) respectivamente]

El control de la estacionalidad se lleva a cabo introduciendo términos sinusoidales del tipo:

$$\text{sen}\left(\frac{2\mathbf{p}kt}{365}\right) \text{ y } \text{cos}\left(\frac{2\mathbf{p}kt}{365}\right) \quad (7)$$

donde $k=1, \dots, 6$ y $t = 1, 2, \dots, n$ número de días transcurridos desde el inicio del período de estudio. Para seleccionar los términos sinusoidales del modelo se decide incluirlos sucesivamente por parejas de seno y coseno, empezando por $k=1$. Para incluir una pareja se exige una mejora en la razón de verosimilitud de $p < 0.10$.

Temperatura (T, T2)

La relación de la temperatura con la morbilidad diaria no tiene por qué ser lineal. Su efecto puede ser rezagado, ya que la temperatura de un día no tiene necesariamente que estar relacionada con la morbilidad del mismo día, sino que puede estarlo con la morbilidad de los días siguientes. Por ello, se calculan los retardos hasta orden 7 de la temperatura media diaria. También, se calcula la temperatura media diaria al cuadrado y sus correspondientes retardos hasta orden 7. Con ello no es necesario asumir la relación lineal entre la temperatura y la morbilidad, lo que permite otra forma funcional además de controlar el efecto retardado de la relación. Para decidir qué términos se incluyen en el modelo, con el fin de obtener el más parsimonioso posible, se sigue la siguiente estrategia:

Se hace una regresión auxiliar de la morbilidad y la temperatura con sus rezagos tanto lineal como al cuadrado, de esta se ordena la temperatura de menor a mayor p-value y se escogen aquellos que presenten un $p < 0.10$. Estos términos se introducen en la regresión principal y se seleccionan aquellos parámetros que mejoran la razón de verosimilitud. De este modo se sigue un proceso iterativo hasta que la inclusión de un nuevo término no mejore significativamente el modelo, considerando mejora

significativa la lejanía del modelo con $p < 0.10$. Se espera que un aumento en la temperatura disminuya la morbilidad.

Humedad (HR, HR2)

En el caso de la humedad relativa, se efectúa un proceso semejante al seguido con la temperatura. Se calculan los retardos de orden 1 a 7, tanto para la humedad como para su cuadrado. Se sigue el proceso iterativo de ampliación del modelo y añadiendo al modelo la variable de humedad de mayor puntuación, hasta que añadir una no mejore el modelo significativamente. Se espera que un aumento en la humedad relativa incremente la morbilidad.

Años de estudio (x_{98})

Debido a que el objetivo es evaluar la asociación diaria entre morbilidad y contaminación y no otros tipos de relación temporal (años), y con el fin de controlar posibles diferencias por año, se crea una variable indicador para cada año, excepto para el primero, que es seleccionado como referencia. Estas variables toman el valor 1 cuando las observaciones corresponden a ese mismo año y 0 cuando corresponden a otros años. Se incluyen en el modelo de forma conjunta (en bloque) y sólo si se produce una mejora de la razón de verosimilitud en $p < 0.1$. El signo esperado es positivo.

Tendencia (nd, nd2)

Además de la estacionalidad y diferencias anuales, puede haber una tendencia secular en la serie que no necesariamente tiene que ser lineal. Con el fin de controlarla se crean dos variables. Una es el número de días transcurridos (nd) desde el primer día de la serie (tendencia) y otra su cuadrado (nd2). Se añade al modelo la variable que entre las dos mejore la razón de verosimilitud. Signo esperado positivo.

Días de la semana (x_2 martes, x_3 miércoles, x_4 jueves, x_5 viernes, x_6 sábado, x_7 domingo)

Tanto la morbilidad como la contaminación tienen un patrón semanal. Por ello se crean 6 variables indicadoras, una para cada día de la semana a excepción del lunes tomado como referencia, que valen 1 si la observación es de ese día y 0 en otro caso. Al estar relacionadas con las dos variables de interés se decidió que estas variables debían mantenerse en el modelo independientemente de su significación estadística.

Días festivos (x_8)

Además del día de la semana hay que tener en cuenta si un día fue o no festivo, por la disminución de la contaminación. Esta variables sólo se incluyen si mejoran la razón de verosimilitud en $p < 0.10$, se espera que el signo sea negativo ya que en un día festivo la actividad de emisión de contaminantes disminuye.

Reevaluación del modelo

Una vez incluidas las variables seleccionadas según el proceso anterior, se reevalúa el modelo, para observar si alguna pareja de términos sinusoidales o variables meteorológicas tienen el nivel de significancia del contraste de Wald por encima de $p = 0.10$. En ese caso se eliminarían del modelo la variable o pareja de variables (en el caso de las sinusoidales) que al excluirlas no produjeran una modificación significativa de la razón de verosimilitud del modelo ($p < 0.1$).

6.5. Selección e introducción de las variables de contaminación atmosférica

Una vez identificado el modelo basal se introducen en él cada uno de los contaminantes (PM_{10} y SO_2) por separado y cada uno de sus retardos hasta orden 5. En un primer momento, el análisis se efectúa diferenciado para cada contaminante y cada retraso. Se deja aquélla variable cuyo $p < 0.10$.

6.6. Autocorrelación residual

Con el fin de controlar la posible autocorrelación serial existente, se añaden los rezagos de la morbilidad hasta orden siete² en bloque, eliminándose sucesivamente aquellos que no son significativos, utilizando el contraste de verosimilitudes. De este modo se elige el retardo de la morbilidad correspondiente. De manera general el modelo queda de la siguiente manera:

$$\ln(Morb_t) = b_0 + I_1 \text{sen} f_{k,t} + I_2 \text{cos} f_{k,t} + \sum_{\ell=0}^L b_{1\ell} T_{t-\ell} + \sum_{\ell=0}^L b_{2\ell} HR_{t-\ell} \quad (8)$$

$$+ \sum_i b_{3i} x_{it} + \sum_{\ell=0}^L b_{4\ell} CONT_{t-\ell} + \sum_{\ell=1}^L g_{\ell} Morb_{t-\ell} + e_t$$

donde:

$Morb_t$ = Morbilidad en el tiempo t

$\text{sen} f_{k,t}, \text{cos} f_{k,t}$ = efectos de estacionalidad, con $t=1 \dots n$ y $k=1 \dots 6$

² Se asume un ciclo de siete días de acuerdo a los días de la semana.

x_{it} = efectos de tendencia (ND, ND2), años de estudio, días

$T_{t-\ell}$ = efectos de temperatura rezagados

$HR_{t-\ell}$ = efectos de humedad relativa rezagados

$CONT_{t-\ell}$ = efectos del contaminante rezagados

$Morb_{t-\ell}$ = Morbilidad rezagada

6.7. Selección de las localidades analizadas

De las localidades de la ciudad de Bogotá se seleccionaron aquellas que presentaban una cercanía con las estaciones de medición cuyo registro tenga como mínimo el 75% de las lecturas, para completar los registros faltantes de las estaciones que no están completas se procedió a realizar una regresión utilizando como variables independientes los valores de las demás estaciones, así como aquellas donde hay presencia de fuentes de emisión fijas y alta densidad de flujo vehicular, estas fueron: Antonio Nariño, Barrios Unidos, Bosa, Chapinero, Fontibon, Mártires, Puente Aranda y Tunjuelito. Localidades como Ciudad Bolívar no pudieron tomarse en cuenta por la lejanía de la estación más cercana a esta, el principal problema radica en que la fortaleza estadística entre morbilidad y efectos medidos sobre todo del contaminante no es significativa a pesar de la presencia de casos de las enfermedades estudiadas con un promedio diario de 8 casos y un máximo de 24.

7. Análisis de resultados.

Una vez definidas las variables y establecido la asignación de estaciones de monitoreo se construyó la base de datos y se realizó el análisis estadístico de las observaciones; la base consta de 27 variables y 518 observaciones para el período de 1997 a 1998, para cada localidad.

Análisis estadístico de datos.

En el anexo 1 se presenta las estadísticas descriptivas de las localidades analizadas, estas se dividieron en dos grupos de acuerdo con el contaminante que dio significativo, en los casos de Antonio Nariño y Mártires, dio significativo el bióxido de azufre (SO₂), siendo la morbilidad diaria media en el caso de Antonio Nariño 4 por cada 100000 habitantes, con una varianza de 10 y en Mártires su media es 0 por cada 100000 (0,36) y una varianza de 0,41 lo que muestra la existencia de sobredispersión en la variable dependiente. En el caso de las restantes localidades el contaminante que es significativo

es el PM_{10} , como lo muestra la tabla 1, se corrobora el supuesto de que la variable dependiente presenta sobredispersión. De todas las localidades, el valor máximo de enfermos diarios lo presenta Pte. Aranda con 17 por cada 100000 habitantes, siguiéndole Tunjuelito con 10 por cada 100000 habitantes.

Tabla 1. Estadísticas para Morbilidad y Contaminantes (1997-1998)						
Evidencia de Sobredispersión			Contaminantes			
Morb			SO ₂			
Localidad	Var	Mean	Localidad	Max	Mean	Min
Ant. Nariño	10	4	Ant. Nariño	22,0	11,6	4,0
Mártires	0,41	0,36	Mártires	22,0	11,6	4,0
Morb			PM ₁₀			
Localidad	Var	Mean	Localidad	Max	Mean	Min
B. Unidos	2	1,78	B. Unidos	150,0	32,0	5,0
Bosa	1	0,82	Bosa	224	91,9	24,0
Chapinero	2	1,99	Chapinero	150,0	31,8	5,0
Fontibon	0,494	0,488	Fontibon	200,0	81,7	22,00
Pte. Aranda	5	1	Pte. Aranda	134,0	68,8	22,00
Tunjuelito	1,370	1,239	Tunjuelito	200,0	79,5	22,00

En lo referente a los contaminantes analizados la variable SO₂ (SO) presenta una media de 11,6 ppb con una varianza de 10; un valor mínimo de 4 y máximo de 22; en el casos del PM₁₀ (PM) como lo muestra la tabla 1, según la localidad su media oscila de 32 a 79,5 g/m³, con valores máximos que van de 150 a 200 y mínimos de 5 a 22, mostrando que en Bogotá la norma para las emisiones de ambos contaminantes (PM₁₀=70000 g/m³ y SO₂=139.88 ppb, fuente DAMA) no fue sobrepasada durante el período 1997-1998 para ninguno de los contaminantes analizados.

Morbilidad (Variable dependiente)

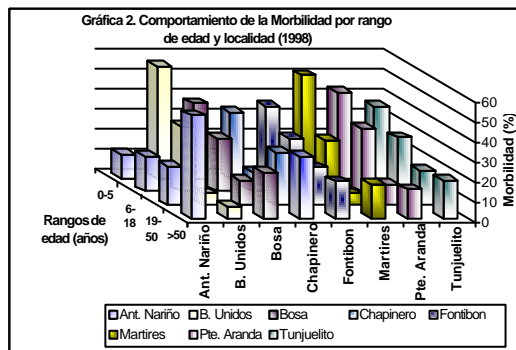
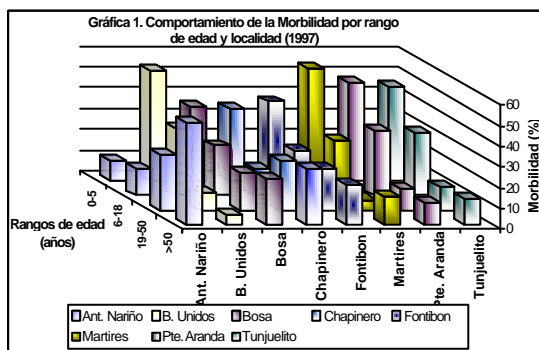
Como se menciona anteriormente la variable fue construida para ser interpretada como la cantidad de enfermos por cada 100 000 habitantes, pero para efectos de análisis en la realidad se hace un análisis de la cantidad real de enfermos antes de aplicar la regresión. Si analizamos por género (tabla 2), se observa que en el caso de las enfermedades respiratorias (IRA), la mujeres se ven afectadas más que los hombre en forma leve a razón de 0,9% en 1997 y 1% en 1998 mas que los hombres; en el caso de las enfermedades cardiovasculares (CV), en 1997 la mujeres presentaron un 0,4% menos de casos que los hombre y en 1998 fue lo contrario las mujeres presentaron un 0,4% mas que los hombres. Al analizarlo en forma general en el periodo del 1997 a 1998 las mujeres tanto en enfermedades respiratorias como en las cardiovasculares se vieron mas afectadas que los hombres, aproximadamente en un 7% y 28% respectivamente.

Tabla 2. Comportamientos de las afecciones por localidad y género								
Localidad	Respiratorias Agudas (IRA)				Cardiovasculares (CV)			
	Hombres		Mujeres		Hombres		Mujeres	
	1997	1998	1997	1998	1997	1998	1997	1998
Ant. Nariño	695	559	787	605	139	75	192	92
B. Unidos	400	654	389	564	6	9	7	17
Bosa	409	392	585	487	20	19	28	40
Chapinero	310	359	416	420	25	44	46	47
Fontibon	232	164	335	264	5	7	9	6
Mártires	867	862	719	706	50	46	71	62
Pte. Aranda	341	479	399	607	5	1	10	22
Tunjuelito	532	477	510	507	26	38	25	44
Total	3786	3946	4140	4160	276	239	388	330
%	49,0	51,0	49,9	50,1	53,6	46,4	54,0	46,0

Al analizar la morbilidad por localidades (tablas 3 y 4, Gráficas 1 y 2) se tiene que: Ant. Nariño presenta una disminución de la morbilidad de 482 casos (Tabla 3), se evidencia que la población mas afectada son los mayores de 50 años y los que están entre 19 y 50 años (un total en 1997 un 77%, 27+50, y en 1998 un 70%, 19+51, tabla 4), en 1998 los individuos de 0 a 5 años presentaron un incremento en afecciones respiratorias de un 2% con respecto a 1997. Barrios Unidos muestra un aumento de 442 casos en 1998 (55%, tabla 3), la población mas afectada es infantes y adolescentes hasta los 18 años (un total de 86% en 1997, 89% en 1998, tabla 4) del total de atenciones. Bosa presenta una disminución de 104 casos (10%) en 1998 (Tabla 3), siendo la población de infantes (0 a 5 años (37%) la mas afectada y siguiéndole los de 6 a 18 años (27%, tabla 4). En Chapinero se da un incremento del 9% en 1998 (Tabla 3), en especial en individuos de 19 a 50 años(2%) y adultos mayores de 50 años (4%, tabla, 4). Fontibon muestra un disminución de casos en el orden de 24% (Tabla 3), siendo las poblaciones más afectadas los de 0 a 5 años (38% en 1997, 36% en 1998, tabla 4) y de 6 a 18 años (22% en 1997, 27% en 1998, tabla 4), los mayores a 50 años no muestran ninguna variación. Mártires tiene una disminución muy leve del orden del 2% (tabla 3), la población mas afectada es la de 0 a 5 años (de 54% a 51%, tabla 4) y los de 6 a 18 años (27% a 26%, tabla 4), se nota un incremento en las edades de 19 a 50 años (1%) y en los mayores a 50 años (3%, tabla 4). Pte. Aranda presenta un aumento del 47% (Tabla 3) en 1998, siendo la población mas afectada la de 0 a 18 años (Tabla 4). Y Tunjuelito tiene una leve disminución en 1998 del 2% (tabla 3), siendo los mas afectados los de 0 a 5 años (46% en 1997, 36% en 1998) y los de 6 a 18 años (30% en 1997, 27% en 1998, tabla 4).

Localidad	1997	1998	Diferencia	%
Ant. Nariño	1813	1331	+482	27
B. Unidos	802	1244	-442	55
Bosa	1042	938	+104	10
Chapinero	797	870	-73	9
Fontibon	581	441	+140	24
Martires	1707	1676	+31	2
Pte. Aranda	755	1109	-354	47
Tunjuelito	1093	1066	+27	2

Rango ³	Ant. Nariño		B. Unidos		Bosa		Chapinero	
	1997	1998	1997	1998	1997	1998	1997	1998
0-5	10	12	53	56	36	37	35	33
6-18	13	18	33	33	24	27	13	10
19-50	27	19	9	6	18	12	24	26
>50	50	51	6	6	22	23	27	31
	Fontibon		Martires		Pte. Aranda		Tunjuelito	
	1997	1998	1997	1998	1997	1998	1997	1998
0-5	38	36	54	51	47	43	46	36
6-18	22	27	27	26	32	32	30	27
19-50	21	19	5	6	10	11	11	18
>50	19	19	14	17	11	15	13	19

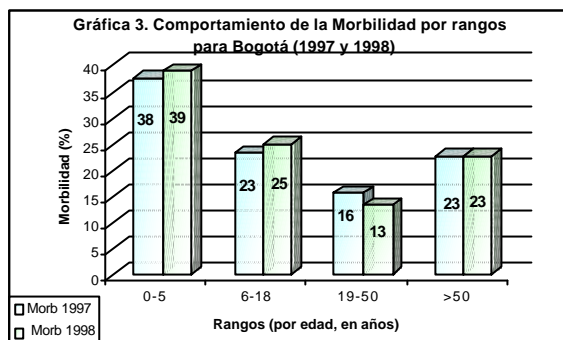


Como se puede ver en la tabla 4 y las gráficas 1 y 2, la localidades que presentaron un crecimiento en 1998 por rango de edad son: en el rango de 0 a 5 años Ant. Nariño, B. Unidos, Bosa y Fontibon; en el rango de 6 a 18 años Ant. Nariño, Bosa y Fontibon; de 19 a 50 años Chapinero, Mártires, Pte. Aranda y Tunjuelito; y en los mayores a 50 años Ant. Nariño, Bosa, Chapinero, Mártires, Pte. Aranda y Tunjuelito.

En general (Gráfica 3), la morbilidad se incrementa en 1998 en un 1% (85 casos) siendo la población mas afectada la de 0 a 5 años y los de 6 a 18 años, a pesar de que las

³ Rango es el intervalo de edades que se utilizó para hacer la clasificación

normas establecidas ($PM_{10}=70000 \text{ g/m}^3$ y $SO_2=139.88 \text{ ppb}$, fuente DAMA) como se menciona en el análisis de datos estadísticos se cumplieron, existe un efecto sobre las afecciones analizadas en conjunto, indicando que a niveles bajos de exposición, por debajo de la norma establecida, pero continuo, en un periodo de tiempo a corto plazo (1-2 años), aun hay efecto sobre la salud humana para estas afecciones.



Al comparar la población afectada por localidad con respecto a la población total en cada año (Tabla 5), se puede notar que el porcentaje de individuos afectados no llega a superar el 2% de cada población, siendo el porcentaje mas alto en las localidades de Ant. Nariño y Mártires. Con lo cual muestra que no necesariamente es un problema de prioridad en materia de salud para el distrito.

Tabla 5. Población total y afectada de cada localidad						
Localidad	Afectados		Población total		% Afectado	
	1997	1998	1997	1998	1997	1998
Ant. Nariño	1.813	1.331	98.898	98.898	1,83	1,35
B. Unidos	802	1.244	177.383	177.383	0,45	0,70
Bosa	1.042	938	314.640	346.735	0,33	0,27
Chapinero	797	870	123.387	123.387	0,65	0,71
Fontibon	581	441	242.867	254.604	0,24	0,17
Mártires	1.707	1.676	96.053	96.053	1,78	1,74
Pte. Aranda	755	1.109	284.119	284.119	0,27	0,39
Tunjuelito	1.093	1.066	205.972	205.972	0,53	0,52

Análisis de la regresión

Al realizar las regresiones para cada localidad se determinó los efectos de todas las variables explicativas, como lo muestra la tabla resumen de los modelos por localidad (Anexo 3) los efectos de cada variable independiente son diferentes, de acuerdo a las condiciones particulares de cada localidad (condiciones humanas, climáticas, patrones de viento, entre otras) por lo cual se procedió a realizar un análisis de cada variable por aparte para exponer el comportamiento en cada localidad de acuerdo a lo esperado en la teoría.

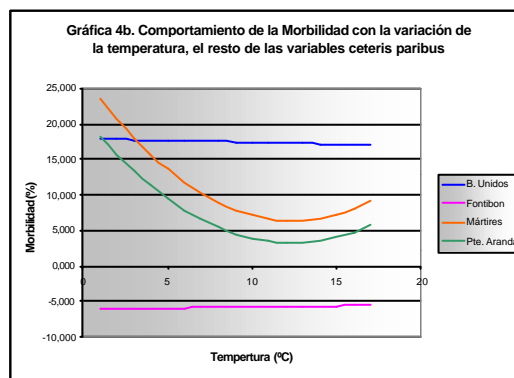
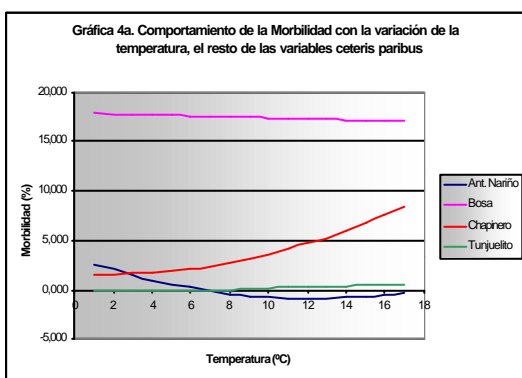
Intercepto.

Este no tiene interpretación, debido a la no ocurrencia en la realidad de una situación en la que todas las variables del modelo sean simultáneamente cero, por ejemplo, la humedad relativa para el caso de Bogotá nunca tendrá valor de cero inclusive ni las variables de contaminación.

Variables independientes

Variables meteorológicas.

Las variables meteorológicas muestran el efecto esperado, tanto la temperatura como la humedad relativa son variables que influyen de la morbilidad por las afecciones mencionadas, presenta en general valores tanto lineales como cuadráticos, para determinar si su efecto es el esperado, hay que analizar en conjunto tanto el efecto lineal como cuadrático, por lo cual se procedió a tabular y graficar las variables por aparte tanto de la temperatura como de la humedad relativa con las demás variables independiente *ceteris paribus*. Al analizar la temperatura (Gráficas 4a y 4b), muestra que su efecto es el esperado en casi todas las localidades y anómalo en el caso de Chapinero (aunque el aporte marginal es negativo, tabla 7), por lo cual se podría decir que un incremento en la temperatura de un grado hace que la morbilidad disminuya (Tabla 6, aporte marginal), si la temperatura se incrementa en 1°C, la morbilidad disminuiría en el número de casos esperado.



En el caso de esta variable meteorológica (temperatura) en un ambiente como la ciudad de Bogotá que presenta una humedad relativa alta en la mayoría de las localidades un aumento de unos grados (2 o 3 °C) muestran una disminución en la morbilidad ya que dicho aumento de temperatura favorece a aquellas personas que presentan las afecciones anteriormente mencionadas, pero en localidades cuyas condiciones particulares son

secas o hay áreas cercanas de foco de material particulado un aumento en la temperatura favorece el secado de material y su fácil transporte, incrementando la morbilidad.

Tabla 6. Valores estimados para la Variable Temperatura por localidad y el cálculo de las marginales y el aporte marginal					
Localidad	Variable	Coefficiente	P-value	Marginales	Aporte Marginal
Ant. Nariño	T(-1)	-0,697	0,0145	-0,018	-0,016679751
	T2(-1)	0,029	0,0194	0,001	
B. Unidos	T(-1)	-0,052189	0,0666	-1,65E+06	-1650644,843
Bosa	T(-7)	0,110683	0,0118	0,190	-0,189926085
Chapinero	T(-1)	-0,088028	0,049	-10,686	-9,769919718
	T2(-2)	0,003774	0,0496	0,916	
Fontibon	T2(-6)	0,001375	0,0704	7,68E+61	-7,68126E+61
Mártires	T2(-4)	0,131115	0,0362	1,03E+18	-1,17883E+19
	T(-4)	-3,258157	0,0383	-1,28E+19	
Pte. Aranda	T(-3)	-3,15862	0,0079	-0,018	-0,015268797
	T2(-3)	0,116772	0,0148	0,001	
	T(-2)	0,275332	0,0010	0,002	
Tunjuelito	T2(-4)	0,002131	0,0218	0,0052288	-0,005228798

En el caso de la humedad relativa una vez graficados los efectos (Gráfica 5), muestra que todas las localidades a excepción de Mártires (muy cercano a cero), presentan comportamientos esperados, pues ante un incremento de la humedad relativa, la morbilidad aumentara según sea el caso, como lo muestra la tabla 7 en los aportes marginales de la humedad relativa por localidad.

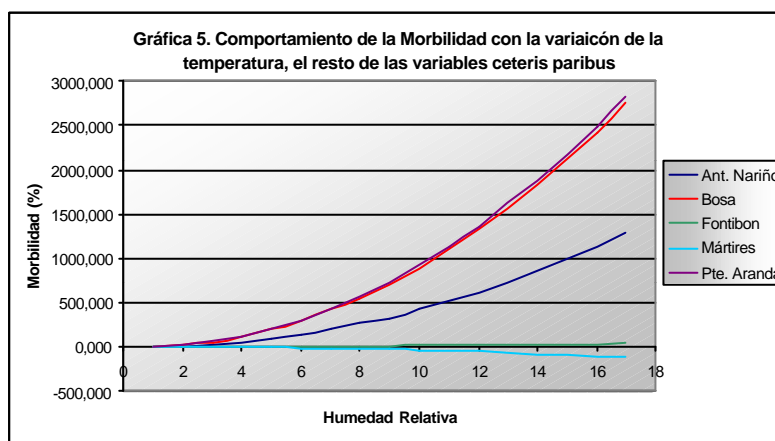


Tabla 7. Valores para la Variable Humedad Relativa por localidad y el cálculo de sus marginales y el aporte marginal					
Localidad	Variable	Coefficiente	P-value	Marginales	Aporte marginal
Ant. Nariño	HR(-3)	-6,415229	0,0956	-0,167	0,085
	HR2(-3)	4,834652	0,0781	0,252	
Bosa	HR(-4)	-13,57454	0,0838	-0,231	0,143
	HR2(-4)	10,27737	0,0596	0,087	
Fontibon	HR(-7)	1,912283	0,0732	7,68E+61	7,68E+61
Mártires	HR2(-7)	-1,958703	0,0226	-1,54E+19	3,24E+18
	HR2(-5)	1,547508	0,065	1,22E+19	
Pte. Aranda	HR2(-1)	10,54887	0,0668	0,061	-0,097
	HR(-1)	-13,65087	0,1009	-0,157	

Estacionalidad.

La estacionalidad en las series de morbilidad consiste en oscilaciones en el número de ingresos según épocas del año, en unos casos puede ser por encima de la media y en otros por debajo. Estas oscilaciones intentan ser captadas mediante la inclusión de variables sinusoidales, que pueden estar reflejando los movimientos de incremento o decremento en el número de casos (Ballester, Comunicación vía correo). Como se puede ver en la tabla 8, las localidades presentan diferentes tendencias e inclusive en un orden de influencia por ejemplo en el caso de Ant. Nariño presenta un comportamiento marcadamente anual y en menor magnitud a una estacionalidad de cuatrimestres; para Barrios Unidos la tendencia más fuerte es dominada por períodos trimestrales presentado una tendencia de cada 2,4 meses y en menor influencia semestral y cuatrimestral por lo que la estacionalidad para la morbilidad en la localidad es marcadamente trimestral. Para Bosa la estacionalidad mas marcada es subdividir el año en períodos de 2,4 meses y muy levemente anual. En Chapinero presenta una estacionalidad anual con una leve influencia de períodos en cuatrimestres. Fontibon tiene una marcada estacionalidad de trimestres y en menor influencia semestral y anual. Mártires presenta una marcada estacionalidad de cada 2,4 meses, el caso de Pte. Aranda es bimestral y levemente influenciada por una semestral y cuatrimestral. Y en Tunjuelito es una estacionalidad anual.

Tabla 8. Estacionalidad, valores de las funciones sinusoidales para cada localidad								
	Ant. Nariño	B. Unidos	Bosa	Chapinero	Fontibon	Mártires	Pte. Aranda	Tunjuelito
sn1	-2,492		-0,761	0,114	0,016			0,134
cos1	1,513		-1,708	-0,059	0,006			0,016
sn2		0,328			0,325		1,078	
cos2		-0,564			0,210		0,707	
sn3	0,148	0,243		0,089			0,542	
cos3	-0,101	-0,026		-0,006			0,212	
sn4		16,780			0,229			
cos4		75,192			-0,025			
sn5		1,697	2,581			5,130		
cos5		4,141	7,053			14,752		
sn6					2,381		4,141	
cos6					5,895		4,234	
1 = Anual 2 = Semestral 3 = Cuatrimestre 4 = Trimestral								
5 = 2,4 meses 6 = Bimestre								
Nota: Los valores de esta tabla son coeficientes de las regresiones realizadas en las 8 localidades, anexo 2.								

En resumen muestran el comportamiento que presenta la morbilidad de acuerdo a su comportamiento a lo largo del año, por ejemplo, para el caso de Ant. Nariño el

comportamiento estacional en el día uno aportó (valores de signo positivo, tabla 9) la morbilidad de ese día un 1,66% (1,51+0,148) de la misma, a su vez disminuyó (valores de signo negativo, tabla 9) la morbilidad en 2,59% (2,49+0,101), siendo el aporte total una disminución de 0,93 % (1,66-2,59) en la morbilidad.

Años de estudio.

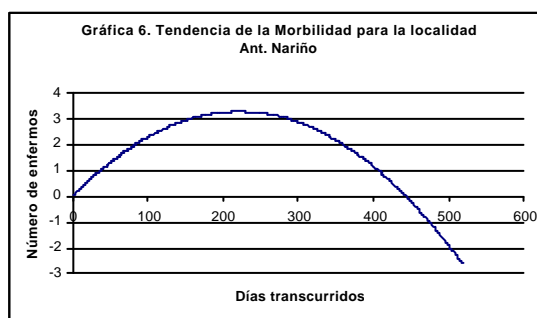
Esta variable fue significativa solo en tres localidades (Tabla 10): Ant. Nariño, Barrios Unidos y Pte. Aranda. Indicando que en 1998 hubo mas cantidad de enfermos reportados en el período de estudio (1997-1998) en las tres localidades, para el caso de Ant. Nariño los casos declarados en 1998 influyeron en la morbilidad del período en 0,99%, en Barrios Unidos en un 0,61% y en Pte. Aranda en un 4,12%.(Tabla 9)

Localidad	X98
Antonio Nariño	0,99
Barrios Unidos	0,61
Pte. Aranda	4,12

Tendencia.

Estas variables captan el comportamiento de la morbilidad a lo largo del período de estudio, se establecieron dos variables para captar dicho comportamiento, una lineal (ND) y otra cuadrática (ND2) en caso de que el comportamiento de la morbilidad no sea lineal; es significativa en tres localidades (Tabla 11): en Ant. Nariño presenta ambas tendencia la lineal (0,030) y la no lineal (-0,000067) indicando que por cada día que pasa desde el 1 de inicio del estudio la morbilidad hasta el día 227 tiene una tendencia a crecer y posterior a este día, la morbilidad tiende a disminuir (Gráfica 6); en Bosa (Tabla10) la tendencia es lineal, indicando que por cada día que pasa desde el primer día la morbilidad disminuye en 0,0085 %, siendo al final una disminución total de 4,4 %; y en Pte. Aranda (Tabla 11), muestra una tendencia lineal, por cada día que avanza durante el período de estudio la morbilidad disminuyó en 0,006487 %, por lo que al final del período la morbilidad en esta localidad muestra una disminución de 3,4 %.

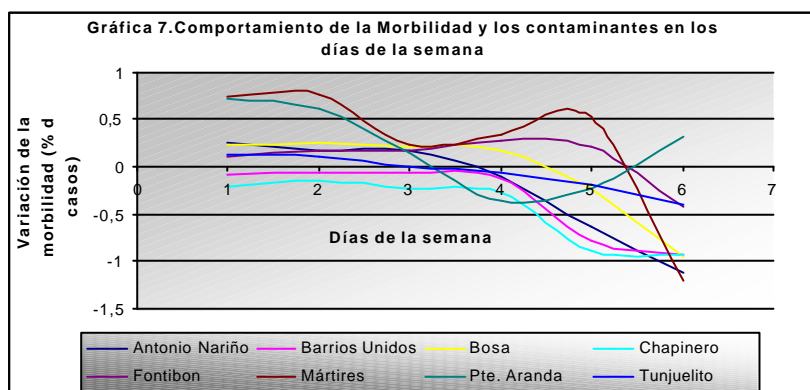
Localidad	ND	ND2
Antonio Nariño	0,030	-0,000067
Bosa	-0,011	
Pte. Aranda	-0,0079	



Días de la semana.

Esta variable muestra el comportamiento de dos variables: la dependiente (Morbilidad, Morb.) y la variable independiente contaminación (SO_2 y/o PM_{10}), muestra su comportamiento a lo largo de los días de la semana (Tabla 11 y Gráfica 7), en todas las localidades presentan una tendencia sinusoidal que va incrementando conforme avanza los día de la semana mostrando valores mayores entre jueves y domingo, dicha interpretación esta sujeta al comportamiento tanto de la morbilidad como del contaminante que presentan efectos rezagados por lo cual es difícil dar una interpretación, se controla este efecto conjunto con el fin de aislar un comportamiento que ambas variables tienen a lo largo de la semana, ya que de no hacer este estaría siendo medido en el beta determinado para el efecto del contaminante (generando una sobre dimensión del efecto).

Tabla 11. Variables indicadoras de los días de la semana, por localidad								
Días	Ant. Nariño	B. Unidos	Bosa	Chapinero	Fontibon	Mártires	Pte. Aranda	Tunjuelito
Martes (X2)	0,247	-0,085	0,219	-0,209	0,099	0,732	0,728	0,135
Miércoles (X3)	0,176	-0,051	0,247	-0,142	0,175	0,760	0,607	0,119
Jueves (X4)	0,172	-0,053	0,213	-0,232	0,170	0,230	0,150	-0,014
Viernes (X5)	-0,098	-0,123	0,171	-0,267	0,275	0,343	-0,371	-0,058
Sábado (X6)	-0,639	-0,780	-0,249	-0,897	0,205	0,520	-0,223	-0,203
Domingo (X7)	-1,132	-0,927	-0,955	-0,944	-0,427	-1,199	0,313	-0,400



Contaminante.

Como se menciona en secciones anteriores esta variable capta la influencia de cada contaminante, las regresiones fueron realizadas para cada contaminante por separado, con el fin de evitar problemas de colinealidad entre los contaminantes, dado que la contaminación es una mezcla compleja y provienen las mismas fuentes y presentan una correlación con los fenómenos meteorológicos (Ballester, 1999,A). El SO_2 fue significativo en dos localidades (Tabla 12, Ant. Nariño y Mártires) y el PM_{10} en las restantes localidades (Tabla 12, B. Unidos, Bosa, Chapinero, Fontibon, Pte. Aranda y

Tunjuelito), presenta el signo esperado ya que se espera que entre mas cantidad de contaminante mayor será la cantidad de enfermos declarados, es interesante anotar que en todas las localidades el rezago de la variable es diferente, posiblemente por las condiciones tanto meteorológicas, como la cantidad de fuentes fijas y móviles de emisión, así en Ant. Nariño el dióxido de azufre es significativo en el sexto rezago lo que muestra que ante un incremento de una unidad del contaminante en el quinto rezago, la morbilidad en el día presente se incrementa en 0,017%. Este mismo razonamiento se aplica a las demás localidades para su interpretación. Como lo muestra la tabla 12 la localidad que presenta mayor cantidad de rezagos es Pte. Aranda., teniendo en la morbilidad el día de medición un aporte total de 0,013%, el agregado de los rezagos del 2, 3 día, lo que implica que del total de casos declarados en la localidad por las instituciones estos presentan un rezago de máximo 3 días y mínimo 2 de exposición al contaminante. En el caso de Bosa y Fontibon presenta significancia el séptimo y sexto rezago, lo que muestra que los individuos presentan síntomas 7 y 6 días después de la exposición al PM₁₀; en Chapinero el rezago significativo fue el tercero lo que muestra que tres días después de la exposición se manifiesta las afecciones al punto de que el individuo recurre a una institución de prestadora de salud. Las localidad de B. Unidos y Tunjuelito son las que presenta el rezago más cercano al día de medición, este el del día anterior lo que muestra que la respuesta por parte de la población ante la exposición es muy corta. En el caso de las localidades de Ant. Nariño y Mártires que son la que presenta afectación por el contaminante SO₂ presentan un tiempo de respuesta de 6 días después de la exposición al mismo.

Tabla 12. Efectos de los Contaminantes por localidad				
Localidad	Variable	Coefficiente	P-value	Marginales
Ant. Nariño	SO(-6)	0,017272	0,0343	0,00045
B. Unidos	PM(-1)	0,002759	0,0217	8,73E+04
Bosa	PM(-7)	0,003113	0,0973	0,00003
Chapinero	PM(-3)	0,003636	0,0512	0,44139
Fontibon	PM(-6)	0,004975	0,0913	1,39E+62
Mártires	SO(-6)	0,062791	0,011	2,47E+17
Pte. Aranda	PM(-2)	0,003849	0,0286	0,00002
	PM(-3)	0,009096	0,0155	0,00005
Tunjuelito	PM(-1)	0,001153	0,0498	0,00001

Efectos rezagados de la morbilidad.

Esta variable tiene como fin controlar la autocorrelación que pueda existir una vez que sean controlado las demás variables que afectan la morbilidad, particularmente aquellos

factores que no pueden ser controlados o aislados. Muestra como la morbilidad del día presente es afectada por la morbilidad medida en días anteriores al presente, lo cual de no aislarse este efecto, se estaría sobre valorando la morbilidad en el día de medición, así pues (tabla 13): en el caso de Ant. Nariño, que presenta el rezago de una día muestra que la cantidad de atenciones del día presente, tiene un 0,015% de los casos declarados el día anterior; en B. Unidos la medición del día presente esta sobredimensionada en 0,028% de los casos declarados hace 6 días. La morbilidad en Bosa muestra que la medición en el día presente tiene 0,013% de la morbilidad medida hace 5 días; el anterior razonamiento es el mismo para las localidades que presenta un solo día de rezago. En el caso de Chapinero que presente significancia en dos días de rezago, muestra que la morbilidad del día presenta tiene el efecto del 0,044% del día anterior y el 0,041% del segundo día de rezago; el anterior razonamiento se puede aplicar a las demás localidades con dos rezagos.

Tabla 13. Efectos rezagados de la Morbilidad				
Localidad	Variable	Coficiente	P-value	Marginales
Ant. Nariño	MORB(-1)	0,015591	0,0635	0,0004
B. Unidos	MORB(-6)	0,028224	0,0509	8,93E+05
Bosa	MORB(-5)	0,127577	0,06	0,0011
Chapinero	MORB(-1)	0,043998	0,0634	5,3412
	MORB(-2)	0,051209	0,0348	6,2165
Fontibon	MORB(-1)	0,208989	0,019	5,84E+63
Mártires	MORB(-1)	0,177249	0,0743	6,97E+17
	MORB(-2)	0,283316	0,006	1,11E+18
Pte. Aranda	MORB(-2)	0,108168	0,0000	0,0006
Tunjuelito	MORB(-1)	0,15937	0,0001	0,0009

El estudio muestra la existencia de un comportamiento estacional a lo largo del año de la morbilidad, el cual depende de las condiciones particulares de cada localidad (meteorológicas y cantidad de emisiones tanto de fuentes móviles como fijas a lo largo del año). Es importante destacar que se establece una relación entre la temperatura y la humedad relativa con la morbilidad la cual hasta este momento en estudios realizados para Bogotá no se había indicado su relación como tal, y que de acuerdo a las condiciones particulares de cada localidad su relación será diferente, pero que en general el efecto de las variables meteorológicas es rezagado, esto coincide con los estudios realizados para mortalidad por las mismas causas en 14 ciudades de España (Barcelona, Gran Bilbao, Castellón, Cartagena, Huelva, Sevilla, Madrid, Pamplona, Valencia, Vigo, Vitoria, Gijón, Oviedo y Zaragoza) (Ballester, 1999, A) (Tabla 14). En

lo referente a la variable contaminación es interesante destacar que son excluyentes, en la localidad donde una es significativa, la otra no lo fue, para lo cual no hay una explicación ya que ambos contaminantes provienen de fuentes similares o iguales, situación que es diferente con lo detectado en ciudades de España como Zaragoza (Arribas, 1999), donde tanto el PM_{10} como el SO_2 son significativos cuando se realizaron las regresiones por separado aunque en otras ciudades como Valencia el SO_2 no fue significativo y en otras ciudades como Cartagena el único contaminante significativo fue el SO_2 (esto podría ser producto de las posibles fuentes de emisión en localidades como Mártires y Ant. Nariño para el caso de SO_2 y en las restantes para el caso de PM_{10}), a la vez el efecto de los contaminantes es rezagado, al igual que en las ciudades de España, situación que no se había determinado para Bogotá.

Tabla 14. Ajuste del modelo basal de regresión de Poisson para defunciones diarias por todas las causas menos externas en la ciudad de Valencia 1992-1996					
Variables	Coeficiente	Variables	Coeficiente	Variables	Coeficiente
Constante	3,362	T(-7)	-0,00826	ND	-0,0003965
sin1	0,03582	T2(-1)	0,0009642	ND2	0,0000001256
cos1	0,08336	T(-2)	-0,008971	X2	-0,02827
sin2	-0,01418	T(-1)	-0,01575	X3	-0,01124
cos2	0,01752	HR	0,0008074	X4	-0,004263
sin3	-0,02279	HR2(-4)	0,00008189	X5	-0,03732
cos3	0,01417	HR(-4)	-0,01144	X6	-0,05281
sin4	0,01217	X93	0,07863	X7	-0,02551
cos4	0,02282	X94	0,1567	HN(-1)	0,0007017
sin5	-0,01901	X95	0,1832	Muertes (-3)	0,002389
cos5	0,02460	X96	0,2353		

Nota: HN = Humos Negros Fuente: Ballester (2003, Vía correo electrónico)

Al igual que en los estudios de España para mortalidad (Tabla 14), en Bogotá para el caso de la morbilidad, el comportamiento en los días de la semana muestra una tendencia de la variable dependiente a disminuir conforme avanza los días de la semana. También es de destacar que se presenta un efecto rezagado de la propia variable dependiente, lo que muestra que de no tomar en cuenta dicho rezago se puede incurrir en una sobreestimación de la morbilidad en el momento de su medición pudiéndose llegar a conclusiones erradas con respecto a que días se presenta mayor cantidad de casos, esto coincide con los resultados de los estudios de España con respecto a la mortalidad por las mismas causas analizadas en Bogotá. Como se muestra (Tablas 6 y 7) los aportes marginales de las variables meteorológicas son mayores que las de las variables contaminantes (Tabla 12) lo cual muestra que la problemática es más un problema de tipo climático que del punto de vista contaminación salvo en las

comunidades de B. Unidos, Fontibón y Mártires donde los aportes marginales de las variables PM_{10} y SO_2 son significativos.

8. Conclusiones y Recomendaciones.

Los resultados de la investigación en lo referente a la existencia de un efecto sobre la salud a niveles por debajo de las normas establecidas de emisión ($PM_{10}=70000 \text{ g/m}^3$ y $SO_2=139.88 \text{ ppb}$, fuente DAMA), muestran que existe una relación positiva y significativa entre las emisiones y la morbilidad diaria, no superando el 0,007% y el 0,027% en el número de casos reportados de enfermos ante el aumento de una unidad de cada contaminante, PM_{10} y SO_2 respectivamente. Se evidenció un efecto importante de los rezagos para las variables de contaminación según sea la localidad; resultado similar al obtenido en ciudades de la Comunidad Económica Europea para mortalidad.

Como se menciona en los resultados el aporte de las variables contaminante definido por los betas muestra que su aporte es muy bajo al incremento de la afecciones, pero si se diera un incremento en las concentraciones del rango del 1%, los aportes marginales de dichas variables serían significativas por lo cual es importante mantener y mejorar el sistema de control de emisiones tanto a unidades móviles como fijas para evitar posibles aumentos en las afecciones analizadas.

Del estudio se puede notar que las mujeres presentan mas incidencia en la enfermedades respiratorias y las cardiovasculares que los hombres durante el período de estudio. Y que las poblaciones se ven mas afectadas en los rangos de edad de 0 a 5 años y de 6 a 18 años.

Al comparar los números de casos declarados con la población total de cada localidad se evidencia que menos del 2% de la población de cada localidad es afectada por dichas enfermedades. A nivel general el incremento de la morbilidad en 1998 solo fue del 1%, lo cual muestra un aumento leve en el número de casos declarados. Pero esto no es muestra de que se trate de un problema importante en materia de salud para el Distrito.

La temperatura presenta una relación inversa y significativa con la morbilidad, tanto en un comportamiento lineal como no lineal (cuadrático) en forma rezagada, cuyo efecto depende de las condiciones propias de cada localidad. Por otro lado, la humedad relativa

presenta una relación directa y positiva con la morbilidad, tanto lineal como no lineal, siendo el factor meteorológico que más influye en la morbilidad en la ciudad de Bogotá.

Sería importante analizar más detalladamente los efectos del día de medición, en especial para determinar si existe una tendencia de la morbilidad que obedezca al número de vehículos activos en el día y periodos anteriores.

Es importante establecer una mejor distribución de la red de calidad del aire con el fin de evaluar localidades que debido a su lejanía no se pudieron analizar y son un punto importante de concentración de población y se hallan cercanas a fuentes de emisión sobre todo de PM_{10} como canteras, ladrilleras.

Para un futuro análisis de valoración económica es importante contar con una base actualizada de los costos de tratamiento así como ingresos y egresos hospitalarios por parte de la entidad de salud rectora, así como los costos de implementación de Normas Ambientales por parte del DAMA.

Para analizar si la mortalidad presenta una tendencia similar a la morbilidad es necesario conformar una base de datos de mortalidad a nivel diario por localidad, para establecer su comportamiento en lo referente a la incidencia de contaminantes.

9. Bibliografía.

Arribas, Federico et all. (1999). “Efectos de la contaminación atmosférica sobre la mortalidad diaria en la ciudad de Zaragoza”. Revista Española de Salud Pública.

Ballester, Ferran et all. (1999,A). “El Proyecto EMECAM: discusión de Resultados en las ciudades participantes”. Revista Española de Salud Pública.

Ballester, Ferran et all. (1999,B). “Revisión de los Trabajos Originales que Analizan el Impacto de la Contaminación Atmosférica sobre la Mortalidad, 1994-1998”. Revista Española de Salud Pública.

Ballester, Ferran et all. (2001). “Air pollution and emergency hospital admissions for cardiovascular diseases in Valencia, Spain”. *Journal Epidemiol Community Health*, 55:57-65.

Banco Mundial (1993). “Valuation of Health Effects”. *Environment Dissemination Notes*, N° 2 (September).

Braden, J., B., Kolstad, C., D. (1998). “Measuring the Demand for Environmental Quality. Contributions to Economics Analysis”. Third Printed. North-Holland.

Burnett, Krewski, D.; Vincent R.; Dann, T.; Brook, J. (1995). “Associations Between Ambient Particulate Sulfate and Admissions to Ontario Hospitals for Cardiac and Respiratory Diseases”. *Am. J. Epidemiology*, 142, pp. 15-22.

Cropper, M. et all. “The Health Benefits of Air Pollution Control in Delhi”. *Amer. J. Agr. Econ.* 79 (5): 1630-1629.

Environmental Protection Agency (1996a). “Review of the National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter: Policy Assessment of Scientific and Technical Information”. External Review (abril).

_____ (1996b). “The Benefits and Costs of the Clean Air Act, 1970 to 1990”. Preparado por US Congress, octubre 1996.

Eskeland, Gunnar (1994). “The Net Benefits of an Air Pollution Control Scenario for Santiago”. En Banco Mundial, “Chile: Managing Environmental Problems”. Informe N° 13061-Ch. Banco Mundial.

European Commission (1995). “Externe: Externalities of Energy”. *Science, Research and Development*, volúmenes 1 a 6.

Expert Panel (1997). “Health and the Environment Valuation Report”. Report of the Expert Panel: Sulphur in Fuels Study”. Mimeo. Canadá (marzo).

Freeman, A. Myrick. (1994) "The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods." *Resources for the Future*. Washington, D.C. pp 314-362.

Hammer, Jeffrey S. (1996). “Economic analysis for Health Projects”. The World Bank, Public Economics Division.

Greene, Willian H. (1999). “Análisis Econométrico”. Tercera Edición, Prentice may, Madrid.

Mendieta, Juan C. (2001). “Manual de Valoración Económica de Bienes No Mercadiables, Universidad de los Andes, Facultad de Economía.

Musgrove, Philip (1993). “The Burden of Death at Different Ages: Assumptions, Parameters and Values”. Banco Mundial, Latin American Human Resources Division, N° 12.

Ortiz Q., Carlos (1996). “Contaminación Atmosférica y Salud: Estimación de una Función Dosis-Respuesta para Cali, Universidad del Valle, Cali, Colombia. <http://socioeconomia.univalle.edu.co/cidse/documentos/download/pdf/doc27.PDF>.

Ostro D., Bart (1987). “Air Pollution and Morbidity Revisited: A Specification Test”. J. Environ. Econ. Manage.; 14, pp. 87-98.

_____. (1990). “Associations Between Morbidity and Alternative Measures of Particulate

_____. (1994). “Estimating Health Effects of Air Pollution: A Methodology with an Application to Jakarta”. Banco Mundial, Working Paper Series N° 1301 (mayo 1994).

_____. (1996). “A Methodology for Estimating Air Pollution Health Effects”. Office of Global and Integrated Environmental Health, Organización Mundial de la Salud (abril), Ginebra.

Ostro D., Bart et all (1998). “Air Pollution and Health Effects: A Study of Respiratory Illness Among Children in Santiago, Chile”. Working Paper, Report 13061-CH, The World Bank, Washington, D.C.

Pérez H., Santiago, et all. (1999). “Protocolo EMECAM: Análisis del Efectos a Corto Plazo de la Contaminación Atmosférica sobre la Mortalidad”. Revista Española de la Salud Pública.

Saez, Marc, et all. (1999). “Método de Series Temporales en los Estudios Epidemiológicos sobre Contaminación Atmosférica”. Revista Española de Salud Pública.

Urdaneta G., Soemí. (1999). “Mortalidad por infecciones respiratorias agudas (IRA) y contaminación del aire : una estimación de funciones dosis-respuesta para Santa Fe de Bogotá”, Tesis de Magíster en Economía del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad de los Andes.

ANEXO 1
Mapa de Estaciones de Medición
Estadísticas por localidad
Morbilidad por rangos de edad

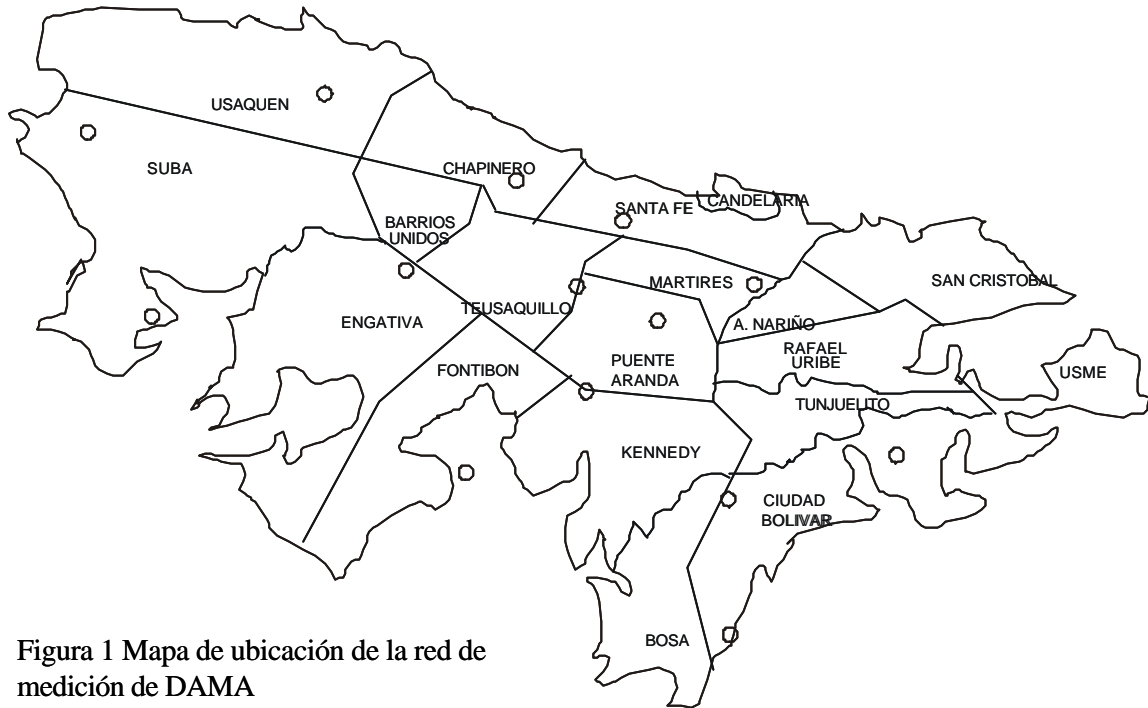


Figura 1 Mapa de ubicación de la red de medición de DAMA

Estadísticas descriptivas de cada localidad¹

Antonio Nariño (1997-1998)				
	MORB	SO	T	HR
Mean	4	11,6	12,2	0,7
Median	3	11	12,3	0,726
Maximum	15	22	14,8	0,924
Minimum	0	4	7,9	0,5
Std. Dev.	3,085842	3,244365	1,167078	0,071003
Skewness	0,727168	0,438731	-0,770135	-0,315304
Kurtosis	2,959294	2,898142	4,361385	3,425693
Jarque-Bera	45,68656	16,84176	91,20692	12,4942
Probability	0	0,00022	0	0,001936
Observations	518	518	518	518

Bariros Unidos (1997-1998)				
	MORB	PM	T	HR
Mean	2	32	12,2	0,72
Median	2	29	12,3	0,73
Maximum	7	150	14,8	0,92
Minimum	0	5	7,9	0,47
Std. Dev.	1,330283	17,08014	1,167078	0,071003
Skewness	0,905963	1,225705	-0,770135	-0,315304
Kurtosis	3,94977	6,907302	4,361385	3,425693
Jarque-Bera	90,32926	459,2161	91,20692	12,4942
Probability	0	0	0	0,001936
Observations	518	518	518	518

Bosa (1997-1998)				
	MORB	PM	T	HR
Mean	1	92	12,4	0,72
Median	1	89	12,4	0,72
Maximum	4	224	14,8	0,92
Minimum	0	24	9,6	0,47
Std. Dev.	0,82624	31,16628	0,926366	0,073304
Skewness	0,821182	0,540365	0,020478	-0,202417
Kurtosis	3,215908	3,35037	2,628788	3,303734
Jarque-Bera	59,22411	27,8584	3,010355	5,528469
Probability	0	0,000001	0,221978	0,063024
Observations	518	518	518	518

Chapinero (1997-1998)				
	MORB	PM	T	HR
Mean	2	32	12,2	0,72
Median	2	29	12,3	0,73
Maximum	8	150	14,8	0,92
Minimum	0	5	7,9	0,47
Std. Dev.	1,414833	17,15604	1,167078	0,071003
Skewness	0,905765	1,227207	-0,770135	-0,315304
Kurtosis	4,022726	6,873102	4,361385	3,425693
Jarque-Bera	93,40429	453,7912	91,20692	12,4942
Probability	0	0	0	0,001936
Observations	518	518	518	518

Fontibon (1997-1998)				
	MORB	PM	T	HR
Mean	0,5	82	12,4	0,72
Median	0	83	12,4	0,72
Maximum	3	200	14,8	0,92
Minimum	0	22	9,6	0,47
Std. Dev.	0,702896	22,72456	0,926366	0,073304
Skewness	1,19518	0,086417	0,020478	-0,202417
Kurtosis	3,406785	4,260852	2,628788	3,303734
Jarque-Bera	126,8949	34,95678	3,010355	5,528469
Probability	0	0	0,221978	0,063024
Observations	518	518	518	518

Martires (1997-1998)				
	MORB	SO	T	HR
Mean	0,36	65	12,4	0,72
Median	0	59	12,4	0,72
Maximum	3	141	14,8	0,92
Minimum	0	18	9,6	0,47
Std. Dev.	0,642186	25,26494	0,926366	0,073304
Skewness	1,83012	0,793106	0,020478	-0,202417
Kurtosis	6,003705	2,857451	2,628788	3,303734
Jarque-Bera	483,8897	54,74377	3,010355	5,528469
Probability	0	0	0,221978	0,063024
Observations	518	518	518	518

Pte. Aranda (1997-1998)				
	MORB	PM	T	HR
Mean	1	69	12,4	0,72
Median	0	67	12,4	0,72
Maximum	17	134	14,8	0,92
Minimum	0	22	9,6	0,47
Std. Dev.	2,12465	20,25464	0,926366	0,073304
Skewness	4,010476	0,263195	0,020478	-0,202417
Kurtosis	22,25167	2,815977	2,628788	3,303734
Jarque-Bera	9387,944	6,711364	3,010355	5,528469
Probability	0	0,034886	0,221978	0,063024
Observations	518	518	518	518

Tunuelito (1997-1998)				
	MORB	PM	T	HR
Mean	1	79	12,4	0,72
Median	1	82	12,4	0,72
Maximum	10	200	14,8	0,92
Minimum	0	22	9,6	0,47
Std. Dev.	1,170492	24,62921	0,926366	0,073304
Skewness	1,678445	0,039635	0,020478	-0,202417
Kurtosis	9,851346	3,610906	2,628788	3,303734
Jarque-Bera	1256,358	8,190654	3,010355	5,528469
Probability	0	0,01665	0,221978	0,063024
Observations	518	518	518	518

¹ **Nota:**

MORB : Morbilidad (# enfermos por cada 100 000)
 PM: Partículas en suspensión menor a 10 µm (PM₁₀)
 T: Temperatura en grados Celsius
 H: Humedad realtiva

Antonio Nariño					Barrios Unidos					Bosa					Chapinero				
Rango	Morb 1997	%	Morb 1998	%	Rango	Morb 1997	%	Morb 1998	%	Rango	Morb 1997	%	Morb 1998	%	Rango	Morb 1997	%	Morb 1998	%
0-5	182	10	158	12	0-5	425	53	696	56	0-5	371	36	351	37	0-5	279	35	288	33
6-18	240	13	233	18	6-18	263	33	405	33	6-18	251	24	252	27	6-18	105	13	85	10
19-50	487	27	255	19	19-50	69	9	70	6	19-50	189	18	116	12	19-50	194	24	226	26
>50	904	50	685	51	>50	45	6	73	6	>50	231	22	219	23	>50	219	27	271	31
Total	1813	100	1331	100	Total	802	100	1244	100	Total	1042	100	938	100	Total	797	100	870	100

Fontibon					Martires					Pte. Aranda					Tunjuelito				
Rango	Morb 1997	%	Morb 1998	%	Rango	Morb 1997	%	Morb 1998	%	Rango	Morb 1997	%	Morb 1998	%	Rango	Morb 1997	%	Morb 1998	%
0-5	222	38	159	36	0-5	925	54	862	51	0-5	356	47	477	43	0-5	500	46	386	36
6-18	127	22	117	27	6-18	453	27	430	26	6-18	240	32	353	32	6-18	329	30	290	27
19-50	120	21	83	19	19-50	89	5	96	6	19-50	78	10	117	11	19-50	123	11	187	18
>50	112	19	82	19	>50	240	14	288	17	>50	81	11	162	15	>50	141	13	203	19
Total	581	100	441	100	Total	1707	100	1676	100	Total	755	100	1109	100	Total	1093	100	1066	100

Morbilidad Total				
Rango	Morb 1997	%	Morb 1998	%
0-5	3260	38	3377	39
6-18	2008	23	2165	25
19-50	1349	16	1150	13
>50	1973	23	1983	23
Total	8590	100	8675	100

Morbilidad por rangos de edad por localidad y total

ANEXO 2
Salidas de las regresiones por localidad

Ant. Nariño

Dependent Variable: MORB
 Method: ML/QML - Poisson Count
 Date: 02/07/03 Time: 19:03
 Sample(adjusted): 7 518
 Included observations: 512 after adjusting endpoints
 Convergence achieved after 13 iterations
 Covariance matrix computed using second derivatives

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	6,066556	2,464208	2,461869	0,0138
SN1	-2,491868	0,582959	-4,274517	0,0000
COS1	1,513435	0,469683	3,222249	0,0013
SN3	0,148238	0,046984	3,155059	0,0016
COS3	-0,100843	0,0591	-1,706305	0,088
T(-1)	-0,696797	0,285106	-2,443992	0,0145
T2(-1)	0,028619	0,012246	2,337056	0,0194
HR(-3)	-6,415229	3,849094	-1,666686	0,0956
HR2(-3)	4,834652	2,744064	1,761858	0,0781
ND	0,02971	0,009759	3,044409	0,0023
ND2	-6,71E-05	1,90E-05	-3,530396	0,0004
X98	0,996028	0,17654	5,64195	0,0000
X2	0,247434	0,080578	3,07072	0,0021
X3	0,175745	0,086365	2,034904	0,0419
X4	0,172233	0,085397	2,016862	0,0437
X5	-0,097541	0,090474	-1,078115	0,281
X6	-0,638708	0,105465	-6,056106	0,0000
X7	-1,132126	0,118484	-9,555058	0,0000
SO(-6)	0,017272	0,00816	2,11664	0,0343
MORB(-1)	0,015591	0,0084	1,855961	0,0635

R-squared	0,382083	Mean dependent var	3,908203
Adjusted R-squared	0,35822	S,D, dependent var	3,096202
S,E, of regression	2,480404	Akaike info criterion	4,511469
Sum squared resid	3026,983	Schwarz criterion	4,677028
Log likelihood	-1134,936	Hannan-Quinn criter,	4,576368
Restr, log likelihood	-1391,646	Avg, log likelihood	-2,216672
LR statistic (19 df)	513,42	LR index (Pseudo-R2)	0,184465
Probability(LR stat)	0,0000		

B. Unidos

Dependent Variable: MORB
 Method: ML/QML - Poisson Count
 Date: 02/10/03 Time: 09:26
 Sample(adjusted): 7 518
 Included observations: 512 after adjusting endpoints
 Convergence achieved after 10 iterations
 Covariance matrix computed using second derivatives

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-80,02156	21,49211	-3,7233	0,0002
SN2	0,328319	0,149933	2,189769	0,0285
COS2	-0,564026	0,190755	-2,956806	0,0031
SN3	0,243324	0,089276	2,725526	0,0064
COS3	-0,026304	0,062815	-0,418753	0,6754
SN4	16,78024	4,842801	3,464986	0,0005
COS4	75,19159	20,92928	3,59265	0,0003
SN5	1,696723	0,82786	2,049529	0,0404
COS5	4,140502	3,176698	1,303398	0,1924
T(-1)	-0,052189	0,028455	-1,834121	0,0666
X98	0,609313	0,137076	4,445062	0
X2	-0,085	0,113016	-0,752107	0,452
X3	-0,050722	0,11209	-0,452515	0,6509
X4	-0,052542	0,11258	-0,466711	0,6407
X5	-0,123423	0,123502	-0,999357	0,3176
X6	-0,779816	0,156034	-4,997738	0,0000
X7	-0,92662	0,162289	-5,709698	0,0000
PM(-1)	0,002759	0,002236	1,234296	0,0217
MORB(-6)	0,028224	0,030254	0,932913	0,0509

R-squared	0,40535	Mean dependent var	1,791016
Adjusted R-squared	0,383639	S,D, dependent var	1,332007
S,E, of regression	1,045741	Akaike info criterion	2,920362
Sum squared resid	539,1324	Schwarz criterion	3,077643
Log likelihood	-728,6125	Hannan-Quinn criter,	2,982016
Restr, log likelihood	-833,9484	Avg, log likelihood	-1,423071
LR statistic (18 df)	210,6717	LR index (Pseudo-R2)	0,12631
Probability(LR stat)	0,0000		

Bosa

Dependent Variable: MORB
 Method: ML/QML - Poisson Count
 Date: 02/10/03 Time: 10:39
 Sample(adjusted): 8 518

Included observations: 511 after adjusting endpoints
 Convergence achieved after 8 iterations

Covariance matrix computed using second derivatives

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-2.463637	5.700259	-0.432197	0.6656
SN1	-0.761008	0.241393	-3.152572	0.0016
COS1	-1.707591	0.301545	-5.662808	0.0000
SN5	2.580939	1.248964	2.066464	0.0388
COS5	7.052723	4.711492	1.496919	0.1344
T(-7)	0.110683	0.070871	1.561746	0.0118
HR(-4)	-13.57454	7.849667	-1.729314	0.0838
HR2(-4)	10.27737	5.456028	1.883672	0.0596
ND	-0.01075	0.001959	-5.487043	0.0000
X2	0.218958	0.176583	1.239975	0.215
X3	0.247382	0.180612	1.369684	0.1708
X4	0.21344	0.186117	1.146805	0.2515
X5	0.170539	0.197774	0.862293	0.3885
X6	-0.248914	0.213095	-1.168089	0.2428
X7	-0.95482	0.282934	-3.374713	0.0007
PM(-7)	0.003113	0.001988	1.566096	0.0973
MORB(-5)	0.127577	0.067832	1.880767	0.06
R-squared	0.350036	Mean dependent var	0.810176	
Adjusted R-squared	0.328984	S,D, dependent var	0.819597	
S,E, of regression	0.671377	Akaike info criterion	2,048418	
Sum squared resid	222,6693	Schwarz criterion	2,189354	
Log likelihood	-506,3709	Hannan-Quinn criter,	2,10367	
Restr, log likelihood	-586,4848	Avg, log likelihood	-0,990941	
LR statistic (16 df)	160,2278	LR index (Pseudo-R2)	0,1366	
Probability(L R stat)	0,0000			

Chapinero

Dependent Variable: MORB
 Method: ML/QML - Poisson Count
 Date: 02/07/03 Time: 19:14
 Sample(adjusted): 4 518

Included observations: 515 after adjusting endpoints
 Convergence achieved after 5 iterations

Covariance matrix computed using second derivatives

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	1.1569	0.369502	3.130969	0.0017
SN1	0.114349	0.060586	1.887376	0.0591
COS1	-0.059217	0.050533	-1.171845	0.2413
SN3	0.088994	0.049346	1.803451	0.0713
COS3	-0.006098	0.04585	-0.133004	0.8942
T(-1)	-0.088028	0.044714	-1.968689	0.049
T2(-2)	0.003774	0.001922	1.963406	0.0496
X2	-0.208953	0.11401	-1.832764	0.0668
X3	-0.142377	0.113101	-1.258845	0.2081
X4	-0.231563	0.113971	-2.031769	0.0422
X5	-0.266688	0.116314	-2.292829	0.0219
X6	-0.897073	0.136238	-6.5846	0.0000
X7	-0.943611	0.137552	-6.860049	0.0000
PM(-3)	0.003636	0.001864	1.950004	0.0512
MORB(-1)	0.043998	0.023703	1.856248	0.0634
MORB(-2)	0.051209	0.024256	2.111216	0.0348
R-squared	0.229499	Mean dependent var	1,98835	
Adjusted R-squared	0.206338	S,D, dependent var	1,418287	
S,E, of regression	1,263519	Akaike info criterion	3,209813	
Sum squared resid	796,6441	Schwarz criterion	3,34167	
Log likelihood	-810,5268	Hannan-Quinn criter,	3,261488	
Restr, log likelihood	-873,7689	Avg, log likelihood	-1,573838	
LR statistic (15 df)	126,4841	LR index (Pseudo-R2)	0,072378	
Probability(L R stat)	0,0000			

Fontibon

Dependent Variable: MORB
 Method: ML/QML - Poisson Count
 Date: 02/10/03 Time: 09:39
 Sample(adjusted): 8 518

Included observations: 511 after adjusting endpoints
 Convergence achieved after 8 iterations

Covariance matrix computed using second derivatives

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-9,27726	6,131338	-1,513089	0,1303
SN1	0,015929	0,181716	0,087659	0,9301
COS1	0,006478	0,011049	0,586315	0,5577
SN2	0,325298	0,163918	1,984516	0,0472
COS2	0,210372	0,122089	1,723104	0,0849
SN4	0,229315	0,10795	2,124272	0,0336
COS4	-0,024503	0,099907	-0,24526	0,8063
SN6	2,38098	1,575681	1,511108	0,1308
COS6	5,894597	5,892227	1,000402	0,3171
T2(-6)	0,001375	0,003624	0,37944	0,0704
HR(-7)	1,912283	1,067313	1,79168	0,0732
X2	0,098533	0,244964	0,402235	0,6875
X3	0,174681	0,242655	0,719874	0,4716
X4	0,169788	0,243286	0,697895	0,4852
X5	0,275375	0,240295	1,145989	0,2518
X6	0,204548	0,275944	0,741269	0,4585
X7	-0,426789	0,318174	-1,34137	0,1798
PM(-6)	0,004975	0,003291	1,51152	0,0913
MORB(-1)	0,208989	0,089127	2,344842	0,019
R-squared	0,149022	Mean dependent var	0,485323	
Adjusted R-squared	0,117889	S,D, dependent var	0,699636	
S,E, of regression	0,657103	Akaike info criterion	1,767519	
Sum squared resid	212,4381	Schwarz criterion	1,925036	
Log likelihood	-432,6012	Hannan-Quinn criter,	1,829271	
Restr, log likelihood	-468,7083	Avg, log likelihood	-0,846578	
LR statistic (18 df)	72,21407	LR index (Pseudo-R2)	0,077035	
Probability(LR stat)	1,90E-08			

Mártires

Dependent Variable: MORB
 Method: ML/QML - Poisson Count
 Date: 02/10/03 Time: 09:41
 Sample(adjusted): 8 518

Included observations: 511 after adjusting endpoints
 Convergence achieved after 9 iterations

Covariance matrix computed using second derivatives

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	2,65944	12,49698	0,212807	0,8315
SN5	5,130249	1,952365	2,627711	0,0086
COS5	14,75181	7,32437	2,014072	0,044
T2(-4)	0,131115	0,062601	2,094456	0,0362
T(-4)	-3,258157	1,572566	-2,071873	0,0383
HR2(-7)	-1,958703	0,859137	-2,27985	0,0226
HR2(-5)	1,547508	0,838606	1,845335	0,065
X2	0,731711	0,288824	2,533409	0,0113
X3	0,76026	0,291056	2,612076	0,009
X4	0,230062	0,308507	0,745727	0,4558
X5	0,343164	0,309423	1,109046	0,2674
X6	0,520026	0,333737	1,558188	0,1192
X7	-1,198657	0,565896	-2,118159	0,0342
SO(-6)	0,062791	0,024696	2,542613	0,011
MORB(-1)	0,177249	0,102718	1,725584	0,0844
MORB(-2)	0,283316	0,107716	2,630211	0,0085
R-squared	0,133604	Mean dependent var	0,362035	
Adjusted R-squared	0,107349	S,D, dependent var	0,644773	
S,E, of regression	0,609183	Akaike info criterion	1,472363	
Sum squared resid	183,6964	Schwarz criterion	1,605009	
Log likelihood	-360,1888	Hannan-Quinn criter,	1,524365	
Restr, log likelihood	-403,8144	Avg, log likelihood	-0,70487	
LR statistic (15 df)	87,25118	LR index (Pseudo-R2)	0,108034	
Probability(LR stat)	3,22E-12			

Pte. Aranda

Dependent Variable: MORB
 Method: ML/QML - Poisson Count
 Date: 02/10/03 Time: 09:46
 Sample(adjusted): 4 518

Included observations: 515 after adjusting endpoints
 Convergence achieved after 9 iterations
 Covariance matrix computed using second derivatives

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	13,47841	8,327186	1,618604	0,1055
SN2	1,078201	0,236615	4,55678	0,0000
COS2	0,707008	0,140986	5,014746	0,0000
SN3	0,542285	0,164543	3,295709	0,001
COS3	0,212312	0,103667	2,048013	0,0406
SN6	4,140968	1,996751	2,073853	0,0381
COS6	4,234	2,639206	1,60427	0,1087
T(-3)	-3,15862	1,189766	-2,654824	0,0079
T2(-3)	0,116772	0,047936	2,436024	0,0148
T(-2)	0,275332	0,083817	3,284933	0,001
HR2(-1)	10,54887	5,755733	1,832759	0,0668
HR(-1)	-13,65087	8,32176	-1,640383	0,1009
X98	4,11872	0,672321	6,126118	0,0000
ND	-0,00798	0,001373	-5,811431	0,0000
X2	0,728165	0,186946	3,895052	0,0001
X3	0,606618	0,206729	2,934362	0,0033
X4	0,149885	0,201172	0,745059	0,4562
X5	-0,371259	0,215742	-1,720846	0,0853
X6	-0,22321	0,209424	-1,06583	0,2865
X7	0,312656	0,203323	1,537733	0,1241
PM(-2)	0,003849	0,003611	1,065757	0,2886
PM(-3)	0,009096	0,003759	2,419691	0,0155
MORB(-2)	0,108168	0,013454	8,040042	0
R-squared	0,136065	Mean dependent var	0,842718	
Adjusted R-squared	0,097434	S,D, dependent var	2,083967	
S,E, of regression	1,979841	Akaike info criterion	3,11181	
Sum squared resid	1928,527	Schwarz criterion	3,301356	
Log likelihood	-778,2912	Hannan-Quinn criter,	3,186093	
Restr, log likelihood	-897,7619	Avg, log likelihood	-1,511245	
LR statistic (22 df)	238,9414	LR index (Pseudo-R2)	0,133076	
Probability(L R stat)	0,0000			

Tuniuelito

Dependent Variable: MORB
 Method: ML/QML - Poisson Count
 Date: 02/10/03 Time: 09:48
 Sample(adjusted): 5 518

Included observations: 514 after adjusting endpoints
 Convergence achieved after 4 iterations
 Covariance matrix computed using second derivatives

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-0,565615	0,341052	-1,658442	0,0972
SN1	0,13411	0,105438	1,271932	0,2034
COS1	0,016499	0,006563	2,514108	0,0119
T2(-4)	0,002131	0,001731	1,230726	0,0218
X2	0,134617	0,147266	0,914108	0,3607
X3	0,118955	0,151346	0,78598	0,4319
X4	-0,01448	0,154469	-0,093741	0,9253
X5	-0,057857	0,156397	-0,369936	0,7114
X6	-0,202661	0,161638	-1,253798	0,2099
X7	-0,400202	0,171157	-2,33821	0,0194
PM(-1)	0,001153	0,001705	0,676235	0,0498
MORB(-1)	0,15937	0,028295	5,63244	0,0000
R-squared	0,10395	Mean dependent var	1,247082	
Adjusted R-squared	0,084315	S,D, dependent var	1,171145	
S,E, of regression	1,120685	Akaike info criterion	2,814007	
Sum squared resid	630,4795	Schwarz criterion	2,913047	
Log likelihood	-711,1998	Hannan-Quinn criter,	2,852824	
Restr, log likelihood	-741,0206	Avg, log likelihood	-1,383657	
LR statistic (11 df)	59,64158	LR index (Pseudo-R2)	0,040243	
Probability(L R stat)	1,08E-08			