

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN - CHILE  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

***ESTUDIO DEL IMPACTO DE LAS  
CONCENTRACIONES DE MP<sub>2,5</sub> Y  
MP<sub>10</sub> EN LAS ENFERMEDADES  
RESPIRATORIAS DE LA  
POBLACIÓN DE LA COMUNA DE  
LOS ÁNGELES***

por  
**Alessandra Belén Fernández Bustos**

Profesor Guía:  
**Jorge Rodrigo Jimenez Del Rio**

Tesis presentada a la

**DIRECCIÓN DE POSTGRADO  
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION**



Para optar al grado de

**MAGISTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Concepción, Diciembre 2022

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN - CHILE  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

***ESTUDIO DEL IMPACTO DE LAS  
CONCENTRACIONES DE MP2,5 Y MP10  
EN LAS ENFERMEDADES  
RESPIRATORIAS DE LA POBLACIÓN  
DE LA COMUNA DE LOS ÁNGELES.***

por

**Alessandra  
Fernández Bustos**

Profesor Guía:

**Jorge Jimenez Del Rio**

Tesis presentada a la

**DIRECCIÓN DE POSTGRADO  
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**



Para optar al grado de

**MAGISTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Concepción, Diciembre 2022

## RESUMEN

En Chile, la rápida expansión urbana, el parque automotriz, las industrias y el uso residencial de leña son responsables de que el 90% de la población esté en zonas contaminadas. Los recurrentes episodios de mala calidad del aire teniendo un efecto negativo en la salud de la población. La ciudad de Los Ángeles, en centro-sur de Chile, tiene problemas de calidad del aire y se evaluaron los efectos de esta sobre las atenciones de urgencias e ingresos hospitalarios por causas respiratorias y circulatorias entre los años 2013-2019. Se utilizaron modelos de Poisson y Binomial Negativo para evaluar la relación entre la concentración de material particulado respirable ( $PM_{10}$ ) y fino ( $PM_{2,5}$ ) y las atenciones de urgencias e ingresos hospitalarios, considerando los grupos etarios: menores de 15 años, entre 15 y 64, y mayores de 65. Se obtuvieron relaciones positivas, para los ingresos hospitalarios y atenciones de urgencia por causas respiratorias en menores de 15 años. Un aumento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la concentración diaria de  $PM_{10}$  significó un incremento en 1% y 0.3% en las hospitalizaciones y urgencias, respectivamente. Un aumento en la concentración de  $PM_{2,5}$  se relacionó con un aumento de 3% y 2% en las consultas de urgencia en los dos primeros grupos etarios. No se observaron efectos significativos por causas circulatorias. Al cuantificar el impacto económico de este incremento, se obtiene que una variación de  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en los contaminantes se traduce en un costo anual de 617,12 millones de pesos. Se propone replicar el estudio, complementándolo con otros contaminantes, segregando las variables dependientes con el fin de conocer el efecto de estos contaminantes en cada enfermedad estudiada.

**Palabras clave:** Material particulado; enfermedades respiratorias; combustión de leña.

## ABSTRACT

In Chile, the rapid urban expansion, vehicular traffic, industrial activities and the residential use of firewood are responsible for the fact that 90% of the population lives in contaminated areas. The recurring episodes of poor air quality have a negative effect on the health of the population. The city of Los Angeles, in south-central Chile, has air quality problems and the effects of air quality on emergency

care and hospital admissions for respiratory and circulatory causes between the years 2013-2019 were evaluated. Poisson and Negative Binomial models were used to evaluate the relationship between the concentration of respirable particulate matter ( $PM_{10}$ ) and fine particulate matter ( $PM_{2.5}$ ) and emergency care and hospital admissions, considering the age groups: under 15 years of age, between 15 and 64, and older than 65. Positive relationships were obtained for hospital admissions and emergency care for respiratory causes in children under 15 years of age. An increase of  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in the daily concentration of  $PM_{10}$  meant an increase of 1% and 0.3% in hospitalizations and emergencies, respectively. An increase in  $PM_{2.5}$  concentration was associated with a 3% and 2% increase in emergency visits in the first two age groups. No significant effects were observed for circulatory causes. When quantifying the economic impact of this increase, it is obtained that a variation of  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in both pollutants translates into an annual cost of \$617,12 million. It is proposed to replicate the study, complementing it with other contaminants, segregating the dependent variables in order to know the effect of these contaminants on each disease studied.

**Keywords:** Particulate matter; respiratory diseases; Wood combustion.

## INDICE

CAPÍTULO 1 .....	1
Introducción.....	1
Hipótesis .....	2
Objetivo General .....	2
Objetivos Específicos .....	3
CAPÍTULO 2 .....	4
Revisión Bibliográfica.....	4
Contaminación Atmosférica .....	4
Material particulado atmosférico y efectos negativos en la salud de la población.....	11
Normativa ambiental aplicable para calidad del aire.....	19
Calidad del aire en Los Ángeles .....	21
CAPÍTULO 3 .....	24
Metodología.....	24
Bases de datos .....	24
Variables definidas para el estudio .....	25
Selección del Modelo a utilizar .....	27
Cálculo del impacto económico de la contaminación .....	28
CAPÍTULO 4 .....	30
Resultados .....	30
Diagnóstico de variables .....	30
Atribución de las enfermedades respiratorias a la contaminación del aire.....	39
Impacto económico de la contaminación del aire.....	41
CAPÍTULO 5 .....	44
Conclusiones .....	44

CAPÍTULO 6 .....	46
Referencias .....	46
CAPÍTULO 7 .....	50
Anexos .....	50
Anexo A. Resultados modelos .....	50



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Tamaño relativo de partículas gruesas, finas y ultrafinas.....	5
<b>Figura 2.</b> Promedio trianual de concentraciones ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de material particulado fino ( $\text{MP}_{2,5}$ ) en estaciones de monitoreo del país, 2017 – 2019.....	7
<b>Figura 3.</b> Promedio trianual de concentraciones ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de material particulado respirable ( $\text{MP}_{10}$ ) en estaciones de monitoreo del país, 2017 - 2019.....	8
<b>Figura 4.</b> Composición de las emisiones al aire de $\text{MP}_{2,5}$ , $\text{NO}_x$ y $\text{SO}_2$ según tipo de fuente, en el año 2018.....	10
<b>Figura 5.</b> Emisiones al aire de $\text{MP}_{2,5}$ , $\text{NO}_x$ y $\text{SO}_2$ por región y según tipo de fuente, año 2018.....	11
<b>Figura 6.</b> Ubicación de las estaciones de monitoreo calidad de aire en Los Ángeles.....	23
<b>Figura 7.</b> Concentraciones diarias de $\text{MP}_{10}$ en la comuna de Los Ángeles, periodo 2013-2019. ....	30
<b>Figura 8.</b> Concentraciones diarias de $\text{MP}_{2,5}$ en la comuna de Los Ángeles, periodo 2013-2019. ....	32
<b>Figura 9.</b> Temperatura en Los Ángeles en los años 2013-2019.....	33
<b>Figura 10.</b> Precipitación acumulada mensual registrada en Los Ángeles para los años 2013-2019. ....	35
<b>Figura 11.</b> Velocidades del viento en Los Ángeles, 2013-2019. ....	37
<b>Figura 12.</b> Humedad relativa (%) en Los Ángeles, 2013-2019. ....	38
<b>Figura 13.</b> Riesgo relativo asociado al ingreso hospitalario de G1 y a las urgencias de G1, G2 y G3 por enfermedades respiratorias, para distintos incrementos de $\text{MP}_{10}$ .....	40
<b>Figura 14.</b> Riesgo relativo asociado a las urgencias de G1 y G2 por enfermedades respiratorias, para distintos incrementos de $\text{MP}_{2,5}$ . ....	41

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características del material particulado atmosférico .....	9
<b>Tabla 2.</b> Resumen de metodologías en estudios sobre los efectos del material particulado en la salud de la población. ....	17
<b>Tabla 3.</b> Valores de las directrices de la OMS sobre la concentración ambiental de MP. ....	19
<b>Tabla 4.</b> Variables dependientes usada en los modelos .....	25
<b>Tabla 5.</b> Definición de variables independientes .....	25
<b>Tabla 6.</b> Promedio Anual y Percentil 98 de concentraciones de MP <sub>10</sub> para los años de estudio. ....	31
<b>Tabla 7.</b> Promedios trianuales de concentraciones de MP <sub>10</sub> durante estudio.....	31
<b>Tabla 8.</b> Promedio Anual y Percentil 98 de concentraciones de MP <sub>2,5</sub> para los años de estudio. ....	32
<b>Tabla 9.</b> Promedios trianuales de concentraciones de MP <sub>2,5</sub> durante estudio. ....	33
<b>Tabla 10.</b> Resumen de promedios, valores mínimos y máximos de la temperatura para los 7 años de estudio en la comuna de Los Ángeles. ....	34
<b>Tabla 11.</b> Resumen de precipitación acumulada anual y valores máximos de las precipitaciones diarias para los 7 años de estudio en la comuna de Los Ángeles. ....	36
<b>Tabla 12.</b> Resumen de promedios, valores mínimos y máximos de la velocidad del viento diaria para los 5 años de estudio en Los Ángeles.....	36
<b>Tabla 13.</b> Resumen de promedios, valores mínimos y máximos de la humedad relativa para los 7 años de estudio en la comuna de Los Ángeles. ....	38
<b>Tabla 14.</b> Estimación del coeficiente $\beta$ para el material particulado, enfermedades respiratorias. ....	39
<b>Tabla 15.</b> Datos utilizados para calcular impacto económico.....	42
<b>Tabla 16.</b> Costo (pesos) anual de hospitalización por variación en concentración de MP. ....	42
<b>Tabla 17.</b> Costo anual (millones de pesos) por variación de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ concentración de MP .....	43
<b>Tabla 18.</b> Anexo A.1.1-1 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 1, Poisson.....	50



<b>Tabla 19.</b> Anexo A.1.1-2 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 2, Poisson.....	52
<b>Tabla 20.</b> Anexo A.1.1-3 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 3, Poisson.....	53
<b>Tabla 21.</b> Anexo A.1.1-4 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 1, Binomial Negativo.....	54
<b>Tabla 22.</b> Anexo A.1.1-5 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 2, Binomial Negativo.....	56
<b>Tabla 23.</b> Anexo A.1.1-6 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 3, Binomial Negativo.....	57
<b>Tabla 24.</b> Anexo A.1.1-7 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 1, Poisson.....	58
<b>Tabla 25.</b> Anexo A.1.1-8 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 2, Poisson.....	60
<b>Tabla 26.</b> Anexo A.1.1-9 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 3, Poisson.....	62
<b>Tabla 27.</b> Anexo A.1.1-10 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 1, Binomial Negativo. .....	64
<b>Tabla 28.</b> Anexo A.1.1-11 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 2, Binomial Negativo. .....	66
<b>Tabla 29.</b> Anexo A.1.1-12 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 3, Binomial Negativo. .....	68
<b>Tabla 30.</b> Anexo A.1.2-1 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 1, Poisson.....	70
<b>Tabla 31.</b> Anexo A.1.2-2 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 2, Poisson.....	71
<b>Tabla 32.</b> Anexo A.1.2-3 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 3, Poisson.....	73

<b>Tabla 33.</b> Anexo A.1.2-4 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 1, Binomial Negativo.....	74
<b>Tabla 34.</b> Anexo A.1.2-5 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 2, Binomial Negativo.....	75
<b>Tabla 35.</b> Anexo A.1.2-6 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 3, Binomial Negativo.....	76
<b>Tabla 36.</b> Anexo A.1.2-7 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 1, Poisson.....	77
<b>Tabla 37.</b> Anexo A.1.2-8 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 2, Poisson.....	78
<b>Tabla 38.</b> Anexo A.1.2-9 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 3, Poisson.....	80
<b>Tabla 39.</b> Anexo A.1.2-10 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 1, Binomial Negativo. ....	81
<b>Tabla 40.</b> Anexo A.1.2-11 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 2, Binomial Negativo. ....	82
<b>Tabla 41.</b> Anexo A.1.2-12 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 3, Binomial Negativo. ....	83
<b>Tabla 42.</b> Anexo A.2.1-1 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 1, Poisson.....	84
<b>Tabla 43.</b> Anexo A.2.1-2 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 2, Poisson.....	86
<b>Tabla 44.</b> Anexo A.2.1-3 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 3, Poisson.....	87
<b>Tabla 45.</b> Anexo A.2.1-4 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 1, Binomial Negativo.....	88
<b>Tabla 46.</b> Anexo A.2.1-5 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 2, Binomial Negativo.....	89

<b>Tabla 47.</b> Anexo A.2.1-6 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 3, Binomial Negativo.....	90
<b>Tabla 48.</b> Anexo A.2.1-7 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 1, Poisson.....	91
<b>Tabla 49.</b> Anexo A.2.1-8 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 2, Poisson.....	93
<b>Tabla 50.</b> Anexo A.2.1-9 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 3, Poisson.....	95
<b>Tabla 51.</b> Anexo A.2.1-10 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 1, Binomial Negativo. ....	97
<b>Tabla 52.</b> Anexo A.2.1-11 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 2, Binomial Negativo. ....	99
<b>Tabla 53.</b> Anexo A.2.1-12 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 3, Binomial Negativo. ....	101
<b>Tabla 54.</b> Anexo A.2.2-1 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 1, Poisson.....	103
<b>Tabla 55.</b> Anexo A.2.2-2 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 2, Poisson.....	104
<b>Tabla 56.</b> Anexo A.2.2-3 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 3, Poisson.....	106
<b>Tabla 57.</b> Anexo A.2.2-4 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 1, Binomial Negativo.....	107
<b>Tabla 58.</b> Anexo A.2.2-5 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 2, Binomial Negativo.....	108
<b>Tabla 59.</b> Anexo A.2.2-6 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 3, Binomial Negativo.....	110
<b>Tabla 60.</b> Anexo A.2.2-7 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 1, Poisson.....	111

<b>Tabla 61.</b> Anexo A.2.2-8 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 2, Poisson.....	112
<b>Tabla 62.</b> Anexo A.2.2-9 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 3, Poisson.....	114
<b>Tabla 63.</b> Anexo A.2.2-10 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 1, Binomial Negativo. .....	115
<b>Tabla 64.</b> Anexo A.2.2-11 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 2, Binomial Negativo. .....	116
<b>Tabla 65.</b> Anexo A.2.2-12 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 2, Binomial Negativo. .....	117



# CAPÍTULO 1

## Introducción

El crecimiento económico de Chile ha traído consigo un aumento significativo en la contaminación ambiental (Romero & Vásquez, 2005), siendo los problemas de contaminación del aire en las zonas pobladas una de las prioridades en materia de gestión ambiental. La presencia de elementos contaminantes en la atmósfera, que alteran su composición y afecta a los diversos componentes del ecosistema, se conoce como contaminación del aire o contaminación atmosférica (Oyarzún, 2010). En la actualidad, las principales zonas pobladas de Chile se han visto afectadas por problemas de contaminación del aire, como se ha demostrado con diversos estudios, terminan afectando negativamente la salud de la población y los ecosistemas (Velasquí, 2018; Oyarzún, 2010).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha considerado a la contaminación del aire como una de las mayores amenazas medioambientales para la salud humana. Cada año, la exposición a aire contaminado causa aproximadamente 7 millones de muertes prematuras y provoca la pérdida de millones de años de vida saludable. La carga de morbilidad atribuible a la contaminación del aire es considerada en el mismo nivel que otros importantes riesgos para la salud de la población; entre ellos, la dieta malsana y el tabaquismo (WHO, 2021).

El material particulado está formado por una mezcla de partículas sólidas y líquidas que afectan la salud de las personas no solo por ser considerablemente pequeñas, además tienen la capacidad de mantenerse suspendidas en aire y ser transportadas grandes distancias. Los distintos tamaños en que está presente en el ambiente le permiten penetrar por las vías respiratorias de las personas hasta llegar incluso al torrente sanguíneo, volviéndolo un potencial riesgo para los órganos del cuerpo humano (Frumkin, 2010). El material particulado afecta negativamente a la población incluso en concentraciones relativamente bajas. En cuanto al tamaño del material particulado presente en el aire, se distinguen 2 tamaños de interés desde el punto de vista del riesgo que representa para la salud de la población. Se define el material particulado respirable o MP<sub>10</sub> (material particulado con diámetro aerodinámico  $\leq 10 \mu\text{m}$ ) y el material particulado respirable fino o MP<sub>2,5</sub> (material particulado con diámetro aerodinámico  $\leq 2,5 \mu\text{m}$ ).

La comuna de Los Ángeles, región del Biobío es una de las zonas pobladas del sur de Chile que experimenta graves problemas de calidad del aire en los meses de invierno. En marzo del año 2015, fue declarada zona saturada por material particulado respirable (MP<sub>10</sub>) y fino (MP<sub>2,5</sub>) al superar los límites primarios de calidad del aire para material particulado fino. El estudio realizado para la elaboración de su respectivo plan de descontaminación (PDA) destaca al monóxido de carbono (CO) como una de las principales emisiones de contaminantes de la zona, aportando el 69% de la contaminación. Le siguen las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COVs) que aportan el 24%, y el material particulado que aporta el 5,7% de la contaminación atmosférica. Este último contaminante, contribuye al 63% de las emisiones atmosféricas areales, donde se incluye la combustión residencial de leña, que representa el 97% del total de emisiones de esta fuente. La contaminación del aire en la zona ha sido señalada como causante de múltiples enfermedades en la población, afectando principalmente a niños, adultos mayores y personas con enfermedades al corazón y las vías respiratorias (Oyarzún, 2010).

El poder establecer el vínculo existente entre las atenciones en urgencias y las hospitalizaciones por enfermedades cardio-respiratorias y la exposición a la contaminación del aire, puede ser un paso fundamental en la evaluación del impacto que tiene la mala calidad del aire sobre la población. Para ello, se puede recurrir al uso de modelos estadísticos que permitan establecer la relación entre la concentración de MP<sub>10</sub> y MP<sub>2,5</sub> y el riesgo de enfermarse entre la población susceptible y sus respectivos costos económicos.

### **Hipótesis**

Existe una relación significativa entre el alza de la concentración de material particulado ambiental y las consultas por enfermedades respiratorias en la ciudad de Los Ángeles, lo que genera un costo económico para el sistema de salud y las personas.

### **Objetivo General**

Establecer la relación entre los niveles de concentración ambiental de material particulado atmosférico y las enfermedades cardio- respiratorias en la población de la comuna de Los Ángeles y estimar sus repercusiones económicas para el sistema de salud.

## Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de la calidad del aire y las variables meteorológicas de la ciudad de Los Ángeles.
- Establecer la relación entre parámetros ambientales y las consultas por enfermedades respiratorias en la red de salud.
- Estimar el riesgo relativo asociado a los niveles de concentración de material particulado (MP<sub>10</sub> y MP<sub>2,5</sub>) para la población de Los Ángeles
- Estimar el impacto económico que genera la mala calidad del aire.



## CAPÍTULO 2

### Revisión Bibliográfica

En este capítulo se presenta una revisión bibliográfica tanto de los conceptos básicos que ayudaran a la comprensión de la siguiente investigación, como de los diversos estudios realizados a nivel nacional e internacional respecto al tema.

### Contaminación Atmosférica

Tal como indica la Ley 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, se denomina contaminación a la presencia de sustancias, elementos, energía o una combinación de ellos en el ambiente, que en ciertos niveles, concentraciones o periodos de tiempo puede representar un riesgo a la salud y calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental (Biblioteca Nacional del Congreso, 1994).

La contaminación del aire incluye la presencia de una variedad de sustancias, tanto químicas como biológicas que, según su origen pueden ser clasificados como contaminantes antropogénicos (derivados de la actividad humana) o naturales (de procesos de la naturaleza). Adicionalmente, dependiendo de la forma en que estas sustancias se emiten al medio pueden ser considerados como contaminantes primarios, emitido directamente desde una fuente al aire o secundarios los que se forman gracias a una reacción química entre contaminantes primarios (Oyarzun, 2010).

En Chile, el Ministerio del Medio Ambiente indicó en su Tercer Reporte del Estado del Medio Ambiente (MMA, 2017) que es posible reconocer tres grandes fuentes de contaminación del aire en el país: los medios de transporte, las actividades industriales y la calefacción de las viviendas. Además, señala que los contaminantes atmosféricos riesgosos para la salud humana son el material particulado y compuestos químicos gaseosos tales como; dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), ozono ( $\text{O}_3$ ), dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ).

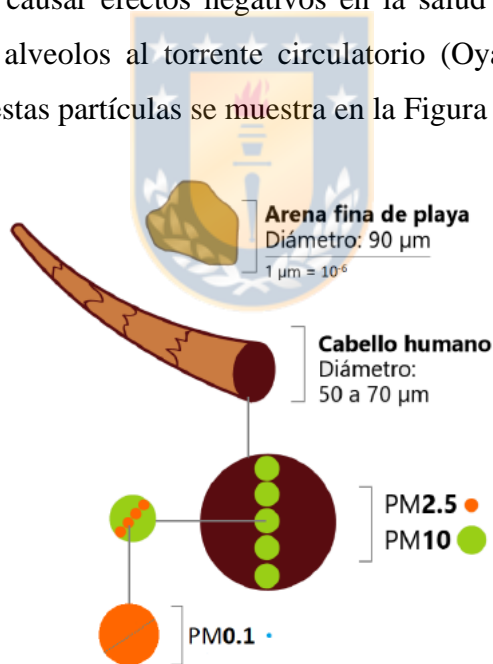
### Material Particulado

Dentro de los distintos contaminantes del aire es posible encontrar el material particulado (MP), que es el que en mayor medida afecta la salud de las personas debido a que por el



tamaño de sus partículas pueden éstas mantenerse suspendidas y ser transportadas grandes distancias, A medida que sus partículas son más pequeñas, mayor es su capacidad de penetración profunda en el tracto respiratorio.

Vargas (2011) indica que material particulado atmosférico presenta una composición compleja de carbono elemental, compuestos orgánicos, óxidos de silicio, hierro, aluminio, carbonatos, sulfatos, nitratos, amonio, cloruros, metales traza, polen, hongos y bacterias. Esta mezcla de sustancias orgánicas e inorgánicas suspendidas en el aire se pueden clasificar, dependiendo de su diámetro aerodinámico, en fracciones respirable, fina y ultrafina. Cuando su diámetro aerodinámico es menor o igual a 10 micrones se denominan  $MP_{10}$ , perteneciendo a la fracción respirable, mientras que las partículas que tienen un diámetro aerodinámico menor o igual a 2,5 micrones son llamadas  $MP_{2,5}$  y se consideran finas (Frumkin, 2010). Respecto a las partículas ultrafinas, se han descubierto partículas cuyo diámetro aerodinámico es menor o igual a 0,1 micrones, las que tienen aún más potencial para causar efectos negativos en la salud de las personas al pasar directamente desde los alveolos al torrente circulatorio (Oyarzún, 2010). El tamaño relativo de cada una de estas partículas se muestra en la Figura 1 a continuación.



Fuente: Elaboración propia en base a sitio web del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

**Figura 1.** Tamaño relativo de partículas gruesas, finas y ultrafinas.

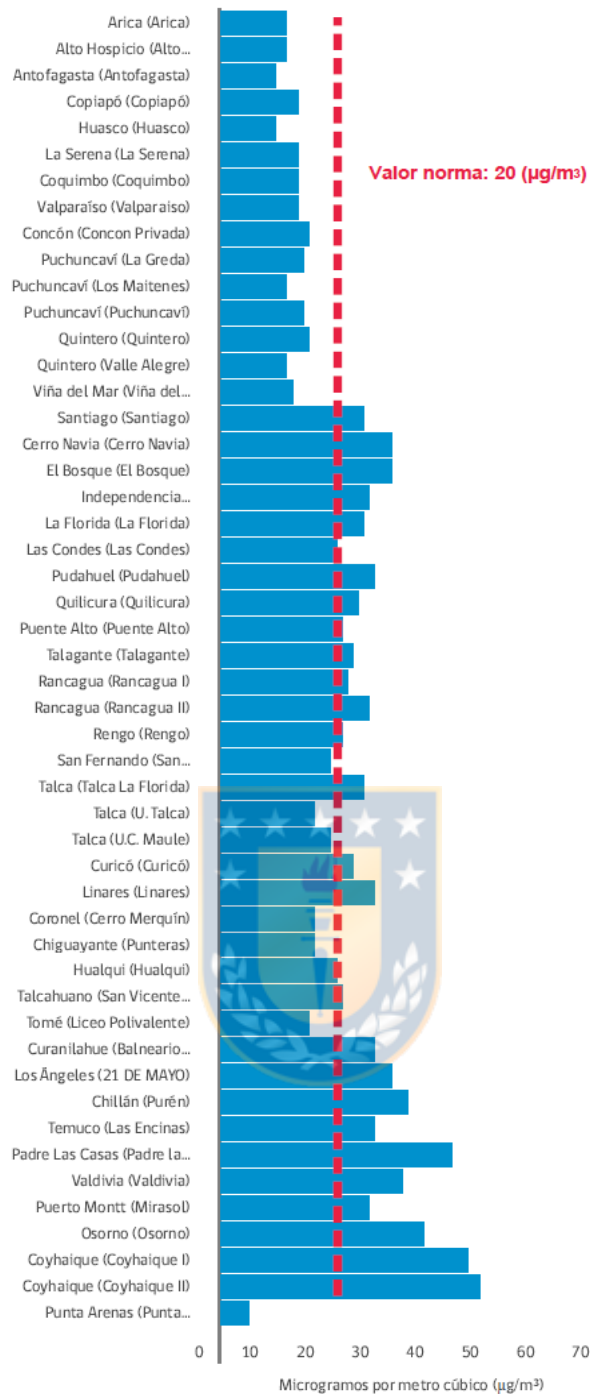
En el Informe del Estado del Medio Ambiente (IEMA) publicado el año 2020, se dio a conocer la realidad de la contaminación ambiental a nivel nacional, entregando el promedio trianual (años 2017-2019) tanto para  $MP_{10}$  y  $MP_{2,5}$ . En la Figura 2 se puede

apreciar cómo las ciudades del centro y sur del país son las que exhiben mayores niveles de concentración de  $MP_{2,5}$ , superando los  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (microgramos por metro cúbico) fijados como límite máximo promedio anual en la normativa nacional vigente (D.S. 12/2011 del MMA). El informe señala que los niveles de  $MP_{2,5}$  aumentan con la latitud, siendo esto explicado por las diferentes condiciones de ventilación y por la intensidad del uso de la leña para calefacción y cocción de alimentos en el sur del país.

La zona norte presenta menores niveles de concentración de material particulado y se explica porque en esa zona se cuenta con mejores condiciones de ventilación y las principales fuentes de emisión de material particulado, entre ellas fundiciones de cobre y las termoeléctricas, cuentan con regulaciones vigentes, lo que en cierta medida reduce las emisiones de contaminantes del aire.

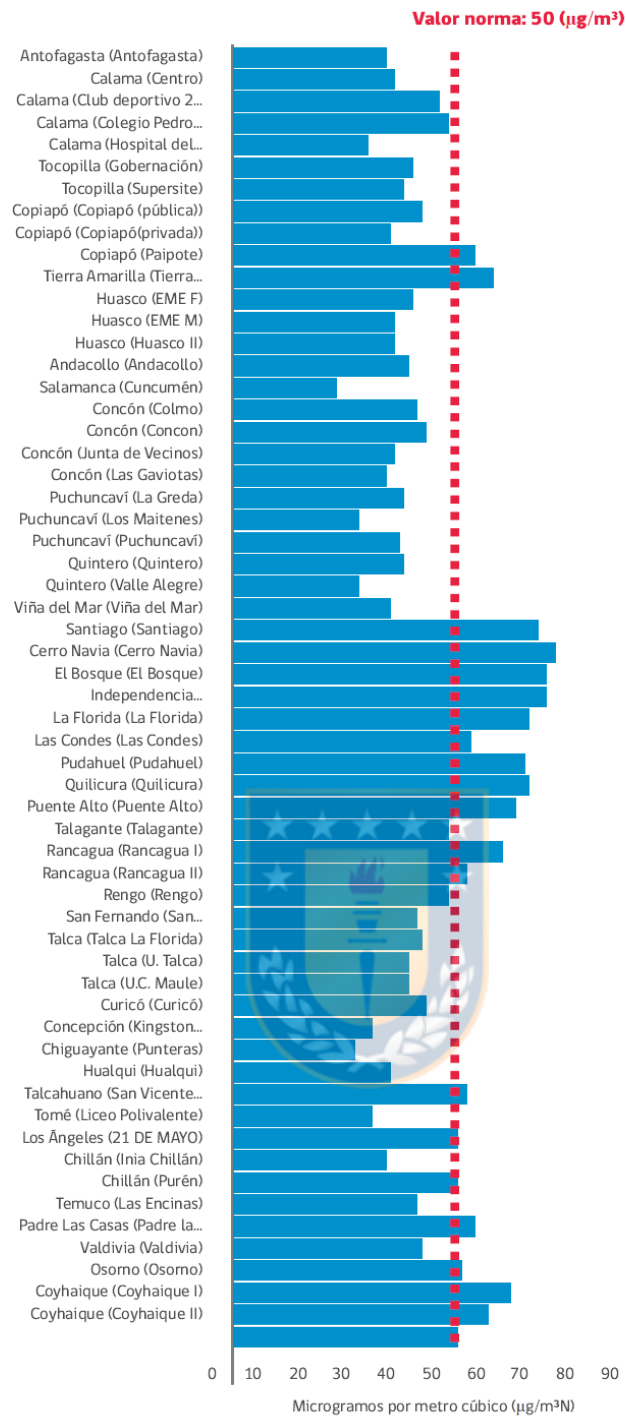
Por el contrario, en el centro y sur del país las características geográficas y meteorológicas favorecen la acumulación y transformación de los contaminantes, sobre todo en la época más fría (mayo-agosto) donde la combustión residencial de leña para calefacción alcanza su mayor intensidad.

En cuanto a la fracción respirable de material particulado, en la Figura 3 es posible observar que es en la zona central donde se presenta un mayor nivel de concentración, lo que puede ser explicado por el aporte de las fracciones finas ( $MP_{2,5}$ ) y gruesas ( $MP_{2,5}$  a  $MP_{10}$ ), esta última producida por las condiciones geográficas, ya que estas facilitan la existencia de un alto nivel de polvo natural y por la actividad del transporte (DICTUC, 2019), que genera la resuspensión de polvo natural en vías, a lo cual se añade la actividad industrial.



Fuente: Informe Del Estado Del Medio Ambiente, IEMA, 2020.

**Figura 2.** Promedio trianual de concentraciones ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de material particulado fino ( $\text{MP}_{2,5}$ ) en estaciones de monitoreo del país, 2017 – 2019.



Fuente: Informe Del Estado Del Medio Ambiente, IEMA, 2020

**Figura 3.** Promedio trianual de concentraciones ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de material particulado respirable ( $\text{MP}_{10}$ ) en estaciones de monitoreo del país, 2017 - 2019.

## Fuentes Emisoras del MP

Tal como indican Pope y Dockery (2006), la principal fuente de las partículas denominadas material particulado respirable (MP<sub>10</sub>) es la suspensión o resuspensión de tierra y polvo, y la fracción fina (MP<sub>2,5</sub>) es producida principalmente por las emisiones directas de distintos procesos de combustión; como lo son el uso de gasolina o petróleo en vehículos y la quema de leña o carbón para generar energía.

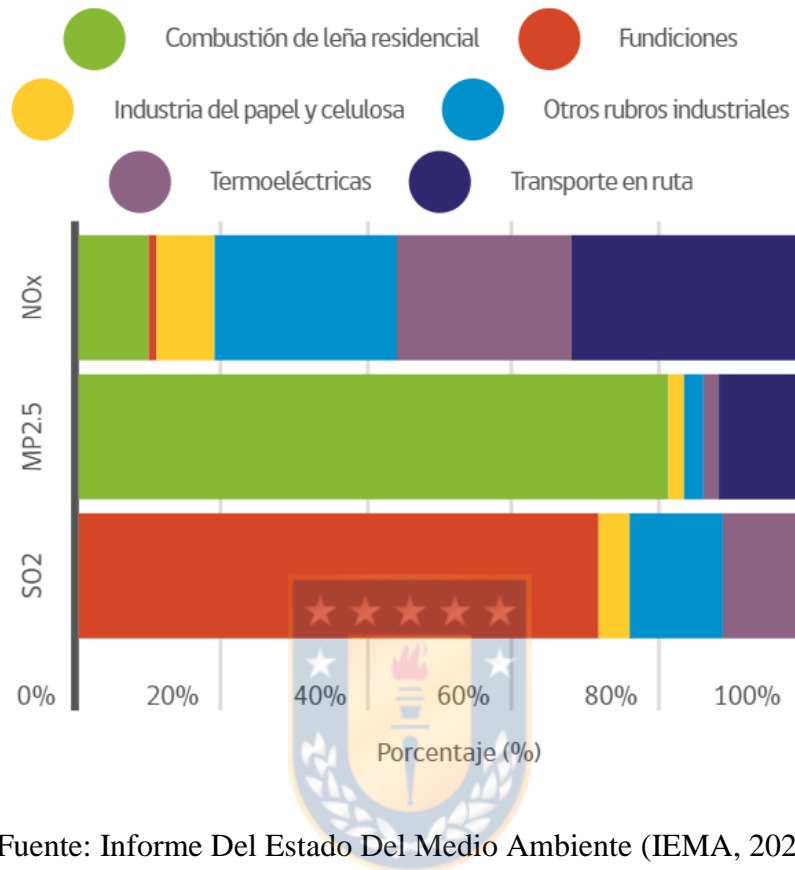
A continuación, se presenta en la Tabla 1 un resumen con la composición y fuente de material particulado atmosférico, además de su vida media en la atmósfera y la potencial distancia que le permite desplazarse.

**Tabla 1.** Características del material particulado atmosférico

<b>Características</b>	<b>MP<sub>10</sub></b>	<b>MP<sub>2,5</sub></b>
<b>Diámetro aerodinámico</b>	Menor o igual a 10 micrones.	Menor o igual a 2,5 micrones.
<b>Composición</b>	Polvo en suspensión, polvo del suelo, polvo de la calle, carbón y cenizas volantes, óxidos de metales, metales (Si, Al, Mg, Fe, Ca, sal de mar), polen, esporas de mohos, partes de vegetales.	Sulfato, nitrato de amonio, ion hidrógeno, C elemental, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), metales (Pb, Cd, V, Ni, Cu, Zn), partículas unidas a agua y biogénicos orgánicos.
<b>Fuentes</b>	Polvos de rutas y calles, suspensión de suelos alterados, agricultura, minería; polvos industriales, construcción, carbón, combustión de petróleo, aerosol del océano.	Combustión de carbón, petróleo, nafta, productos de transformación de NO <sub>x</sub> y SO <sub>2</sub> , productos orgánicos biogénicos, terpenos, procesos de alta temperatura, fundiciones y acerías.
<b>Vida</b>	Minutos a horas.	Días a semanas.
<b>Desplazamiento</b>	1 a 10 kilómetros.	100 a 1000 kilómetros.

Fuente: Elaborado a partir de Ki-Hyun Kim et al. (2015).

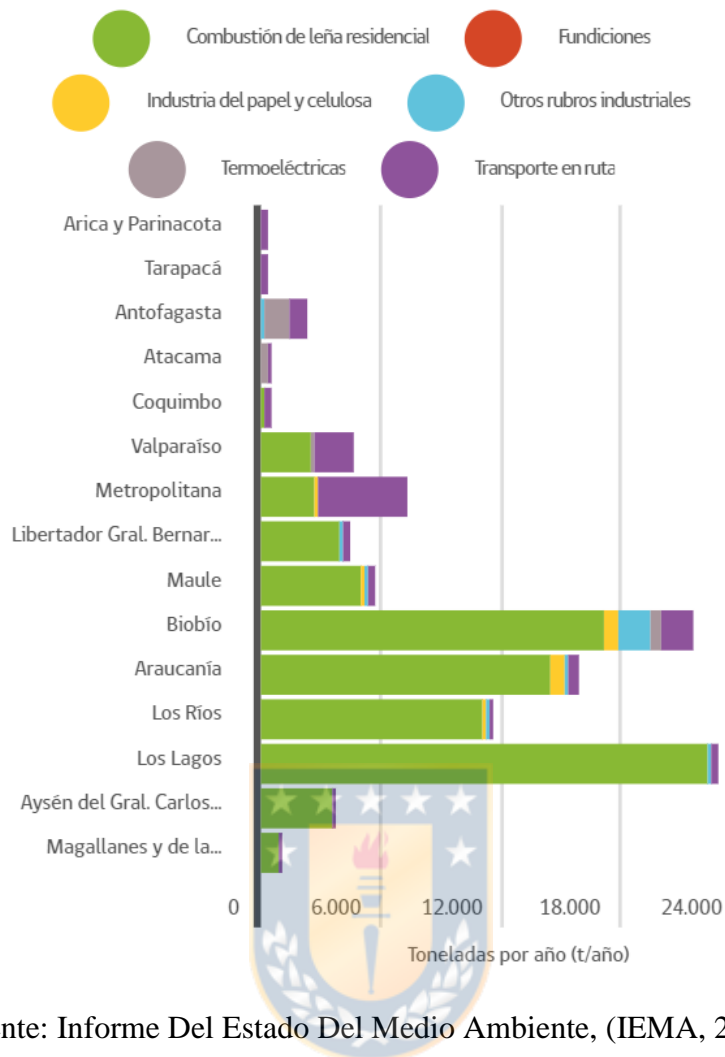
En Chile, de acuerdo con el IEMA (2020), durante el año 2018 la combustión residencial de leña fue la fuente principal de material  $MP_{2,5}$ , explicando 81,5% de las emisiones nacionales, con 83.528 toneladas anuales (Figura 4).



Fuente: Informe Del Estado Del Medio Ambiente (IEMA, 2020)

**Figura 4.** Composición de las emisiones al aire de  $MP_{2,5}$ ,  $NO_x$  y  $SO_2$  según tipo de fuente, en el año 2018.

Al hacer el análisis por región, se obtiene que la combustión residencial de leña es la principal fuente del  $MP_{2,5}$  en las regiones sur del país, tal como se indicó en la sección anterior, siendo la región del Biobío la segunda región con mayor nivel de contaminación, con un total de 17.086 toneladas emitidas por combustión de leña durante el año 2018 (Figura 5).



Fuente: Informe Del Estado Del Medio Ambiente, (IEMA, 2020)

**Figura 5.** Emisiones al aire de MP<sub>2,5</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub> por región y según tipo de fuente, año 2018

### Material particulado atmosférico y efectos negativos en la salud de la población

Diversos estudios alrededor del mundo han buscado entender la relación que existe entre el material particulado y la salud de la población (Oyarzún, 2010). Sus efectos han sido estudiados a través de distintos modelos epidemiológicos y experimentales, concluyendo que no solo sus efectos dependen de la concentración, duración de la exposición y de la susceptibilidad de las personas expuestas. También la efectividad de la exposición al contaminante está significativamente influenciada por las condiciones locales, como lo son el clima, la topografía, las estaciones, las fuentes que generan el MP, las concentraciones que se emiten y los microsistemas (Cesati et al., 2007).

Se ha demostrado que el tamaño del material particulado juega un rol importante como causante de distintos problemas de salud en las personas (Brown et al., 2013). A menor tamaño de las partículas, mayor es su capacidad de penetrar el tracto respiratorio. Cuando la respiración es nasal, los cilios y la mucosa logran actuar como filtro para gran cantidad de partículas cuyo diámetro es superior a los 10  $\mu\text{m}$ , pero la fracción gruesa ( $\text{MP}_{10}$  –  $\text{MP}_{2,5}$ ) del material particulado tiene la capacidad de asentarse rápidamente, logrando así alojarse en la tráquea o en los bronquios. Al inhalarlo se acumula en la nariz y en la garganta para posteriormente ser eliminado del cuerpo mediante los procesos de estornudar y toser (Atkinson et al., 2010; Cadelis et al., 2014).

El  $\text{MP}_{10}$  representa un mayor impacto en la salud de la población ya que tienen la capacidad de penetrar en el tracto respiratorio más profundamente, comenzando con los conductos nasales hacia los alveolos y terminando en el interior de los pulmones (Londahl et al., 2007). Las partículas de menor diámetro son aún más peligrosas, pudiendo ser depositadas en el árbol traqueo-bronquial (5 y 10  $\mu\text{m}$ ), e incluso poniendo en riesgo el intercambio de gases dentro de los pulmones al penetrar hasta los bronquiolos respiratorios (1 y 5  $\mu\text{m}$ ) (Londahl et al., 2006; Fu et al., 2011). Cuando el diámetro aerodinámico es inferior a 1  $\mu\text{m}$ , las partículas logran un comportamiento similar a las moléculas de gas, ganando así una mayor facilidad para alcanzar los bronquiolos terminales y alvéolos, donde pueden ser fagocitadas por los macrófagos alveolares y ser transportadas hacia otros órganos por la circulación sanguínea (Valavanidis et al., 2008; Oyarzún, 2010).

Existen múltiples estudios que han encontrado una relación positiva entre la contaminación del aire y problemas a la salud de las personas, confirmando con ello el rol importante de esta variable en la salud de la población. Más específicamente, se ha identificado la exposición a material particulado como la causa de múltiples enfermedades y efectos en la salud de las personas, provocando un aumento en ingresos hospitalarios, visitas a urgencias, síntomas respiratorios, exacerbación de enfermedades respiratorias y cardiovasculares crónicas, e incluso muerte prematura (Szyszkowicz et al., 2018; Pope III et al., 2020; Chen et al., 2017).

Valdés et al. (2012) estudiaron los efectos en salud de la fracción fina de material particulado ( $\text{MP}_{2,5}$ ) y sus componentes en la mortalidad por causas específicas en la ciudad de Santiago, Chile. Consideraron la presencia de metales como aluminio, sodio,



silicio, azufre, cloro, calcio, cromo, magnesio, níquel, potasio, hierro, cobre, zinc, bromo, selenio y plomo, como la información de la mortalidad obtenida del INE para los años 1998-2007 y examinaron la mortalidad diaria por causas respiratorias, cardiovasculares, cerebrovasculares y enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC). Controlando la tendencia y estacionalidad, y recurriendo a al uso de un modelo GAM (Generalized Additive Model), encontraron que la asociación entre mortalidad y  $MP_{2,5}$  fue significativa para todas las causas analizadas. Los efectos más importantes fueron observados para el promedio de 2 días del  $MP_{2,5}$  y toda la mortalidad respiratoria con un 1,75% de aumento por cada incremento  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Con este mismo incremento de concentración de  $MP_{2,5}$ , la mortalidad por enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) mostró un aumento de 1,94%. Con lo anterior, los autores concluyeron que por sí solo el  $MP_{2,5}$  no es suficiente al momento de evaluar los efectos en la salud de la exposición al contaminante. Sus resultados sugieren que material particulado alto en contenido de zinc, cromo, cobre y azufre pueden estar relacionadas a mayores efectos negativos en la salud de la población, más que los efectos observados solo al considerar  $MP_{2,5}$  por sí solo en Santiago. Finalmente, recomiendan identificar las fuentes de material particulado que contienen estos elementos para así controlar de mejor forma estas emisiones.

Mardones et al. (2015) recurrieron a la información sobre las concentraciones diarias de  $MP_{10}$  en la ciudad de Concepción entre los años 2004 y 2008, registros diarios de temperatura, humedad, velocidad del viento y lluvia, y distintas variables para controlar tendencia y estacionalidad, para generar una asociación entre  $MP_{10}$  y los efectos en la salud, recurriendo tanto a una regresión de Poisson como a modelos GAM para evaluar los efectos no lineales de las variables explicativas, incluyendo aquí las variables meteorológicas en splines de 3 grados de libertad. Sus resultados mostraron que la concentración de  $MP_{10}$  tiene efectos significativos en los ingresos hospitalarios con 2 días de rezago por causas respiratorias en niños menores de 15 años, y con 1 día de rezago para el asma en pacientes con más de 64 años.

Rivas (2015) buscó establecer la relación existente entre la exposición a la fracción respirable de material particulado y los ingresos hospitalarios por causas respiratorias y cardiovasculares en Talcahuano, utilizando información entre los años 2004-2008. Recurrió a un Modelos Lineales Generalizados (GLM) de Poisson y Binomial negativo y sus variables fueron la concentración diaria del contaminante, la temperatura, velocidad

del viento, humedad relativa y 5 días de rezago para cada una de las variables mencionadas. En su estudio encontró que existe una relación entre los ingresos hospitalarios causados por enfermedades respiratorias y la concentración del contaminante para personas menores a 16 años, observando que cuando la concentración de  $MP_{10}$  aumenta en  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Los ingresos hospitalarios de los niños menores a 6 años aumentan en un 0,22%. Cuando el incremento en la concentración del contaminante alcanza los  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , este valor aumenta a un 2,25%. Para el caso de niños mayores de 5 y menores de 16 años, el aumento en los ingresos hospitalarios es de un 0,32% y 3,26% para incrementos de 1 y  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente.

Tian et al. (2017) utilizaron información de visitas médicas por asma, incluyendo atenciones en urgencias, admisión hospitalaria y consultas médicas, y excluyendo la información de pacientes menores a 18 años. Incorporando variables como el promedio diario de concentración de  $MP_{2,5}$ , temperatura y humedad relativa, y controlando a su vez la estacionalidad al tener en consideración si el día correspondía a un feriado, los días de la semana y las estaciones del año, recurrió a un GAM para finalmente concluir que existe relación significativa entre la fracción fina del MP y la utilización de servicios de salud causados por el asma. Sus resultados mostraron que, en un mismo día, cada incremento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la concentración del contaminante causa un incremento de 0,67% en las visitas totales por asma; 0,65% en las visitas ambulatorias y un 0,45% en las urgencias por dicha enfermedad. Los resultados fueron similares tanto para días cálidos como fríos, y de acuerdo a la curva de exposición-respuesta en el estudio, no se observó ninguna evidencia de que exista un nivel bajo el cual la concentración del contaminante no esté asociado a riesgo de asma.

Wang et al. (2018) evaluaron el efecto a corto plazo de la contaminación del aire en las hospitalizaciones por causas cardiovasculares en la población de la ciudad de Wuhan, China. Utilizando un modelo GAM y teniendo en consideración de 0 a 3 días de rezago, encontraron una relación casi lineal entre el dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) y el  $MP_{2,5}$  con las hospitalizaciones cardiovasculares. Además, encontraron que el género, la edad y la estacionalidad no exhiben una diferencia significativa en la magnitud y tendencia de los efectos de los tres contaminantes estudiados ( $\text{NO}_2$ ,  $MP_{2,5}$  y  $\text{SO}_2$ ) con las enfermedades cardiovasculares. Con los resultados del estudio, los autores concluyeron que efectivamente el  $MP_{2,5}$  y el  $\text{NO}_2$  tienen un efecto significativo en las hospitalizaciones

por causas cardiovasculares, proponiendo que múltiples contaminantes debiesen ser considerados juntos en los modelos de evaluación de riesgo.

Li et al. (2018) investigaron la asociación entre la contaminación y la infección del tracto respiratorio superior en niños de 0 a 14 años de la ciudad de Hefei, China. Utilizaron modelos GAM para evaluar la relación entre el número de pacientes ambulatorios con enfermedades respiratorias en los años 2014-2015 y distintos contaminantes como lo son el  $MP_{10}$ ,  $MP_{2,5}$ ,  $SO_2$ ,  $O_3$ ,  $NO_2$  y  $CO$ , controlando variables meteorológicas y considerando también variables de estacionalidad. Encontraron que al para los modelos de un solo contaminante, la exposición a corto plazo a la contaminación atmosférica está asociada al incremento del riesgo de infección del tracto respiratorio superior, siendo a su vez el  $NO_2$ , el contaminante con mayores implicancias negativas para estos pacientes.

Ardiles et al. (2018) recurrieron a una regresión Binomial Negativa para estudiar los efectos de diversos contaminantes del aire, entre ellos  $MP_{10}$ ,  $CO$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$  y  $O_3$  y las hospitalizaciones debidas a enfermedades circulatorias y respiratorias, considerando también variables meteorológicas, con información diaria de dos ciudades de Brasil, Araucaria y Curitiba, entre los años 2010 y 2014. Para la ciudad de Araucaria, se determinó que el  $CO$  es el contaminante con mayor factor de riesgo, tanto para las enfermedades circulatorias de personas mayores de 64 años, como para las respiratorias en personas entre los 10 y 19 años. En cambio, en Curitiba se determinó que el  $MP_{10}$  presento un mayor factor de riesgo para las enfermedades respiratorias de la población entre los 0 y 9 años, mientras que el  $CO$  y  $O_3$  presentó un mayor riesgo en la población entre los 10 y 64 años. Los autores concluyeron que incluso en concentraciones por debajo de los estándares establecidos, la ciudad de Araucaria presento mayor cantidad de hospitalizaciones, lo que podría estar ligado al gran número de industrias presentes en el sector y al bajo índice de desarrollo humano de la ciudad.

Recurriendo a los datos de visitas a emergencias de 65 hospitales en Guangzhou, China, Guo et al. (2018) investigaron las relaciones a corto plazo entre la exposición a diversos contaminantes ( $MP_{10}$ ,  $MP_{2,5}$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$  y  $O_3$ ) y las visitas diarias a urgencias por enfermedades neurológicas, respiratorias y circulatorias durante los años 2013-2015. Utilizando un modelo aditivo generalizado de Poisson, lograron concluir que efectivamente hay una relación significativa entre el  $SO_2$  condiciones neurológicas y

circulatorias, estando gran parte de estas relaciones significativas ligadas a la estación fría.

Remaggi et al. (2019) determinaron el impacto de la contaminación ambiental en la salud respiratoria de la población de las ciudades de Chillán, Concepción y Los Ángeles mediante la utilización de modelos lineales generalizados (GLM). Consideraron, tanto la fracción fina como respirable de material particulado, distintas variables meteorológicas, estacionales e índice viral. Sus principales conclusiones indican que, al aumentar las concentraciones de material particulado, se incrementarían todas las atenciones en urgencias en aproximadamente 18.695 visitas al año por cada incremento de  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



A modo resumen, se muestran los modelos utilizados en la tabla 2 a continuación:

**Tabla 2.** Resumen de metodologías en estudios sobre los efectos del material particulado en la salud de la población.

Contaminantes	Metodología	Meteorología	Tendencia	Estacionalidad	Rezago	Fuente
MP2,5	Modelo aditivo generalizado	Temperatura, humedad relativa	Considera	Día de la semana, años	De 0 a 1 día	Valdés et al. (2012)
MP10	Regresión de Poisson, modelo aditivo generalizado	Temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y lluvia	Considera	Feridos, días de la semana, meses	De 0 a 10 días	Mardones et al. (2015)
MP10	Regresión de Poisson, regresión Binomial Negativa	Temperatura, humedad relativa, velocidad del viento	Considera	-	0 a 5 días	Rivas (2015)
MP2,5	Modelo aditivo generalizado	Temperatura, humedad relativa	Considera	Feridos, días de la semana, estaciones	De 0 a 4 días	Tian et al. (2017)
MP2,5	Modelo aditivo generalizado	Temperatura, humedad relativa, presión	Considera	días de la semana, estaciones, días de vacaciones	De 0 a 3 días	Wang et al. (2018)

<b>Contaminantes</b>	<b>Metodología</b>	<b>Meteorología</b>	<b>Tendencia</b>	<b>Estacionalidad</b>	<b>Rezago</b>	<b>Fuente</b>
MP10, MP2,5	Modelo aditivo generalizado	Temperatura, humedad relativa, presión, velocidad del viento y precipitaciones	Considera	Día de la semana, estaciones	De 1 a 6 días	Li et al. (2018)
MP10	Regresión Binomial Negativa, regresión de Poisson	Temperatura, humedad relativa y presión	Considera	Día de la semana, días de vacaciones y estaciones	De 0 a 7 días	Ardiles et al. (2018)
MP10, MP2,5	Regresión de Poisson, modelo aditivo generalizado	Temperatura, humedad relativa, velocidad del viento	Considera	Día de la semana, días de vacaciones y estaciones	De 0 a 3 días	Guo et al. (2018)
MP10	Regresión de Poisson, modelos lineales generalizados	Temperatura	Considera	Día de la semana, estaciones	Considera	Linares et al. (2018)
MP10, MP2,5	Modelos lineales generalizados	Temperatura, humedad relativa y velocidad del viento	Considera	Días de la semana, feriados, meses del año	De 0 a 7 días	Remaggi et al. (2019)

Fuente: Elaboración Propia

## Riesgo Relativo

El riesgo relativo (RR) es una medida de asociación entre un factor y el riesgo de un resultado dado (Everitt, 2003). Dependiendo del valor obtenido al calcular el riesgo relativo, puede concluirse que existe una asociación positiva cuando el RR es mayor a 1 y una asociación negativa si el RR es menor a 1 o que simplemente no existe asociación alguna (RR igual a 1).

En la presente investigación se calcula el RR para cuantificar la influencia que tiene la concentración de material particulado atmosférico de la ciudad de Los Ángeles en el riesgo de que existan personas que necesiten atención en urgencias u hospitalizarse.

### Normativa ambiental aplicable para calidad del aire

El aire limpio es considerado un requisito básico para la salud y el bienestar de la población. Sin embargo, cada año la exposición a aire contaminado causa 7 millones de muertes prematuras y provoca además la pérdida de otros tantos millones de años de vida saludable (WHO, 2021). En Chile, de acuerdo a lo señalado por el Informe del Estado del Medioambiente (IEMA, 2020) la calidad del aire es uno de los desafíos más importantes pues el 88% de la población vive en zonas urbanas, donde la matriz energética está basada principalmente en la combustión de carbón, petróleo y biomasa, existe un parque automotor con crecimiento sostenido y una fuerte economía extractivista.

La OMS advierte que es poco razonable pensar que una norma o valor guía ofrecerá protección completa a toda la población frente a posibles efectos del material particulado, pues hay pocas pruebas que indiquen un umbral bajo el cual no quepa prever efectos adversos en la salud. Independiente de lo anterior, se establecen concentraciones a las cuales se prevé que habrá posible incremento en la mortalidad debido a la contaminación atmosférica con material particulado:

**Tabla 3.** Valores de las directrices de la OMS sobre la concentración ambiental de MP.

Periodo de evaluación	MP <sub>2,5</sub>	MP <sub>10</sub>
Media Anual	5 µg/m <sup>3</sup>	15 µg/m <sup>3</sup>
Media Diaria	15 µg/m <sup>3</sup>	45 µg/m <sup>3</sup>

Fuente: WHO, 2021.

Por otro lado, en Chile la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (modificada por la Ley N° 21.368 el año 2021) establece la existencia de normas primarias y secundarias de calidad del aire, las cuales definen los niveles que originan situaciones de emergencia (Biblioteca Nacional del Congreso, 1994). Este documento define como norma primaria de calidad ambiental aquella que “establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población”.

Se define de igual forma la norma secundaria de calidad ambiental “establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza”.

### **Normas primarias de calidad del aire**

En mayo de 1998, se publicó el Decreto Supremo (D.S.) N° 59 de 1998 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia en el Diario Oficial, que estableció que la norma primaria de calidad del aire para el contaminante Material Particulado Respirable, MP<sub>10</sub>, es 50 µg/m<sup>3</sup>N (microgramos por metro cúbico normal<sup>1</sup>) como concentración anual, haciendo énfasis especialmente en los valores que definen situaciones de emergencia. Posterior a ello, esta norma fue modificada en septiembre de 2001 mediante el D.S. N°45, estableciendo que la norma de calidad del aire para MP<sub>10</sub> se verá sobrepasada cuando ocurra lo siguiente:

- a) El Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP<sup>2</sup>, sea mayor o igual a 150 µg/m<sup>3</sup>N.
- b) Si antes que concluyese el primer período anual de mediciones certificadas por el Servicio de Salud competente se registrare en alguna de las estaciones monitoras de Material Particulado Respirable, MP<sub>10</sub> clasificada como EMRP, un número de días con mediciones sobre el valor de 150 µg/m<sup>3</sup>N mayor que siete.

---

<sup>1</sup> Condiciones normales temperatura = 25 °C y presión = 1 atm.

<sup>2</sup> Estación de monitoreo con representación poblacional



Por otro lado, es el D.S. N° 12 de 2011 del Ministerio del Medio Ambiente, promulgado el 18 de enero de 2011, el que establece la norma primaria de calidad ambiental para material particulado fino respirable  $MP_{2.5}$  con el objetivo de proteger la salud de las personas de los efectos agudos y crónicos de este contaminante, con un nivel aceptable. Este decreto considera que la norma es sobrepasada cuando:

- a) El percentil 98 de los promedios diarios registrados durante un año, sea mayor a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , en cualquier estación monitorea calificada como EMRP.
- b) El promedio aritmético tri-anual de las concentraciones anuales sea mayor a  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , en cualquier estación monitorea calificada como EMRP.

Adicionalmente, existen normas de calidad primaria para gases y compuestos que, junto con el material particulado, contaminan el aire y con ello ponen en riesgo la salud de la población.

Dichas normas son las siguientes:

- **Dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ):** La norma primaria de calidad del aire como concentración anual fue definida en  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , mientras que la concentración de 24 horas  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y la concentración de 1 hora  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (D.S. N° 104/2018 del Ministerio de Medio Ambiente).
- **Monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ):** La norma primaria de calidad del aire como concentración de 1 hora fue establecida en  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , mientras que la concentración de 8 horas  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (D.S. N°115/2002 del Ministerio de Medio Ambiente).
- **Dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ):** La norma primaria de calidad del aire como concentración anual fue definida en  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , mientras que la concentración de 1 hora  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (D.S. N°114/2002 del Ministerio de Medio Ambiente).
- **Ozono ( $\text{O}_3$ ):** La norma primaria de calidad del aire como concentración de 8 horas es  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (D.S. N°112/2002 del Ministerio de Medio Ambiente).
- **Plomo ( $\text{Pb}$ ):** La norma de calidad del aire establecida es  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  como concentración anual (D.S. N°136/2000 del Ministerio de Medio Ambiente).

### Calidad del aire en Los Ángeles

El año 2015, la ciudad de Los Ángeles fue oficialmente declarada zona saturada debido a los elevados niveles de contaminación del aire que se han presentado a lo largo de los años por emisiones de material particulado respirable ( $MP_{10}$ ) y fino ( $MP_{2.5}$ ), especialmente en los meses del invierno (MMA, 2015).

La Unidad de Calidad del Aire de la Universidad Católica de Temuco realizó un Inventario de Emisiones Atmosféricas para las ciudades de Chillán y Los Ángeles el año 2009 (UCTEM, 2009), donde se demostró que en Los Ángeles el 63% del material particulado es aportado por las fuentes areales, las que incluyen no solo la combustión residencial de leña, sino que además considera el aporte de las fuentes de tipo agrícola como lo son los incendios forestales, aplicación de fertilizantes y pesticidas, los rellenos sanitarios y otras emisiones de tipo fugitivas. Esto es relevante dado que la contaminación generada por la combustión residencial de leña es una preocupación importante en áreas con topografía de valle, en donde inversiones térmicas durante la noche limitan la dispersión de contaminantes procedentes de fuentes de origen terrestre (Allen et al., 2011; De Nevers, 1998) afectando negativamente la capacidad de ventilación del valle lo que provocaría un aumento en los niveles de contaminación del aire.

Por otro lado, las fuentes puntuales o fijas aportan un 36% de las emisiones de material particulado, destacando aquí las emisiones de la actividad productiva, particularmente la industria de madera y papel, y el 1% restante es aportado por las fuentes móviles (automóviles) que se desplazan dentro de la comuna.

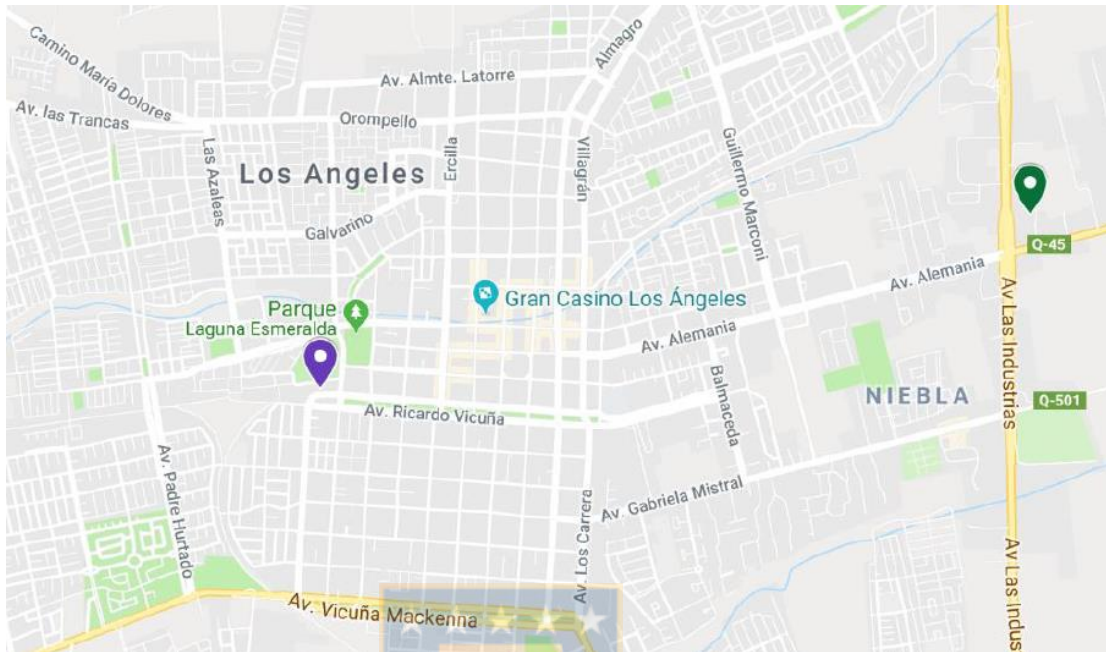
El Plan de Descontaminación para la comuna de Los Ángeles fue publicado en el Diario Oficial de la República de Chile el 25 de enero de 2019, con el objetivo de dar cumplimiento a los niveles de calidad del aire por un plazo de 10 años, considerando las siguientes medidas estructurales:

- Reacondicionamiento térmico de viviendas, que permitirá disminuir la demanda energética para calefacción dentro del hogar.
- Sustitución de los actuales sistemas de calefacción contaminantes por sistemas eficientes y con menos emisiones, que permitirá reducir las emisiones a la atmósfera y también las intradomiciliarias.

### **Registros de Calidad del Aire en Los Ángeles**

El monitoreo de la calidad del aire es realizado en línea, con información que es actualizada cada una hora y se presenta como promedios móviles de 24 horas, basado en el monitoreo continuo de los contaminantes MP<sub>10</sub> y MP<sub>2,5</sub>. En la presente investigación, la información utilizada es la entregada por la estación de monitoreo de calidad del aire 21 de Mayo (color

morado en figura 6), siendo complementada y validada con la base de datos de la estación Los Ángeles Oriente (color verde). Además de  $MP_{2,5}$  y  $MP_{10}$ , ambas estaciones reportan parámetros meteorológicos como radiación global, humedad relativa del aire, temperatura del ambiente, dirección del viento y velocidad del viento.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6.** Ubicación de las estaciones de monitoreo calidad de aire en Los Ángeles

## CAPÍTULO 3

### Metodología

#### Bases de datos

Las enfermedades analizadas en las consultas de urgencia e ingresos hospitalarios fueron las pertenecientes al sistema respiratorio y al sistema circulatorio codificadas con la letra “J” e “I”, respectivamente, según lo especificado por la Clasificación Internacional de Enfermedades CIE-10. Las bases de datos utilizadas fueron extraídas desde el Departamento de Estadística e Información de Salud (DEIS) del Ministerio de Salud y tanto para las atenciones en urgencias como para los egresos hospitalarios se trabajó con 3 grupos etarios:

- Grupo 1 (G1): Niños de 14 años o menos.
- Grupo 2 (G2): Personas de 15 a 64 años.
- Grupo 3 (G3): Adultos de 65 años o más.

Las concentraciones de material particulado fueron extraídas desde el registro en línea del Sistema de Información Nacional de Calidad de Aire (SINCA) perteneciente al Ministerio del Medio Ambiente, considerando la información diaria de las concentraciones de los contaminantes y hasta 5 días de rezago (Henríquez, 2021; Li et al., 2018). Para la validación de la información de  $MP_{10}$  fue indispensable contar con información de concentraciones de  $MP_{2,5}$ , ya que uno de los criterios de validación utilizado consistió en comparar las concentraciones de ambos parámetros elaborando un gráfico de dispersión. Con las concentraciones de  $MP_{2,5}$  en el eje de las ordenadas y de las de  $MP_{10}$  en el de las abscisas, se analizó la distribución de los puntos dentro del gráfico: estos debían tender a acercarse al eje horizontal ya que, por definición, el  $MP_{2,5}$  aumenta cuando lo hace el  $MP_{10}$ . Para el análisis de los datos se consideró la información diaria (promedio 24 horas) de las concentraciones ambientales.

Por otro lado, los registros meteorológicos (temperatura, humedad relativa, precipitaciones y velocidad del viento), también fueron obtenidos del SINCA. El objetivo de incluir estas variables en el estudio es que estas son consideradas variables confundentes, es decir, variables externas a la relación principal que se evalúa, pero que se relacionan tanto con la exposición como con la variable respuesta y, por ende, su presencia produce sesgos en la relación de la variable dependiente e independiente, pues varían de forma diaria igual que la contaminación atmosférica por material particulado respirable, pudiendo ser responsables de exacerbar las enfermedades respiratorias (De Irala et al., 2001).

### Variables definidas para el estudio

La clasificación de las variables dependientes dependió de si se trataba de un ingreso hospitalario o una atención en urgencia, y tuvo en consideración tanto el grupo etario al que pertenecía la persona como la enfermedad por la que fue atendida. Se obtuvo un total de 12 variables dependientes, tal como muestra la tabla a continuación:

**Tabla 4.** Variables dependientes usada en los modelos

Variable dependiente	G1	G2	G3
Ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias	X	X	X
Ingresos hospitalarios por enfermedades del sistema circulatorio	X	X	X
Consultas urgencias por enfermedades respiratorias	X	X	X
Consultas urgencias por enfermedades del sistema circulatorio	X	X	X

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de las variables independientes, se consideraron 3 rezagos para las variables meteorológicas (temperatura, precipitación y velocidad del viento) y 5 para el material particulado ( $MP_{10}$  y  $MP_{2,5}$ ). El propósito de lo anterior fue conocer el efecto que estas tenían hasta 5 días antes del ingreso hospitalario y atención en urgencias en el caso del material particulado, y hasta 3 días antes para el caso de las variables meteorológicas.

Gracias a que la serie de tiempo estudiada presentaba componentes estacionales y cierta tendencia, se agregaron variables “dummy” tanto con los meses del año, como con los días de la semana con el fin de trabajar la estacionalidad presentada. Además, se incluyeron componentes estacionales  $\sin(2\pi kt/365)$  y  $\cos(2\pi kt/365)$ , donde t representaba el periodo y k tomaba valores del 1 al 6.

En la tabla 5 se aprecia la definición de cada una de las variables independientes consideradas en el modelo.

**Tabla 5.** Definición de variables independientes

Variable	Descripción
PM10	Material particulado $MP_{10}$ del día.
PM_1	Material particulado $MP_{10}$ del día anterior.
PM_2	Material particulado $MP_{10}$ de dos días anteriores.
PM_3	Material particulado $MP_{10}$ de tres días anteriores.

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
PM_4	Material particulado MP <sup>10</sup> de cuatro días anteriores.
PM_5	Material particulado MP <sub>10</sub> de cinco días anteriores.
PM25	Material particulado MP <sub>2,5</sub> del día.
PM25_1	Material particulado MP <sub>2,5</sub> del día anterior.
PM25_2	Material particulado MP <sub>2,5</sub> de dos días anteriores.
PM25_3	Material particulado MP <sub>2,5</sub> de tres días anteriores.
PM25_4	Material particulado MP <sub>2,5</sub> de cuatro días anteriores.
PM25_5	Material particulado MP <sub>2,5</sub> de cinco días anteriores.
Temp	Temperatura del día.
T_1	Temperatura del día anterior.
T_2	Temperatura de dos días anteriores.
T_3	Temperatura de tres días anteriores.
HR	Humedad relativa del día.
HR_1	Humedad relativa del día anterior.
HR_2	Humedad relativa de dos días anteriores.
HR_3	Humedad relativa de tres días anteriores.
P	Precipitación del día.
P_1	Precipitación del día anterior.
P_2	Precipitación de dos días anteriores.
P_3	Precipitación de tres días anteriores.
V	Velocidad del viento del día.
V_1	Velocidad del viento del día anterior.
V_2	Velocidad del viento de dos días anteriores.
V_3	Velocidad del viento de tres días anteriores.
senk	Controla estacionalidad sinusoidal de la forma $\text{sen}(2\pi kt/365)$ , con $k=1,2,3,4,5,6$ .
cosk	Controla estacionalidad cosenoidal de la forma $\text{cos}(2\pi kt/365)$ , con $k=1,2,3,4,5,6$ .
ene, feb, mar, abr, may, jun, jul, ago, sep, oct, nov	Meses del año.
lun, mar, mie, jue, vie, sab	Días de la semana.
t	Controla estacionalidad lineal de los datos.
t2	Controla estacionalidad exponencial ( $t^2$ ).

Fuente: Elaboración propia.

### **Selección del Modelo a utilizar**

Los modelos lineales generalizados (GLM) nacen como una extensión de los modelos lineales, permitiendo emplear distribuciones no normales de los errores y varianzas no constantes (Cayuela, 2010). Este tipo de modelos cuentan con 3 componentes básicos: la componente aleatoria, que identifica la variable respuesta y su distribución de probabilidad; la componente sistemática, que especifica las variables explicativas utilizadas en la función predictora lineal; y la función link, que es la función del valor esperado de Y,  $E(Y)$ , como una combinación lineal de las variables independientes.

Cuando la variable respuesta es del tipo conteo, como es el caso del presente estudio, recurrir a una distribución discreta es más apropiado que intentar una aproximación con una distribución continua, en especial gracias a que los valores que toman los datos son enteros, y no tendría sentido obtener negativos. Al estudiar los ingresos hospitalarios y las atenciones en urgencias (conteo de pacientes), el análisis más apropiado a realizar es una regresión con función vínculo logarítmica y una distribución de errores tipo Poisson.

Por otro lado, el modelo Binomial Negativo es considerado una generalización de la regresión de Poisson gracias a que posee su misma estructura de medias, contando con un parámetro adicional para incluir la sobredispersión de los datos. Por lo mismo, este tipo de modelos mantiene algunos aspectos interesantes en la modelización de variables que registran el número de veces que se produce un episodio, como la asimetría, pero es mucho más flexible en la forma de su distribución y, por tanto, más adaptable a diferentes tipos de datos (Navarro et al., 2001).

Es por lo anterior que, se decidió utilizar un GLM con función link Poisson y Binomial Negativo. Además, teniendo en consideración el nivel de significancia de cada variable independiente en relación con su variable criterio, se recurrió al método backward selection para así eliminar las menos significativas. Las variables fueron descartadas en base a su valor-p asociado. En este estudio en particular, se eliminaron las variables que presentaran un valor-p mayor a 0,15, y se consideró que la concentración de material particulado tenía un efecto significativo sobre las variables dependientes solo cuando su valor-p respectivo era menor o igual a 0,05.



Una vez seleccionado y validado cada modelo, se procedió a obtener el riesgo relativo (RR) de la variable de interés (MP<sub>10</sub> y MP<sub>2,5</sub>) para cada grupo etario y tipo de atención en que esta haya resultado significativa. Para esto, se recurrió a la siguiente ecuación:

$$\text{Riesgo Relativo (RR)} = (\beta * \Delta MP) \quad (1)$$

Donde:

- $\beta$ : Coeficiente o estimación para material particulado en los casos en que haya resultado estadísticamente significativo
- $\Delta MP$ : Incremento de material particulado (MP<sub>10</sub> o MP<sub>2,5</sub>) en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . En el caso particular de este estudio se trabajó con incrementos de 1, 5, 10, 50 y 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

El tipo de asociación existente depende de si RR es mayor, igual o menor a 1. Cuando RR >1 se dice que existe una asociación positiva, es decir, que la exposición al material particulado incrementa el riesgo de adquirir una enfermedad y, por ende, aumentan las hospitalizaciones y atenciones en urgencias. Si el resultado es RR <1, se considera que la asociación es negativa y significaría que la exposición a MP disminuiría el riesgo de adquirir una enfermedad. Por último, cuando el riesgo relativo es 1 no existe asociación entre las enfermedades estudiadas y la concentración de material particulado.

### **Cálculo del impacto económico de la contaminación**

Para poder cuantificar económicamente el impacto de la contaminación, se tuvo en consideración el promedio diario de atenciones durante el último año de estudio (2019) y el total anual de atenciones para el mismo año. Además, se utilizaron los riesgos relativos obtenidos para MP<sub>10</sub> y MP<sub>2,5</sub> en aquellos modelos donde se obtuvieron resultados estadísticamente significativos. A su vez, en los casos en que tanto el MP<sub>10</sub> como el MP<sub>2,5</sub> resulto significativo, se recurrió al de la fracción fina del material particulado pues es la que genera los mayores efectos en la salud de la población.

Considerando lo anterior y el costo de hospitalización (valor de días de cama y consulta médica por enfermedad respiratoria) obtenido desde el “Estudio de costos de prestaciones de salud” realizado por el Departamento de Salud Pública de la Pontificia Universidad Católica de Chile, tal como hicieron Mardones et al. (2015), y ajustando dicho valor con el Índice de Precios al Consumidor (IPC) de diciembre 2019, se obtuvo el costo en salud para



una un alza de  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , y  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el promedio diario de cada contaminante del aire.



## CAPÍTULO 4

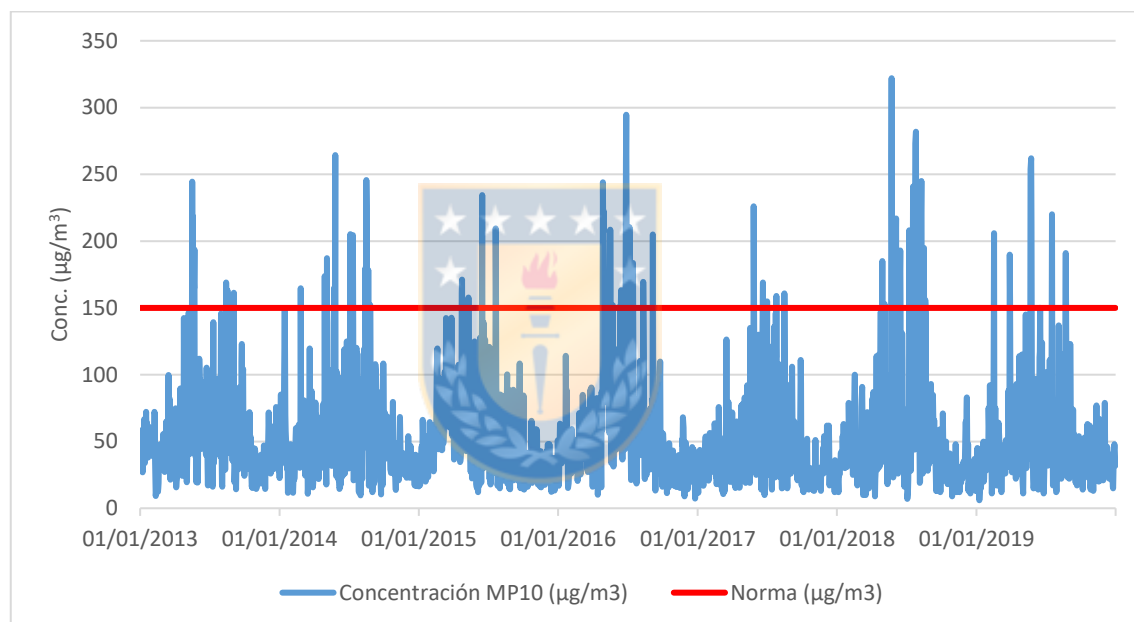
### Resultados

#### Diagnóstico de variables

##### Material Particulado

##### Material Particulado respirable, MP<sub>10</sub>

En la Figuras 7 se muestra la serie temporal de las concentraciones diarias de MP<sub>10</sub> en la comuna de Los Ángeles entre los años 2013-2019. Se observa que el promedio diario es sobrepasado en numerosas ocasiones, principalmente en el periodo de invierno, lo que facilita la apreciación de la estacionalidad que posee esta variable.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del SINCA

**Figura 7.** Concentraciones diarias de MP<sub>10</sub> en la comuna de Los Ángeles, periodo 2013-2019.

Al estudiar el percentil 98 de los promedios diarios de este contaminante se observa que la norma establecida ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) para el promedio diario es superada en los años 2013, 2014, 2016, 2018 y 2019, dejando en evidencia por qué es necesaria la implementación del plan de descontaminación en la comuna.

**Tabla 6.** Promedio Anual y Percentil 98 de concentraciones de MP<sub>10</sub> para los años de estudio.

<b>Año</b>	<b>Promedio Anual</b>	<b>Percentil 98 MP<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
2013	53,5	162,7
2014	54,6	177,1
2015	53,3	141,5
2016	56,3	206,2
2017	45,1	135,7
2018	54,9	214,8
2019	50,1	160,6

Fuente: Elaboración Propia en base a datos del SINCA.

Si se tiene en consideración que la norma anual de MP<sub>10</sub> es 50 µg/m<sup>3</sup> promedio aritmético y se verifica su cumplimiento con los promedios trianuales, la tabla a continuación muestra como dicho valor es superado en todos los años de la investigación, lo que rectifica lo mencionado anteriormente.

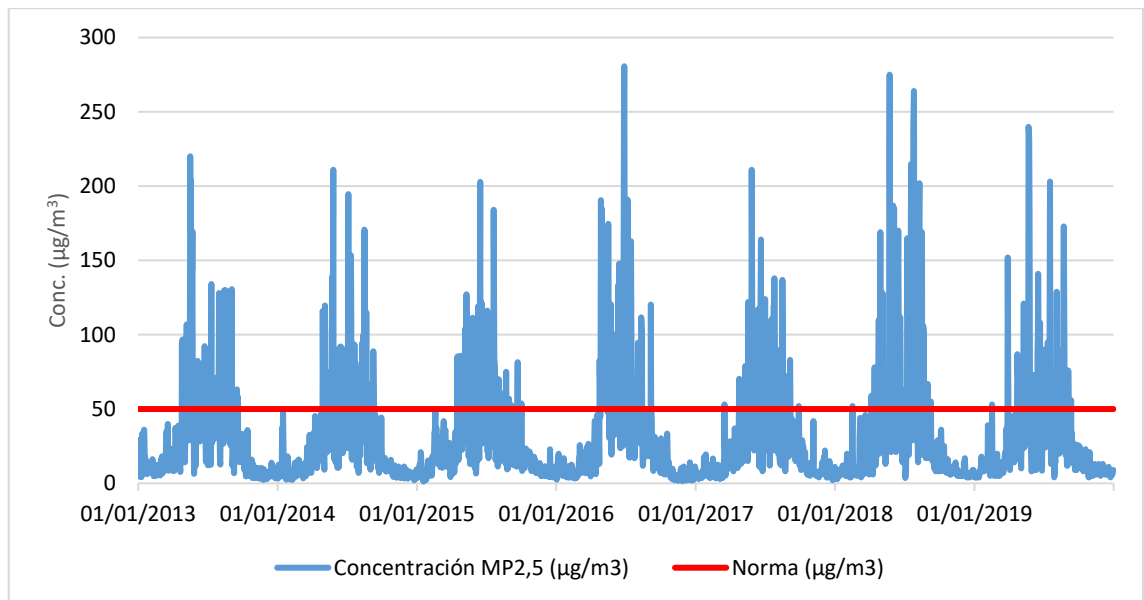
**Tabla 7.** Promedios trianuales de concentraciones de MP<sub>10</sub> durante estudio.

<b>Promedios Trianuales (µg/m<sup>3</sup>)</b>	
2013-2015	53,8
2014-2016	54,7
2015-2017	51,5
2016-2018	52,9
2017-2019	50,1

Fuente: Elaboración Propia en base a datos del SINCA.

### **Material Particulado Fino, MP<sub>2,5</sub>**

Al estudiar la serie de tiempo para la fracción fina del contaminante en la comuna, se observa como el límite establecido para declarar episodios de alerta por concentraciones ambientales diarias de MP<sub>2,5</sub> (80-109 µg/m<sup>3</sup>) es ampliamente superado en periodos de invierno, alcanzando su peak durante el mes de junio del año 2016, donde de acuerdo a lo informado por el SINCA el valor fue cercano a los 280 µg/m<sup>3</sup>.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del SINCA

**Figura 8.** Concentraciones diarias de MP<sub>2,5</sub> en la comuna de Los Ángeles, periodo 2013-2019.

Al analizar el percentil 98 (P98) de los promedios diarios, destaca el hecho de que el límite establecido en el Decreto Supremo es superado considerablemente durante todo el periodo estudiado, logrando un mayor P98 en el año 2018.

**Tabla 8.** Promedio Anual y Percentil 98 de concentraciones de MP<sub>2,5</sub> para los años de estudio.

<b>Año</b>	<b>Promedio Anual</b>	<b>Percentil 98 MP<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
2013	28,7	130,46
2014	27,0	121,11
2015	27,9	114,86
2016	31,8	158,50
2017	27,2	119,16
2018	34,7	188,44
2019	29,3	138,88

Fuente: Elaboración propia en base a datos del SINCA

En los promedios aritméticos trianuales es posible ver como el límite de la norma de MP<sub>2,5</sub> (20 µg/m<sup>3</sup>) es superado todos los años, al igual que con la fracción gruesa del contaminante:

**Tabla 9.** Promedios trianuales de concentraciones de MP<sub>2,5</sub> durante estudio.

<b>Promedios Trianuales (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	
2013-2015	27,9
2014-2016	28,9
2015-2017	29,0
2016-2018	29,6
2017-2019	30,4

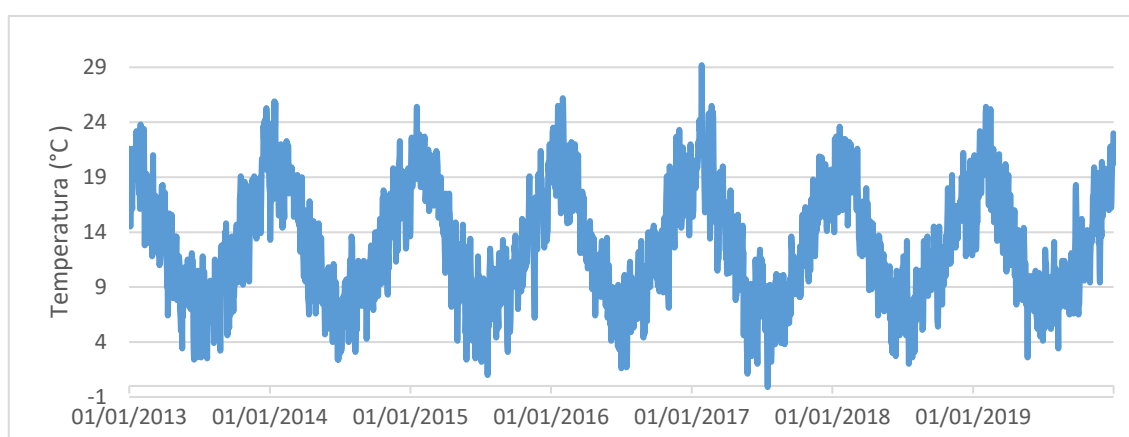
Fuente: Elaboración propia en base a datos del SINCA

### **Variables Meteorológicas**

Para entender el comportamiento de las variables meteorológicas a lo largo del periodo estudiado, se presenta un análisis que indica los promedios, valores máximos y valores mínimos para la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), precipitaciones (mm) y velocidad del viento (km/hr) en la comuna de Los Ángeles, para los 7 años de estudio. Estas variables fueron añadidas al modelo y al igual que las concentraciones de material particulado, éstas varían diariamente, actuando como variables confundentes.

### **Temperatura**

Observando la figura a continuación es posible concluir que la temperatura presenta una marcada estacionalidad, descendiendo en los meses de invierno (principalmente mayo-junio) y aumentando significativamente en verano.



Fuente: Elaboración propia con datos del SINCA

**Figura 9.** Temperatura en Los Ángeles en los años 2013-2019.

Por otro lado, la temperatura promedio de los 7 años estudiados es de 12,8°C. Si se analiza el comportamiento año a año, es posible observar que el promedio anual es prácticamente constante, variando muy levemente en el tiempo y encontrando su máximo valor en los años 2016 y 2019, donde se sobrepasan los 13°C. El clima de la comuna de Los Ángeles es cálido y templado donde los meses de invierno son muchas lluviosas que los meses de verano. Los Ángeles alcanza mínimos diarios bajo cero en los días de invierno y máximos cercanos a los 40°C durante el verano. La tabla 10 muestra como es en el año 2017 donde se obtuvo una mayor variación de los promedios diarios, con el mínimo más bajo de los 7 años de estudio, y el mayor máximo, con -0,1 y 29,2°C, respectivamente.

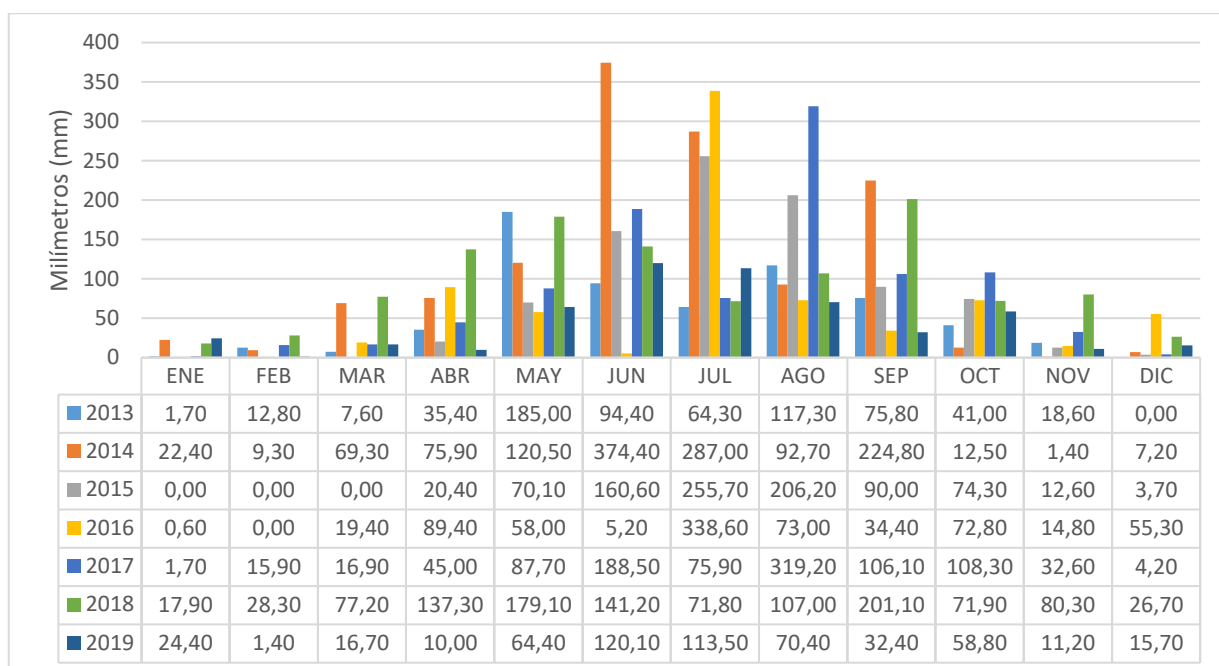
**Tabla 10.** Resumen de promedios, valores mínimos y máximos de la temperatura para los 7 años de estudio en la comuna de Los Ángeles.

Año	Temperatura (°C)		
	Promedio	Mínimo	Máximo
2013	12,7	2,4	25,3
2014	12,8	2,4	25,9
2015	12,9	1,0	25,4
2016	13,1	1,6	26,2
2017	12,7	-0,1	29,2
2018	12,6	2,0	23,6
2019	13,1	2,6	25,4

Fuente: Elaboración propia con datos del SINCA

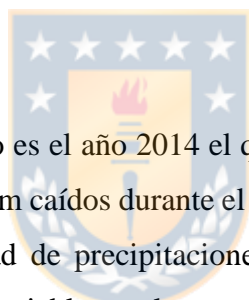
### **Precipitaciones**

Para entender mejor el comportamiento de esta variable se analizó su comportamiento mensual a lo largo de los años de estudio. Tal como muestra la figura a continuación, es posible apreciar la estacionalidad de las precipitaciones pues es durante los meses entre mayo y septiembre donde se aprecian los mayores valores registrados de precipitaciones acumuladas (mm). Más específicamente, es el mes de julio el que presenta la mayor cantidad de precipitaciones, seguido de cerca por junio.



Fuente: Elaboración propia con datos del SINCA

**Figura 10.** Precipitación acumulada mensual registrada en Los Ángeles para los años 2013-2019.



En la tabla 11, se aprecia como es el año 2014 el que registra la mayor cantidad de lluvias, alcanzando un total de 1.297 mm caídos durante el año, siendo los meses de junio y julio los que registraron mayor cantidad de precipitaciones, destacando junio con un acumulado mensual igual a 374 mm. Esta variable es relevante en el estudio pues, tal como descubrieron Lowen et al. (2017), la estabilidad de los virus que causan gripe y otras enfermedades aumenta cuando el aire tiene 20% de humedad y se encuentra entre los 5 y 10°C, afirmando además que cuando llueve se incrementa la probabilidad de que estos virus se transmitan con facilidad.

Por otro lado, Rubio et al. (2001) afirman que las precipitaciones tienen la facultad de actuar como un sistema de limpieza para la atmósfera al ser capaz de disolver ciertos gases y depositar contaminantes en el suelo y ecosistemas, que luego son diluidos gracias al viento.

**Tabla 11.** Resumen de precipitación acumulada anual y valores máximos de las precipitaciones diarias para los 7 años de estudio en la comuna de Los Ángeles.

<b>Año</b>	<b>Acumulada anual (mm)</b>	<b>Máximo diario (mm)</b>
2013	653,9	48,1
2014	1.297,4	79,0
2015	893,6	62,6
2016	761,5	79,3
2017	1.002,0	58,3
2018	1.139,8	88,0
2019	539,0	41,2

Fuente: Elaboración propia con datos del SINCA

### **Velocidad del viento**

Tener esta variable en consideración es importante ya que la velocidad del viento desempeña un papel significativo cuando se trata de dilución y transporte de contaminantes, siendo variados los estudios que demuestran que si la emisión del contaminante es constante y la velocidad del viento aumenta, la concentración de este disminuirá (Venegas et al., 2012). De la tabla 12, es posible observar que en ningún año se superan los 8 km/hr, siendo el año 2017 donde se detecta la mayor magnitud de velocidad del viento media con 7,9 km/hr.

Por otro lado, los mayores valores para esta variable se registran en los meses de invierno, pero es en el año 2017 donde se registran valores más altos, alcanzando una velocidad del viento promedio mensual de 10,8 km/hr en el mes de octubre.

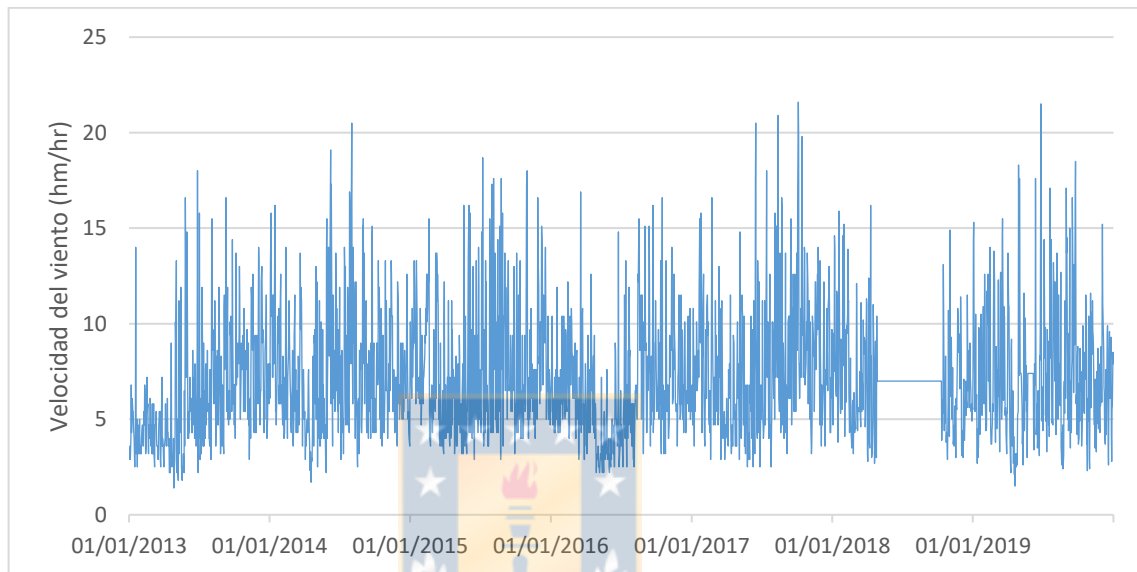
**Tabla 12.** Resumen de promedios, valores mínimos y máximos de la velocidad del viento diaria para los 5 años de estudio en Los Ángeles.

<b>Año</b>	<b>Velocidad del viento media (km/hr)</b>	<b>Velocidad del viento mínima (km/hr)</b>	<b>Velocidad del viento máxima (km/hr)</b>
2013	6,2	1,4	18,0
2014	7,5	1,7	20,5
2015	7,8	2,9	18,7
2016	6,5	2,2	16,9
2017	7,9	2,5	21,6



<b>Año</b>	<b>Velocidad del viento media (km/hr)</b>	<b>Velocidad del viento mínima (km/hr)</b>	<b>Velocidad del viento máxima (km/hr)</b>
2018	7,0	2,7	16,2
2019	7,4	1,5	21,5

Fuente: Elaboración propia con datos del SINCA

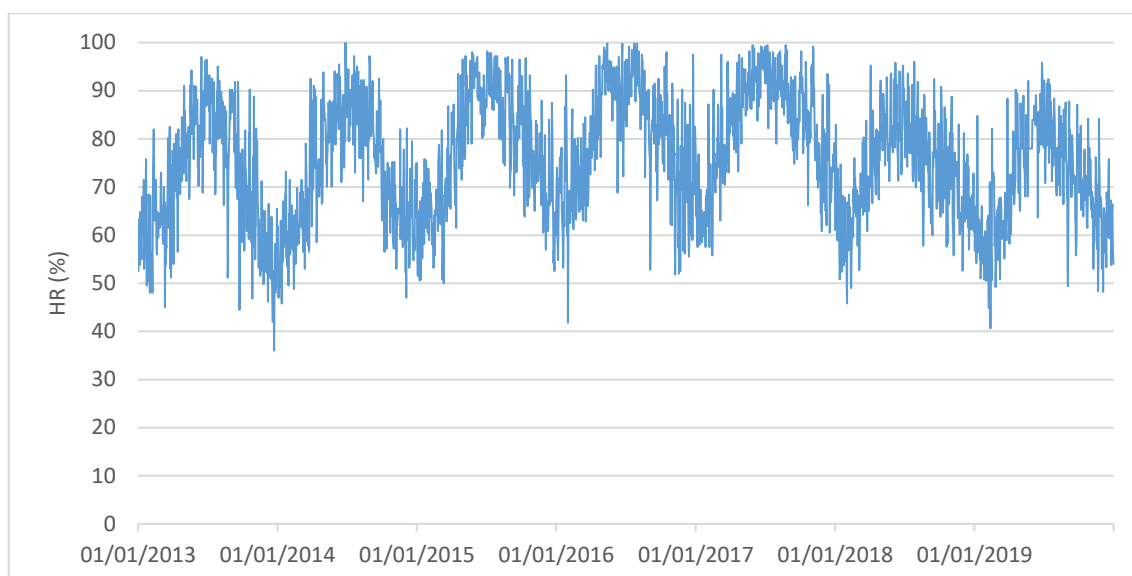


Fuente: Elaboración de las velocidades promedio horarias propia con datos del SINCA

**Figura 11.** Velocidades del viento en Los Ángeles, 2013-2019.

### **Humedad Relativa**

La última variable meteorológica estudiada es la humedad relativa del aire. La figura 12 muestra su clara estacionalidad, aumentando en los meses fríos y disminuyendo notoriamente en los meses de verano.



Fuente: Elaboración propia con datos del SINCA

**Figura 12.** Humedad relativa (%) en Los Ángeles, 2013-2019.

Si se observa el promedio de la variable a lo largo de los años considerados en el estudio, es posible ver una variación de más de un 10% en los años abarcados, presentando su mayor valor el año 2017 con un 82,7% y menor valor promedio el 2019 con un 70,4%. Esto último coincide con la información presentada en cuanto a precipitaciones, pues es precisamente el año 2019 el que presenta menor cantidad de mm acumulados por precipitaciones.

**Tabla 13.** Resumen de promedios, valores mínimos y máximos de la humedad relativa para los 7 años de estudio en la comuna de Los Ángeles.

<b>Año</b>	<b>Promedio (%)</b>	<b>Mínimo (%)</b>	<b>Máximo (%)</b>
2013	71,2	36,0	97,0
2014	73,3	45,8	100,0
2015	78,2	50,0	98,2
2016	80,3	41,8	99,8
2017	82,7	55,8	99,5
2018	73,2	45,8	96,0
2019	70,4	40,6	95,8

Fuente: Elaboración propia con datos del SINCA

## Atribución de las enfermedades respiratorias a la contaminación del aire

A continuación, se presentan los resultados solo para los modelos que incluyeron causas respiratorias, pues las enfermedades circulatorias no presentaron resultados significativos (Ver Anexo A). En la tabla 14 se observan los coeficientes de los modelos en que la concentración del contaminante fue considerada significativa. En el caso del MP<sub>10</sub>, es el grupo etario G1 (niños de 14 años o menos) fue el que mostró mayores efectos frente a la contaminación del aire, pues el material particulado tiene un impacto significativo tanto en sus ingresos hospitalarios como en sus atenciones en urgencias, afectando además las urgencias de G2 y G3.

La fracción fina del material particulado (MP<sub>2,5</sub>) sólo tiene un impacto significativo en las atenciones de urgencias de los grupos G1 y G2, no encontrando significancia en su relación con los ingresos hospitalarios de ninguno de los grupos estudiados.

**Tabla 14.** Estimación del coeficiente  $\beta$  para el material particulado, enfermedades respiratorias.

Contaminante	Variable Respuesta	Estimación $\beta$	Error Estándar	z	valor-p
MP <sub>10</sub>	Ingresos Hospitalarios G1	7.03E-04	3.37E-04	2.087	0.036885 *
MP <sub>10</sub>	Urgencias G1	2.88E-04	5.43E-05	5.298	1.17E-07 **
MP <sub>10</sub>	Urgencias G2	1.54E-04	5.71E-05	2.691	0.00713 **
MP <sub>10</sub>	Urgencias G3	2.58E-04	1.25E-04	2.073	0.038135 *
MP <sub>2,5</sub>	Urgencias G1	3.35E-04	6.47E-05	5.183	2.18E-07 **
MP <sub>2,5</sub>	Urgencias G2	1.55E-04	6.78E-05	2.286	0.02224 *

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

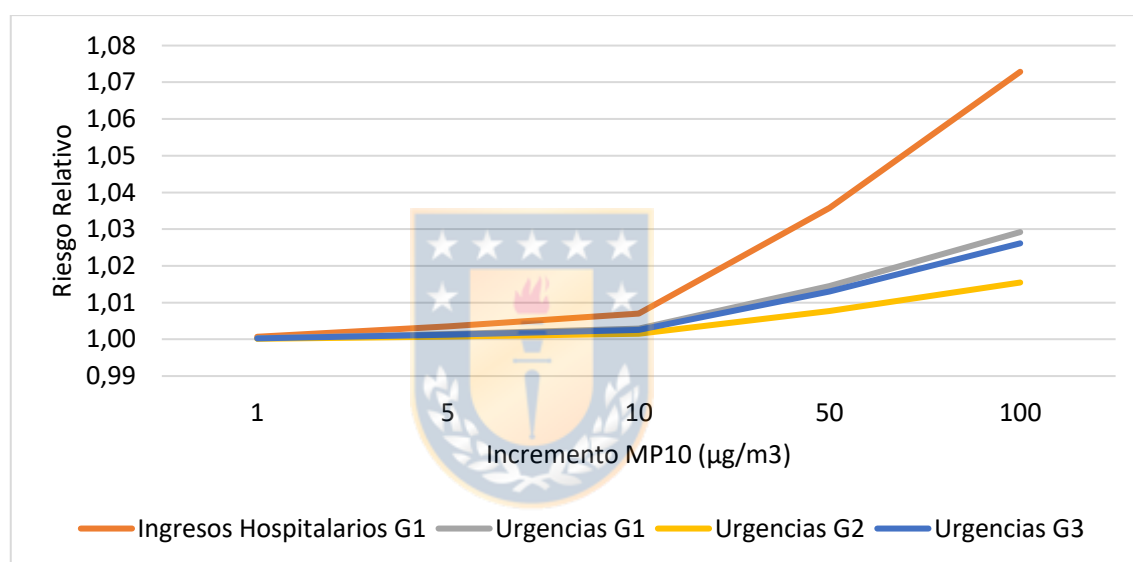
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados para el resto de las variables explicativas incluidas en los distintos modelos se muestran más adelante. En los modelos que consideraban MP<sub>10</sub> del mismo día también se encontró relación significativa con sus rezagos, presentando además una relación negativa con las variables meteorológicas incluidas en la mayoría de los modelos. El comportamiento en el caso de los modelos que consideraban MP<sub>2,5</sub> fue casi idéntico a lo observado para MP<sub>10</sub>,

mostrando relaciones significativas tanto con algunos rezagos del contaminante como con las distintas variables meteorológicas, teniendo estos últimos signos negativos al igual que con el MP<sub>10</sub>. Las variables estacionales asociadas a los días de la semana y los meses del año presentan también una relación significativa, mostrando un comportamiento similar independiente de la fracción del material particulado (MP<sub>10</sub> o MP<sub>2,5</sub>).

### Riesgo Relativo para el MP<sub>10</sub>

El riesgo relativo (RR) fue estimado solo para los grupos etarios donde se observó una relación significativa con el MP<sub>10</sub> considerando la variable respuesta (ingresos hospitalarios G1 y urgencias G1, G2 y G3) y considerando incrementos de 1, 5, 10, 50 y 100 µg/m<sup>3</sup> en la concentración del contaminante del aire.



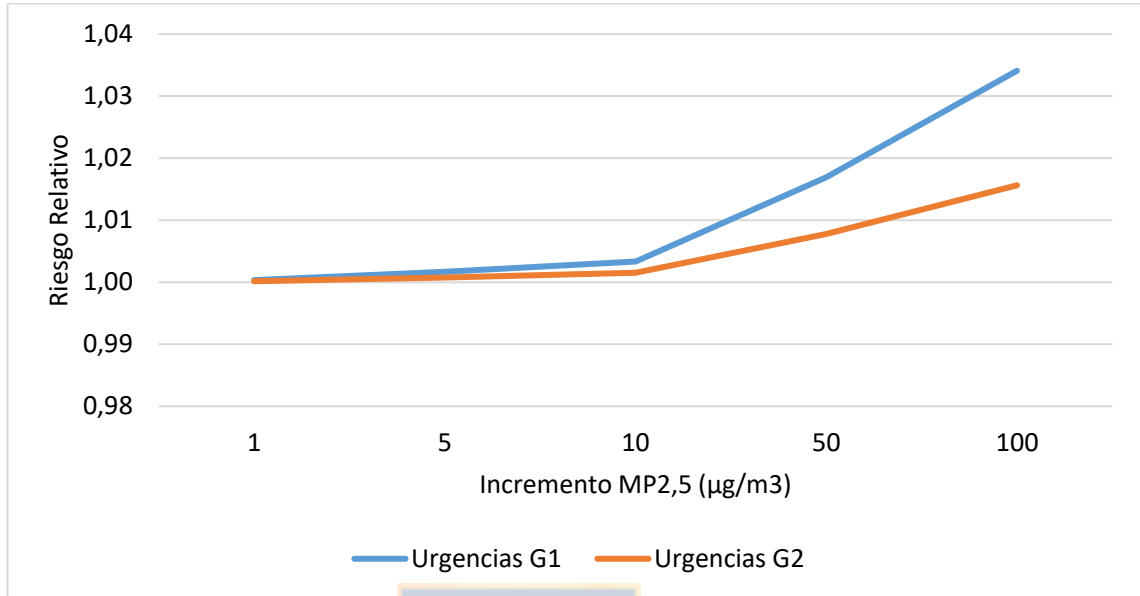
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 13.** Riesgo relativo asociado al ingreso hospitalario de G1 y a las urgencias de G1, G2 y G3 por enfermedades respiratorias, para distintos incrementos de MP<sub>10</sub>.

Al estudiar el comportamiento del RR, se observa que este es mayor para los ingresos hospitalarios de G1, ya que al aumentar la concentración de material particulado en 1 µg/m<sup>3</sup>, el riesgo relativo aumenta en un 0,07%, seguido por un aumento de 0,03%, 0,03% y 0,02% en las urgencias de G1, G3 y G2, respectivamente. De forma similar, en caso de existir un incremento de 100 µg/m<sup>3</sup> en la concentración del contaminante, las hospitalizaciones aumentarían en un 7,3% para el Grupo 1. Las urgencias del mismo grupo etario presentan el segundo mayor riesgo relativo, aumentando en un 2,9% en caso de existir un aumento similar en la concentración. En el caso de urgencias para G2 y G3, de haber un aumento de la misma magnitud, la necesidad de una atención en urgencia aumentaría en un 1,6% y 2,6%, respectivamente.

## Riesgo Relativo para el MP<sub>2,5</sub>

El RR obtenido para el contaminante MP<sub>2,5</sub> se muestran en la figura a continuación:



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 14.** Riesgo relativo asociado a las urgencias de G1 y G2 por enfermedades respiratorias, para distintos incrementos de MP<sub>2,5</sub>.

El primer grupo etario (G1) presenta un mayor RR, siendo sus atenciones en urgencias las que aumentarían en un 0,03% en caso de existir un incremento de 1 µg/m<sup>3</sup>, y un 3,4% si este fuera de 100 µg/m<sup>3</sup>. En el caso de G2, para los mismos aumentos de concentración ambiental de MP<sub>2,5</sub>, las consultas de urgencias por causas respiratoria aumentarían en un 0,02% y 1,6%, respectivamente.

## Impacto económico de la contaminación del aire

Para calcular el impacto económico de la contaminación del aire por material particulado, se utilizaron los riesgos relativos obtenidos para MP<sub>10</sub> y MP<sub>2,5</sub> en aquellos modelos donde se obtuvieron resultados estadísticamente significativos. La tabla 15 muestra las variables que fueron consideradas y el número de atenciones respectivo para el último año del estudio.

**Tabla 15.** Datos utilizados para calcular impacto económico

Variable	Contaminante	Prom. Diario de atenciones	Total atenciones
Urgencias G1	MP <sub>2,5</sub>	118	43.222
Urgencias G2	MP <sub>2,5</sub>	91	33.201
Urgencias G3	MP <sub>10</sub>	24	8.649

Fuente: Elaboración propia.

Considerando lo anterior y un costo de hospitalización (valor de días de cama y consulta médica por enfermedad respiratoria) de MM\$ 0,282, se obtuvo el costo de un alza de 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , y 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en el promedio diario de MP<sub>10</sub> y MP<sub>2,5</sub>:

**Tabla 16.** Costo (pesos) anual de hospitalización por variación en concentración de MP.

Variable	Contaminante	Variación diaria ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				
		1	5	10	50	100
Urgencias G1	MP <sub>2,5</sub>	\$ 1.116.326	\$ 5.585.376	\$ 11.180.120	\$ 56.277.251	\$ 113.505.658
Urgencias G2	MP <sub>2,5</sub>	\$ 398.051	\$ 1.990.874	\$ 3.983.292	\$ 19.978.343	\$ 40.112.119
Urgencias G3	MP <sub>10</sub>	\$ 174.819	\$ 874.544	\$ 1.750.218	\$ 8.796.440	\$ 17.707.133
<b>Costo total</b>		<b>\$ 1.689.196</b>	<b>\$ 8.450.794</b>	<b>\$ 16.913.630</b>	<b>\$ 85.052.034</b>	<b>\$ 171.324.910</b>

Fuente: Elaboración propia.

De aquí se observa que un incremento de 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en la concentración diaria de material particulado, significa un costo de aproximadamente 1,7 millones de pesos (MM\$), lo que aumenta a 17 millones cuando la variación en la concentración del contaminante es de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Adicionalmente, se calculó el costo anual por una variación de 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , multiplicando el costo de hospitalización por el total anual de atenciones mostrado en la tabla 15, obteniendo lo siguiente:

**Tabla 17.** Costo anual (millones de pesos) por variación de  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  concentración de MP

<b>Variable</b>	<b>Contaminante</b>	<b>Costo (MM\$)</b>
Urgencias G1	MP <sub>2,5</sub>	408,90
Urgencias G2	MP <sub>2,5</sub>	145,23
Urgencias G3	MP <sub>10</sub>	63,00
<b>Total</b>		<b>617,12</b>

Fuente: Elaboración propia.

En forma similar, se observa como una variación de  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  se traduce en un costo anual de 617,12 millones de pesos cuando se considera el total anual de atenciones. Es decir, si se redujera el promedio anual de la concentración de material particulado (MP<sub>10</sub> y MP<sub>2,5</sub>) en la ciudad de Los Ángeles en  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  se podría generar este ahorro en salud.



## CAPÍTULO 5

### Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en la investigación es posible concluir que existe una relación estadísticamente significativa entre los niveles ambientales de material particulado ( $MP_{10}$  y  $MP_{2,5}$ ) y las atenciones de urgencias e ingresos hospitalarios por problemas respiratorios en la población de la ciudad de Los Ángeles, independiente del grupo etario al que pertenezcan. Esto genera un impacto económico significativo en la red de atención de salud

El grupo etario G1, donde se incluyen los niños menores o iguales a 14 años, mostró mayores efectos entre la contaminación del aire y los efectos en las vías respiratorias (consultas e ingresos hospitalarios), probablemente causado por la vulnerabilidad del sistema inmune de la población en ese rango de edad, especialmente de los niños menores de 6 años. Es para este grupo, en que las concentraciones diarias, tanto de  $MP_{10}$  como de  $MP_{2,5}$ , resultaron estadísticamente significativas para el 75% de sus variables dependientes. Se determinó que un aumento de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la concentración diaria de  $MP_{10}$  se traduce en un aumento de un 4% en los ingresos hospitalarios de G1. Los resultados son útiles para justificar estrategias orientadas a mejorar la calidad del aire en las zonas urbanas del centro sur del país.

Las urgencias por causas respiratorias resultaron tener una relación positiva con la concentración de  $MP_{10}$  para los 3 grupos etarios considerados con un aumento de 3%, 2% y 3% en las atenciones en urgencias diarias para G1, G2 y G3, respectivamente, cuando la concentración de  $MP_{10}$  aumenta en  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En la medida en que la calidad del aire empeora, las consultas de urgencias e ingresos hospitalarios por causas respiratorias generando una mayor presión en el sistema de salud, afectando la calidad de la atención y servicio a los pacientes.

El uso residencial de leña para calefacción en los meses fríos es una de las principales fuentes de  $MP_{10}$  y  $MP_{2,5}$ , y responsables de los problemas de calidad del aire de las ciudades del centro sur del país. Si bien, el uso de la leña se percibe como una forma más económica para suplir las necesidades de calefacción de los hogares, los problemas de calidad del aire generados por las emisiones de material particulado y otros gases contaminantes generan un alza en las consultas de urgencias respiratorias e ingresos hospitalarios. Un aumento de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en las concentraciones de material particulado puede traducirse en un alza de un 2% y 1% en las atenciones en urgencias de los grupos etarios G1 y G2, respectivamente.



El efecto de las variables meteorológicas en los diversos modelos mostró un comportamiento similar independiente de la variable respuesta, donde en la gran mayoría de los modelos, tanto la temperatura, como las precipitaciones y humedad relativa del aire obtuvieron un signo negativo. Esto tiene sentido si se considera que una temperatura baja no solo conlleva a un mayor uso de calefacción a leña, sino que también afecta el sistema inmune de la población. Además, las precipitaciones disminuyen la concentración de contaminantes en el aire al atrapar las partículas sólidas presentes en el.

Al evaluar el impacto económico que tiene la contaminación por material particulado, se obtuvo que el costo diario por una variación de  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  es 1,7; 8 y 17 millones de pesos, respectivamente. Esto permitiría cuantificar parte de los potenciales beneficios que podría originar el Plan de Descontaminación Atmosférico de la ciudad de Los Ángeles y que las distintas estrategias que se toman para descontaminar el aire pueden traer beneficios no solo para la salud de las personas, sino que también económicos. Al disminuir en  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  la concentración diaria de  $\text{MP}_{10}$ , se podría generar un ahorro de 8 millones de pesos diarios. Además, la disminución de  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la concentración promedio anual de  $\text{MP}$  lograba un ahorro potencial de 617 millones de pesos.

Para establecer efectos sinérgicos entre contaminantes y mejorar algunos modelos se propone la inclusión de otros contaminantes del aire, junto con el material particulado. Además, para tener mayor información respecto al efecto individual de los contaminantes en las distintas enfermedades respiratorias, se propone replicar el estudio segregando las causas de las atenciones en urgencias y los ingresos hospitalarios. Si bien, existen estudios que indican relaciones significativas entre ciertos contaminantes y efectos negativos en la salud de la población, para tomar decisiones se debe tener en consideración que cada localización cuenta con elementos únicos que hacen que su población sea más o menos susceptible a las distintas condiciones adversas, por lo que los efectos (o la magnitud de ellos) puede variar de un lugar a otro.

## CAPÍTULO 6

### Referencias

- Allen, G.A., Miller, P.J., Rector, L.J., Brauer, M. and Su, J.G. (2011). Characterization of valley winter woodsmoke concentrations in Northern NY using highly time-resolved measurements. *Aerosol and Air Quality Research* 11(5), 519-530.
- Ardiles, L., Tadano, Y., Costa, S., Urbina, V., Capucim, M., Silva, I., Braga, A., Martins, J., & Martins, L. (2018). Negative Binomial regression model for analysis of the relationship between hospitalization and air pollution. *Atmospheric Pollution Research*, 9 (2), pp. 331-340.
- Atkinson RW, Fuller GW, Anderson HR, Harrison RM, Armstrong B. (2010). Urban ambient particle metrics and health. A time series analysis. *Epidemiology*; 21:501–11.
- Biblioteca del Congreso Nacional, (1994). Biblioteca del Congreso Nacional | Ley Chile. [online] [www.bcn.cl/leychile](http://www.bcn.cl/leychile). Disponible en: <<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=30667> >
- Brown JS, Gordon T, Price O, Asgharian B. (2013). Thoracic and respirable particle definitions for human health risk assessment. *Part Fibre Toxicol*; 12.
- Cadelis G, Tourres R, Molinie J. (2014). Short-term effects of the particulate pollutants contained in Saharan dust on the visits of children to the emergency department due to asthmatic conditions in Guadeloupe (French Archipelago of the Caribbean). *PLoS ONE* 2014; 9(3): 91136.
- Casati R, Scheer V, Vogt R, Benter T. (2007). Measurement of nucleation and soot mode particle emission from a diesel passenger car in real world and laboratory in situ dilution. *Atmos Environ*; 41:2125–35.
- Cayuela L. (2010). Modelos Lineales Generalizados (GLM). EcoLab, Centro Andaluz de Medio Ambiente, Universidad de Granada.
- Chen, R., Yin, P., Meng, X., Liu, C., Wang, L., Xu, X., Ross, J.A., Tse, L.A., Zhao, Z., Kan, H., Zhou, M. (2017). Fine particulate air pollution and daily mortality. A nationwide analysis in 272 Chinese cities. *Am. J. Respir. Crit. Care Med*; 196 (1), 73–81.

- De Irala J., Martínez-González MA., Guillén-Grima F. (2001). ¿Qué es una variable de confusión?. *Med Clin (Barc)*; 117: 377-385.
- De Nevers, N. (1998). *Ingeniería de control de la contaminación del aire*. Mac Graw-Hill Interamericana, México.
- Everitt, B. S. (2003). *Modern medical statistics*. Nova Iorque: Oxford University Press Inc.
- Frumkin H. (2010). *Salud ambiental: de lo global a lo local*. Primera edición. Organización Panamericana de la Salud. McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. de C.V.; 363-366.
- Fu M, Zheng F, Xu X, Niu L. (2011). Advances of study on monitoring and evaluation of PM2.5 pollution. *Meteorol Disaster Reduc Res*; 34:1–6.
- Guo, P., Feng, W., Zheng, M., Lv, J., Wang, L., Liu, J., Zhang, Y., Luo, G., Zhang, Y., Deng, C., Shi, T., Liu, P., & Zhang, L. (2018). Short-term associations of ambient air pollution and cause-specific emergency department visits in Guangzhou, China. *Science of The Total Environment*, 613–614, pp. 306-313.
- Henriquez, F., Mardones, C. (2021). Aporte de la gestión de episodios críticos a la reducción de enfermedades respiratorias en las ciudades de Los Ángeles y Chillán, Chile. *Rev Med Chile* 2021; 149(6): 856-863.
- Ki-Hyun Kim, Ehsanul Kabir, Shamin Kabir. (2015). A review on the human health impact of airborne particulate matter. *Environment International*; 74: 136–143.
- Li, Y., Xiao, C., Li, J., Tang, J., Geng, X., Cui L., & Zhai, J. (2018). Association between air pollution and upper respiratory tract infection in hospital outpatients aged 0–14 years in Hefei, China: a time series study. *Public Health*, 156, pp. 92-100.
- Londahl J, Massling A, Pagels J, Swietlicki E, Vaclavik E, Loft S, et al. (2007). Size-resolved respiratory-tract deposition of fine and ultrafine hydrophobic and hygroscopic aerosol particles during rest and exercise. *Inhal Toxicol*; 19(2):109–16.
- Londahl J, Pagels J, Swietlicki E, Zhou JC, Ketzler M, Massling A, et al. (2006). A set-up for field studies of respiratory tract deposition of fine and ultrafine particles in humans. *J Aerosol Sci*;37(9):1152–63.
- Lowen AC, Mubareka S, Steel J, Palese P. (2007). Influenza Virus Transmission Is Dependent on Relative Humidity and Temperature. *PLoS Pathog*; 3(10): 1470-1476.

- Mardones C, Saavedra A, Jiménez J. (2015). Cuantificación económica de los beneficios en salud asociados a la reducción de la contaminación por MP10 en Concepción Metropolitano, Chile. *Rev Med Chile*; 143: 475-483.
- Ministerio Del Medio Ambiente. (2017). Tercer Reporte Del Estado Del Medio Ambiente. Disponible en: <http://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/09/REMA-2017.pdf>
- Ministerio Del Medio Ambiente. (2018). Estudios utilizados para la elaboración del PDA de Los Ángeles. Disponible en: [http://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2018/proyectos/Estudios\\_utilizados\\_para\\_la\\_elaboracion\\_del\\_PDA\\_LA.pdf](http://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2018/proyectos/Estudios_utilizados_para_la_elaboracion_del_PDA_LA.pdf)
- Ministerio Del Medio Ambiente. (2020). Informe Del Estado Del Medio Ambiente. Disponible en: [https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/10/IEMA-2020\\_consolidado\\_final-comprimido.pdf](https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/10/IEMA-2020_consolidado_final-comprimido.pdf)
- Navarro A., Utzet F., Puig P., Caminal J., Martín M. (2001). La distribución binomial negativa frente a la de Poisson en el análisis de fenómenos recurrentes. *Gac Sanit*; 15 (5): 447-452.
- Oyarzún, M. (2010). Contaminación aérea y sus efectos en la salud. *Rev Chil Enf Respir* 2010; 26: 16-25.
- Pope, C., Dockery, D.W. (2006). Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. *Journal Air Waste Manage Association*; 56 (6): 709–742.
- Pope III C, Coleman N, Pond Z, Burnett R. (2020). Fine particulate air pollution and human mortality: 25+ years of cohort studies. *Environ Res*; 183: 108924.
- Remaggi, J., Mardones, C., Jimenez, J. (2019). Impacto De La Contaminación Por Material Particulado Sobre Las Atenciones De Urgencias Por Causas Respiratorias En Chillán, Concepción Y Los Ángeles. *Rev Chil Enferm Respir*; 35: 181-190
- Rivas M. 2015. Análisis del impacto de la Calidad del Aire sobre los Ingresos Hospitalarios por Enfermedades Respiratorias y Cardiovasculares en la Comuna de Talcahuano.
- Romero, H. & Vásquez, A. (2005). La comodificación de los territorios urbanizables y la degradación ambiental en Santiago de Chile. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*; 9: 194-68.

- Szyszkowicz M, Kousha T, Castner J, Dales R. (2018). Air pollution and emergency department visits for respiratory diseases: A multi-city case crossover study. *Environ Res*; 163: 263-9.
- Tian, Xiang, Juan, Sun, Song, Cao, Hu. (2017). Fine particulate air pollution and hospital visits for asthma in Beijing, China. *Environmental Pollution*; 230: 227-233.
- UCTEM. (2009). Inventario de Emisiones Atmosféricas para las Ciudades de Chillán y Los Ángeles. Disponible en: [https://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2018/proyectos/Estudios\\_utilizados\\_para\\_la\\_elaboracion\\_del\\_PDA\\_LA.pdf](https://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2018/proyectos/Estudios_utilizados_para_la_elaboracion_del_PDA_LA.pdf)
- Valavanidis A, Fiotakis K, Vlachogianni T. (2008). Airborne particulate matter and human health: toxicological assessment and importance of size and composition of particles for oxidative damage and carcinogenic mechanisms. *J Environ Sci Health C Environ Carcinog Ecotoxicol Rev*; 26(4): 339–62.
- Valdés A, Zanobetti A, Halonen J, Cifuentes L, Morata D, Schwartz J. (2012). Elemental concentrations of ambient particles and cause specific mortality in Santiago, Chile: a time series study. *Environ Health*; 11: 82.
- Vargas C. (2011). Efectos de la fracción gruesa (PM10-2,5) del material particulado sobre la salud humana. Revisión bibliográfica. MINSAL, pp 37.
- Velasteguí López, P. H. (2018). Efectos de la contaminación ambiental en la flora y fauna en el cantón La Maná. *ConcienciaDigital*, 1(2), 16-27.
- Wang, X., Wang, W., Jiao, S., Yuan, J., Hu, C., & Wang, L. (2018). The effects of air pollution on daily cardiovascular diseases hospital admissions in Wuhan from 2013 to 2015. *Atmospheric Environment*, 182, pp. 307-312.
- WHO. (2021). Las nuevas Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire tienen como objetivo evitar millones de muertes debidas a la contaminación del aire. [online] Disponible en: <<https://www.who.int/es/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>>

## CAPÍTULO 7

### Anexos

#### Anexo A. Resultados modelos

A continuación, se presenta la estimación de parámetros de los modelos del estudio.

#### Anexo A.1 Contaminante MP10

##### Anexo A.1.1 Enfermedades Respiratorias

**Tabla 18.** Anexo A.1.1-1 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 1, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	5,60E-01	1,52E-01	4	0,00022	***
t2	-6,75E-08	6,74E-09	-10	< 2e-16	***
PM10	7,03E-04	3,37E-04	2	0,036885	*
PM10_3	1,07E-03	3,40E-04	3	0,001705	**
PM10_5	6,81E-04	3,21E-04	2	0,033877	*
P_1	3,98E-03	1,48E-03	3	0,007211	**
P_3	3,15E-03	1,52E-03	2	0,037475	*
HR_1	-4,27E-03	1,59E-03	-3	0,007047	**
V_2	6,53E-03	4,05E-03	2	0,107195	
sen1	-4,38E-01	8,92E-02	-5	8,92E-07	***
sen2	-2,44E-01	6,09E-02	-4	6,40E-05	***
sen3	-2,45E-01	4,42E-02	-6	2,99E-08	***
sen4	-1,44E-01	3,42E-02	-4	2,49E-05	***
sen5	-9,28E-02	2,73E-02	-3	0,000667	***
cos1	-6,78E-01	6,68E-02	-10	< 2e-16	***
cos2	8,41E-02	5,15E-02	2	0,102645	
cos3	-1,27E-01	3,83E-02	-3	0,000922	***
cos6	4,97E-02	1,86E-02	3	0,007519	**

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
ene	7,57E-01	1,68E-01	5	6,17E-06	***
feb	6,98E-01	2,08E-01	3	0,000797	***
mar	2,93E-01	2,03E-01	1	0,149222	
abr	2,35E-01	1,25E-01	2	0,061292	.
jul	1,82E-01	9,43E-02	2	0,05408	.
ago	2,30E-01	1,24E-01	2	0,064203	.
sep	3,02E-01	1,37E-01	2	0,027051	*
oct	3,29E-01	1,09E-01	3	0,002559	**
lun	3,78E-01	4,10E-02	9	< 2e-16	***
mart	3,27E-01	4,17E-02	8	4,26E-15	***
mie	3,22E-01	4,21E-02	8	2,02E-14	***
jue	3,36E-01	4,17E-02	8	6,93E-16	***
Vie	2,67E-01	4,26E-02	6	3,55E-10	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)



**Tabla 19.** Anexo A.1.1-2 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 2, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	0,084234	0,193165	0,436	0,66278	
HR	-0,003683	0,002063	-2	0,07427	.
V_1	0,008701	0,005533	2	0,11584	
sen1	-0,368951	0,125881	-3	0,00338	**
sen2	-0,188628	0,082915	-2	0,02291	*
sen4	-0,070839	0,044241	-2	0,10933	
cos1	-0,563812	0,126767	-4	8,68E-06	***
cos6	-0,04566	0,025041	-2	0,06824	.
ene	0,335038	0,145363	2	0,02118	*
feb	0,435108	0,175142	2	0,01298	*
mar	0,266277	0,141845	2	0,06049	.
may	-0,385484	0,135698	-3	0,0045	**
jun	-0,524038	0,191817	-3	0,0063	**
jul	-0,388208	0,242886	-2	0,10997	
ago	-0,48982	0,272661	-2	0,07242	.
sep	-0,440218	0,241633	-2	0,06848	.
oct	-0,321356	0,195728	-2	0,10062	
nov	-0,413169	0,136526	-3	0,00248	**
lun	0,555355	0,062331	9	< 2e-16	***
mart	0,782528	0,058863	13	< 2e-16	***
mie	0,70074	0,060084	12	< 2e-16	***
jue	0,819601	0,05836	14	< 2e-16	***
vie	0,373452	0,065672	6	1,30E-08	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)



**Tabla 20.** Anexo A.1.1-3 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 3, Poisson

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-1,30E-01	1,76E-01	-0,741	0,458967	
t2	-6,71E-08	9,27E-09	-7	4,67E-13	***
PM10_1	1,15E-03	4,72E-04	2	0,014557	*
PM10_5	9,98E-04	4,58E-04	2	0,029178	*
P_2	5,43E-03	2,01E-03	3	0,006997	**
HR	4,42E-03	2,45E-03	2	0,070522	.
HR_1	-5,57E-03	2,47E-03	-2	0,023881	*
V_3	1,10E-02	5,31E-03	2	0,03888	*
sen1	-2,91E-01	3,73E-02	-8	6,54E-15	***
sen4	-4,49E-02	3,04E-02	-1	0,139423	
sen6	9,12E-02	3,44E-02	3	0,008111	**
cos2	-1,50E-01	3,70E-02	-4	5,00E-05	***
cos6	-6,79E-02	2,44E-02	-3	0,005459	**
abr	3,84E-01	9,80E-02	4	8,90E-05	***
may	3,94E-01	8,92E-02	4	9,93E-06	***
jun	5,70E-01	9,72E-02	6	4,67E-09	***
jul	4,86E-01	9,65E-02	5	4,71E-07	***
ago	2,27E-01	7,43E-02	3	0,002297	**
nov	-2,02E-01	7,97E-02	-3	0,011436	*
lun	2,49E-01	6,86E-02	4	0,000287	***
mart	2,94E-01	6,76E-02	4	1,35E-05	***
mie	3,17E-01	6,73E-02	5	2,55E-06	***
jue	2,98E-01	6,78E-02	4	1,09E-05	***
vie	3,08E-01	6,80E-02	5	5,91E-06	***
sab	1,60E-01	6,98E-02	2	0,022013	*

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 21.** Anexo A.1.1-4 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 1, Binomial Negativo.



Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	5,55E-01	1,62E-01	3	0,000608	***
t2	-6,78E-08	7,21E-09	-9	< 2e-16	***
PM10	6,97E-04	3,68E-04	2	0,05842	.
PM10_3	1,06E-03	3,72E-04	3	0,004365	**
PM10_5	6,59E-04	3,52E-04	2	0,060694	.
P_1	3,88E-03	1,63E-03	2	0,017581	*
P_3	3,17E-03	1,66E-03	2	0,057119	.
HR_1	-4,28E-03	1,70E-03	-3	0,011717	*
V_2	6,75E-03	4,37E-03	2	0,122799	
sen1	-4,40E-01	9,40E-02	-5	2,96E-06	***
sen2	-2,49E-01	6,42E-02	-4	0,000106	***
sen3	-2,44E-01	4,65E-02	-5	1,54E-07	***
sen4	-1,45E-01	3,60E-02	-4	5,84E-05	***
sen5	-9,19E-02	2,89E-02	-3	0,001452	**
cos1	-6,82E-01	7,04E-02	-10	< 2e-16	***
cos2	8,52E-02	5,42E-02	2	0,115599	
cos3	-1,27E-01	4,05E-02	-3	0,001642	**
cos6	4,70E-02	1,98E-02	2	0,017832	*
ene	7,65E-01	1,74E-01	4	1,07E-05	***
feb	7,08E-01	2,16E-01	3	0,001023	**
mar	3,00E-01	2,11E-01	1	0,155338	
abr	2,38E-01	1,32E-01	2	0,070458	.
jul	1,86E-01	1,04E-01	2	0,073971	.
ago	2,34E-01	1,36E-01	2	0,086569	.
sep	3,07E-01	1,48E-01	2	0,037855	*
oct	3,30E-01	1,16E-01	3	0,004512	**
lun	3,80E-01	4,40E-02	9	< 2e-16	***
mart	3,31E-01	4,46E-02	7	1,19E-13	***
mie	3,27E-01	4,51E-02	7	3,85E-13	***
jue	3,40E-01	4,46E-02	8	2,44E-14	***
vie	2,68E-01	4,56E-02	6	3,89E-09	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 22.** Anexo A.1.1-5 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 2, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	0,087726	0,201764	0,435	0,66371	
HR	-0,003736	0,002155	-2	0,08296	.
V_1	0,008581	0,005795	1	0,13868	
sen1	-0,370066	0,131264	-3	0,00481	**
sen2	-0,193151	0,086589	-2	0,0257	*
sen4	-0,071836	0,04619	-2	0,11989	
cos1	-0,56678	0,132198	-4	1,81E-05	***
cos6	-0,046521	0,026146	-2	0,07519	.
ene	0,342917	0,150954	2	0,02311	*
feb	0,443703	0,181771	2	0,01465	*
mar	0,271697	0,147464	2	0,06541	.
may	-0,390618	0,141299	-3	0,0057	**
jun	-0,527959	0,200401	-3	0,00843	**
jul	-0,388745	0,254169	-2	0,12615	
ago	-0,488452	0,285514	-2	0,08712	.
sep	-0,437922	0,252869	-2	0,08331	.
oct	-0,321377	0,2042	-2	0,11552	
nov	-0,4139	0,141987	-3	0,00356	**
lun	0,556242	0,064483	9	< 2e-16	***
mart	0,782099	0,061155	13	< 2e-16	***
mie	0,701194	0,062322	11	< 2e-16	***
jue	0,818779	0,060676	13	< 2e-16	***
vie	0,374597	0,06771	6	3,16E-08	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 23.** Anexo A.1.1-6 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 3, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-1,28E-01	1,80E-01	-0,71	0,477887	
t2	-6,70E-08	9,50E-09	-7	1,73E-12	***
PM10_1	1,15E-03	4,86E-04	2	0,018218	*
PM10_5	9,99E-04	4,72E-04	2	0,034195	*
P_2	5,37E-03	2,09E-03	3	0,010138	*
HR	4,42E-03	2,51E-03	2	0,07779	.
HR_1	-5,60E-03	2,53E-03	-2	0,026975	*
V_3	1,08E-02	5,46E-03	2	0,047278	*
sen1	-2,91E-01	3,81E-02	-8	2,25E-14	***
sen4	-4,50E-02	3,11E-02	-1	0,147851	
sen6	9,09E-02	3,52E-02	3	0,009916	**
cos2	-1,51E-01	3,78E-02	-4	6,48E-05	***
cos6	-6,76E-02	2,51E-02	-3	0,006934	**
abr	3,84E-01	1,00E-01	4	0,000125	***
may	3,95E-01	9,14E-02	4	1,54E-05	***
jun	5,70E-01	9,97E-02	6	1,04E-08	***
jul	4,87E-01	9,90E-02	5	8,84E-07	***
ago	2,27E-01	7,63E-02	3	0,002893	**
nov	-2,01E-01	8,14E-02	-2	0,013518	*
lun	2,49E-01	7,02E-02	4	0,000395	***
mart	2,95E-01	6,92E-02	4	2,08E-05	***
mie	3,17E-01	6,89E-02	5	4,32E-06	***
jue	2,99E-01	6,93E-02	4	1,62E-05	***
vie	3,08E-01	6,96E-02	4	9,86E-06	***
sab	1,62E-01	7,13E-02	2	0,023351	*

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 24.** Anexo A.1.1-7 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 1, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	5,58E+00	2,82E-02	197,792	< 2e-16	***
t	2,63E-04	1,11E-05	23,707	< 2e-16	***
t2	-1,47E-07	4,24E-09	-34,627	< 2e-16	***
PM10	2,88E-04	5,43E-05	5,298	1,17E-07	***
PM10_1	9,39E-05	5,69E-05	1,651	0,098745	.
PM10_3	3,00E-04	5,58E-05	5,382	7,37E-08	***
PM10_4	1,03E-04	5,83E-05	1,763	0,077816	.
PM10_5	1,21E-04	5,10E-05	2,377	0,017476	*
TEMP	-3,33E-03	8,79E-04	-3,785	0,000154	***
T_1	-2,07E-03	1,07E-03	-1,926	0,054075	.
T_2	-5,23E-03	1,04E-03	-5,037	4,73E-07	***
T_3	-1,93E-03	8,52E-04	-2,262	0,023688	*
P	-4,33E-03	2,35E-04	-18,457	< 2e-16	***
P_3	-3,58E-04	2,35E-04	-1,519	0,128792	
HR	-2,26E-03	2,65E-04	-8,54	< 2e-16	***
HR_1	4,45E-04	2,87E-04	1,552	0,120611	
HR_2	-1,40E-03	2,65E-04	-5,26	1,44E-07	***
V_1	1,46E-03	5,77E-04	2,532	0,011353	*
V_3	2,80E-03	6,06E-04	4,62	3,84E-06	***
sen1	-1,96E-01	7,02E-03	-27,895	< 2e-16	***
sen2	-2,47E-01	7,26E-03	-34,014	< 2e-16	***
sen3	-6,28E-02	5,55E-03	-11,314	< 2e-16	***
sen4	-1,34E-01	4,45E-03	-30,074	< 2e-16	***
sen5	5,18E-02	3,62E-03	14,297	< 2e-16	***
sen6	7,18E-02	5,20E-03	13,813	< 2e-16	***
cos1	-4,97E-01	1,13E-02	-44,048	< 2e-16	***
cos2	-9,98E-02	5,70E-03	-17,513	< 2e-16	***
cos3	3,24E-02	4,74E-03	6,833	8,30E-12	***
cos4	1,09E-01	4,27E-03	25,44	< 2e-16	***

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
cos5	-5,47E-02	3,82E-03	-14,312	< 2e-16	***
cos6	3,24E-02	2,53E-03	12,812	< 2e-16	***
ene	-1,21E-01	2,12E-02	-5,724	1,04E-08	***
feb	-5,14E-02	2,06E-02	-2,493	0,012684	*
abr	-2,77E-01	1,65E-02	-16,85	< 2e-16	***
may	-2,06E-01	2,03E-02	-10,144	< 2e-16	***
jun	-3,37E-01	1,89E-02	-17,779	< 2e-16	***
jul	-1,60E-01	1,63E-02	-9,832	< 2e-16	***
sep	-2,25E-01	1,19E-02	-18,798	< 2e-16	***
nov	-1,17E-01	1,39E-02	-8,43	< 2e-16	***
lun	-2,28E-01	5,86E-03	-38,995	< 2e-16	***
mart	-3,10E-01	5,98E-03	-51,895	< 2e-16	***
mie	-3,51E-01	6,08E-03	-57,774	< 2e-16	***
jue	-3,94E-01	6,13E-03	-64,316	< 2e-16	***
vie	-4,01E-01	6,15E-03	-65,241	< 2e-16	***
sab	-2,35E-02	5,53E-03	-4,252	2,11E-05	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 25.** Anexo A.1.1-8 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 2, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	5,02E+00	3,52E-02	142,731	< 2e-16	***
t	2,93E-04	1,32E-05	22,147	< 2e-16	***
t2	-1,32E-07	5,04E-09	-26,149	< 2e-16	***
PM10	1,54E-04	5,71E-05	2,691	0,00713	**
PM10_2	1,80E-04	5,81E-05	3,093	0,00198	**
PM10_4	3,26E-04	6,02E-05	5,413	6,21E-08	***
PM10_5	1,14E-04	5,90E-05	1,927	0,05403	.
TEMP	1,62E-03	1,02E-03	1,597	0,11017	
T_1	-6,14E-03	1,03E-03	-5,975	2,31E-09	***
T_3	-7,04E-03	8,71E-04	-8,088	6,06E-16	***
P	-2,16E-03	2,59E-04	-8,328	< 2e-16	***
P_2	5,19E-04	2,65E-04	1,956	0,05047	.
P_3	-5,19E-04	2,79E-04	-1,86	0,06284	.
HR	-1,12E-03	2,81E-04	-3,971	7,17E-05	***
HR_2	-1,25E-03	2,98E-04	-4,195	2,73E-05	***
HR_3	-7,99E-04	3,04E-04	-2,631	0,00853	**
V_1	2,10E-03	6,52E-04	3,218	0,00129	**
V_3	1,36E-03	6,89E-04	1,967	0,04913	*
sen1	-2,66E-01	1,37E-02	-19,452	< 2e-16	***
sen2	-2,16E-01	9,30E-03	-23,164	< 2e-16	***
sen3	-2,60E-02	6,28E-03	-4,146	3,39E-05	***
sen4	-1,07E-01	5,09E-03	-21,031	< 2e-16	***
sen5	4,89E-02	4,16E-03	11,737	< 2e-16	***
sen6	3,20E-02	6,18E-03	5,177	2,25E-07	***
cos1	-3,20E-01	1,19E-02	-26,935	< 2e-16	***
cos2	-1,19E-01	7,55E-03	-15,765	< 2e-16	***
cos3	2,84E-02	6,24E-03	4,551	5,33E-06	***
cos4	1,14E-01	4,99E-03	22,815	< 2e-16	***
cos5	2,43E-02	4,27E-03	5,694	1,24E-08	***



Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
cos6	-2,30E-02	2,87E-03	-8,02	1,06E-15	***
ene	3,77E-02	2,37E-02	1,593	0,11118	
feb	2,85E-01	2,63E-02	10,829	< 2e-16	***
mar	1,32E-01	2,06E-02	6,412	1,44E-10	***
may	7,16E-02	1,52E-02	4,721	2,34E-06	***
jul	2,05E-01	1,83E-02	11,193	< 2e-16	***
ago	9,86E-02	2,31E-02	4,27	1,95E-05	***
sep	-7,95E-02	2,62E-02	-3,031	0,00244	**
oct	-1,70E-01	2,52E-02	-6,725	1,75E-11	***
nov	-8,64E-02	2,13E-02	-4,059	4,92E-05	***
lun	-2,37E-01	6,92E-03	-34,197	< 2e-16	***
mart	-2,68E-01	7,03E-03	-38,187	< 2e-16	***
mie	-2,80E-01	7,02E-03	-39,902	< 2e-16	***
jue	-3,21E-01	7,13E-03	-45,004	< 2e-16	***
vie	-3,38E-01	7,16E-03	-47,226	< 2e-16	***
sab	3,61E-02	6,44E-03	5,608	2,04E-08	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 26.** Anexo A.1.1-9 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 3, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	2,98E+00	5,72E-02	52,123	< 2e-16	***
t	5,30E-04	2,66E-05	19,902	< 2e-16	***
t2	-1,61E-07	9,91E-09	-16,264	< 2e-16	***
PM10	2,58E-04	1,25E-04	2,073	0,038135	*
PM10_3	2,45E-04	1,13E-04	2,169	0,030095	*
PM10_5	4,75E-04	1,11E-04	4,297	1,73E-05	***
TEMP	9,05E-03	2,18E-03	4,15	3,33E-05	***
T_1	-7,60E-03	2,11E-03	-3,597	0,000321	***
P	-3,92E-03	6,01E-04	-6,531	6,52E-11	***
P_2	1,40E-03	5,39E-04	2,592	0,009542	**
HR	-1,50E-03	5,85E-04	-2,559	0,010489	*
V	-7,38E-03	1,49E-03	-4,948	7,50E-07	***
V_2	2,59E-03	1,41E-03	1,842	0,065493	.
sen1	-3,67E-01	1,23E-02	-29,857	< 2e-16	***
sen2	-1,31E-01	1,25E-02	-10,48	< 2e-16	***
sen3	-4,06E-02	1,03E-02	-3,938	8,21E-05	***
sen5	5,34E-02	8,16E-03	6,544	6,01E-11	***
sen6	4,61E-02	1,03E-02	4,496	6,94E-06	***
cos1	-3,27E-01	1,94E-02	-16,869	< 2e-16	***
cos2	-8,48E-02	1,21E-02	-7,02	2,22E-12	***
cos4	9,80E-02	9,70E-03	10,099	< 2e-16	***
cos5	4,21E-02	8,46E-03	4,978	6,43E-07	***
cos6	-3,75E-02	6,05E-03	-6,199	5,67E-10	***
feb	2,60E-01	3,87E-02	6,721	1,81E-11	***
mar	4,75E-02	3,08E-02	1,54	0,123615	
jun	5,14E-02	3,08E-02	1,669	0,095023	.
jul	1,16E-01	2,97E-02	3,914	9,09E-05	***
oct	-1,86E-01	2,68E-02	-6,917	4,62E-12	***
nov	-1,46E-01	3,26E-02	-4,496	6,91E-06	***

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
lun	-1,73E-01	1,50E-02	-11,554	< 2e-16	***
mart	-2,57E-01	1,54E-02	-16,73	< 2e-16	***
mie	-2,27E-01	1,53E-02	-14,783	< 2e-16	***
jue	-2,28E-01	1,53E-02	-14,953	< 2e-16	***
vie	-1,92E-01	1,52E-02	-12,658	< 2e-16	***
sab	1,11E-01	1,40E-02	7,957	1,76E-15	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)



**Tabla 27.** Anexo A.1.1-10 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 1, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	5,66E+00	8,13E-02	69,7	< 2e-16	***
t	2,98E-04	3,25E-05	9,162	< 2e-16	***
t2	-1,66E-07	1,24E-08	-13,426	< 2e-16	***
PM10	2,31E-04	1,57E-04	1,469	0,141762	
PM10_3	2,18E-04	1,50E-04	1,457	0,14513	
PM10_5	2,22E-04	1,50E-04	1,481	0,138652	
TEMP	-4,90E-03	2,28E-03	-2,148	0,031727	*
T_2	-7,91E-03	2,28E-03	-3,47	0,00052	***
P	-4,71E-03	7,29E-04	-6,457	1,07E-10	***
HR	-1,90E-03	7,26E-04	-2,613	0,008967	**
HR_2	-1,81E-03	7,02E-04	-2,576	0,010004	*
sen1	-1,99E-01	1,99E-02	-9,987	< 2e-16	***
sen2	-2,78E-01	1,86E-02	-14,99	< 2e-16	***
sen3	-5,77E-02	1,34E-02	-4,301	1,70E-05	***
sen4	-1,20E-01	1,21E-02	-9,937	< 2e-16	***
sen5	7,24E-02	1,05E-02	6,876	6,15E-12	***
sen6	6,77E-02	1,52E-02	4,457	8,30E-06	***
cos1	-5,24E-01	3,05E-02	-17,173	< 2e-16	***
cos2	-1,00E-01	1,69E-02	-5,919	3,24E-09	***
cos3	4,79E-02	1,41E-02	3,389	0,000701	***
cos4	1,18E-01	1,16E-02	10,169	< 2e-16	***
cos5	-7,98E-02	1,02E-02	-7,789	6,78E-15	***
cos6	1,59E-02	7,21E-03	2,206	0,027408	*
ene	-1,34E-01	4,35E-02	-3,066	0,002168	**
abr	-3,73E-01	5,11E-02	-7,302	2,83E-13	***
may	-2,46E-01	6,40E-02	-3,839	0,000123	***
jun	-3,93E-01	6,24E-02	-6,292	3,12E-10	***
jul	-1,80E-01	5,14E-02	-3,494	0,000476	***
sep	-2,45E-01	4,05E-02	-6,039	1,55E-09	***

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
nov	-1,52E-01	4,12E-02	-3,691	0,000223	***
lun	-2,21E-01	1,63E-02	-13,537	< 2e-16	***
mart	-2,96E-01	1,64E-02	-18,038	< 2e-16	***
mie	-3,28E-01	1,65E-02	-19,857	< 2e-16	***
jue	-3,68E-01	1,65E-02	-22,325	< 2e-16	***
vie	-3,71E-01	1,65E-02	-22,475	< 2e-16	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)



**Tabla 28.** Anexo A.1.1-11 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 2, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	5,21E+00	6,74E-02	77,248	< 2e-16	***
t	3,20E-04	2,85E-05	11,24	< 2e-16	***
t2	-1,48E-07	1,08E-08	-13,67	< 2e-16	***
PM10_4	4,10E-04	1,26E-04	3,246	0,001171	**
T_1	-6,13E-03	1,89E-03	-3,237	0,00121	**
T_3	-7,56E-03	1,96E-03	-3,866	0,000111	***
P	-2,44E-03	6,03E-04	-4,038	5,38E-05	***
HR	-1,13E-03	5,97E-04	-1,886	0,059359	.
HR_2	-1,49E-03	6,49E-04	-2,29	0,02202	*
HR_3	-1,16E-03	6,60E-04	-1,762	0,078115	.
sen1	-2,32E-01	2,08E-02	-11,163	< 2e-16	***
sen2	-1,94E-01	1,24E-02	-15,723	< 2e-16	***
sen3	-2,72E-02	1,17E-02	-2,332	0,019679	*
sen4	-1,03E-01	9,85E-03	-10,454	< 2e-16	***
sen5	5,36E-02	8,61E-03	6,227	4,76E-10	***
sen6	1,91E-02	1,30E-02	1,472	0,141153	
cos1	-3,46E-01	2,18E-02	-15,834	< 2e-16	***
cos2	-1,42E-01	1,67E-02	-8,462	< 2e-16	***
cos3	1,94E-02	1,30E-02	1,488	0,136816	
cos4	1,09E-01	1,06E-02	10,305	< 2e-16	***
cos5	2,00E-02	9,14E-03	2,184	0,028979	*
cos6	-2,45E-02	6,23E-03	-3,928	8,57E-05	***
feb	1,70E-01	3,68E-02	4,631	3,63E-06	***
abr	-1,42E-01	3,54E-02	-4,009	6,09E-05	***
jun	-8,41E-02	3,89E-02	-2,163	0,030547	*
jul	1,26E-01	3,97E-02	3,16	0,001576	**
sep	-1,39E-01	4,33E-02	-3,208	0,001335	**
oct	-2,20E-01	4,97E-02	-4,43	9,44E-06	***
nov	-1,11E-01	4,47E-02	-2,476	0,013283	*

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
lun	-2,27E-01	1,63E-02	-13,943	< 2e-16	***
mart	-2,58E-01	1,63E-02	-15,859	< 2e-16	***
mie	-2,68E-01	1,63E-02	-16,406	< 2e-16	***
jue	-3,06E-01	1,64E-02	-18,658	< 2e-16	***
vie	-3,28E-01	1,63E-02	-20,091	< 2e-16	***
sab	3,77E-02	1,60E-02	2,352	0,01868	*

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)



**Tabla 29.** Anexo A.1.1-12 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 3, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	3,03E+00	7,26E-02	41,681	< 2e-16	***
t	5,26E-04	3,45E-05	15,253	< 2e-16	***
t2	-1,62E-07	1,29E-08	-12,53	< 2e-16	***
PM10_3	2,59E-04	1,56E-04	1,666	0,095717	.
PM10_5	5,12E-04	1,53E-04	3,354	0,000798	***
TEMP	8,05E-03	2,88E-03	2,792	0,005232	**
T_1	-8,22E-03	2,81E-03	-2,929	0,003401	**
P	-4,05E-03	7,99E-04	-5,076	3,85E-07	***
P_2	1,07E-03	7,35E-04	1,461	0,144137	
HR	-1,57E-03	7,67E-04	-2,047	0,040667	*
V	-8,04E-03	1,89E-03	-4,263	2,02E-05	***
V_2	2,91E-03	1,88E-03	1,547	0,121812	
sen1	-3,66E-01	1,57E-02	-23,3	< 2e-16	***
sen2	-1,37E-01	1,56E-02	-8,739	< 2e-16	***
sen3	-3,11E-02	1,27E-02	-2,447	0,014391	*
sen5	5,67E-02	1,02E-02	5,558	2,72E-08	***
sen6	3,91E-02	1,28E-02	3,063	0,002192	**
cos1	-3,32E-01	2,20E-02	-15,118	< 2e-16	***
cos2	-7,12E-02	1,20E-02	-5,931	3,00E-09	***
cos4	9,98E-02	1,13E-02	8,85	< 2e-16	***
cos5	3,88E-02	1,06E-02	3,651	0,000261	***
cos6	-3,85E-02	7,81E-03	-4,931	8,18E-07	***
feb	2,69E-01	4,57E-02	5,891	3,84E-09	***
mar	7,73E-02	3,49E-02	2,212	0,026966	*
jul	1,07E-01	3,75E-02	2,858	0,004261	**
oct	-1,84E-01	3,64E-02	-5,05	4,42E-07	***
nov	-1,38E-01	4,13E-02	-3,333	0,000859	***
lun	-1,65E-01	2,00E-02	-8,264	< 2e-16	***
mart	-2,50E-01	2,03E-02	-12,349	< 2e-16	***



Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
mie	-2,16E-01	2,03E-02	-10,664	< 2e-16	***
jue	-2,18E-01	2,02E-02	-10,825	< 2e-16	***
vie	-1,83E-01	2,01E-02	-9,113	< 2e-16	***
sab	1,12E-01	1,92E-02	5,82	5,87E-09	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)



## Anexo A.1.2 Enfermedades Circulatorias

**Tabla 30.** Anexo A.1.2-1 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 1, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-8,97E-01	7,45E-01	-1	0,228788	
t	1,01E-03	4,39E-04	2	0,021699	*
t2	-4,00E-07	1,69E-07	-2	0,017584	*
PM10	-4,01E-03	2,16E-03	-2	0,063632	.
HR	-1,99E-02	8,74E-03	-2	0,022691	*
HR_2	-2,75E-02	1,02E-02	-3	0,006811	**
HR_3	1,73E-02	9,75E-03	2	0,076281	.
V_2	-4,40E-02	2,37E-02	-2	0,063813	.
sen1	5,66E-01	1,58E-01	4	0,000343	***
sen2	-5,18E-01	1,73E-01	-3	0,002808	**
sen5	-2,02E-01	1,27E-01	-2	0,112327	
cos2	-5,38E-01	1,80E-01	-3	0,002727	**
ene	9,00E-01	3,64E-01	2	0,013357	*
abr	-7,58E-01	3,07E-01	-2	0,013657	*
jun	1,12E+00	4,10E-01	3	0,00652	**
jul	1,59E+00	4,69E-01	3	0,000716	***
ago	1,35E+00	5,35E-01	3	0,011606	*
sep	1,02E+00	3,81E-01	3	0,007357	**
lun	6,80E-01	2,09E-01	3	0,001137	**
mart	5,66E-01	2,16E-01	3	0,008698	**
mie	6,73E-01	2,09E-01	3	0,001312	**
jue	3,58E-01	2,29E-01	2	0,118022	
sab	-7,55E-01	3,36E-01	-2	0,024659	*

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 31.** Anexo A.1.2-2 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 2, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-5,68E-01	1,64E-01	-3	0,000519	***
t	1,71E-04	7,45E-05	2	0,021439	*
t2	-5,54E-08	2,80E-08	-2	0,048126	*
T	1,19E-02	6,76E-03	2	0,078804	.
T_1	-9,84E-03	6,94E-03	-1	0,156113	
T_3	1,47E-02	5,65E-03	3	0,009141	**
P_1	-4,25E-03	1,90E-03	-2	0,025587	*
V	8,38E-03	4,40E-03	2	0,056799	.
sen1	-2,63E-01	1,16E-01	-2	0,023342	*
sen2	-2,52E-01	6,21E-02	-4	4,85E-05	***
sen3	-1,14E-01	4,41E-02	-3	0,009632	**
sen4	-7,77E-02	3,34E-02	-2	0,020033	*
sen6	-6,73E-02	3,87E-02	-2	0,081777	.
cos3	-8,03E-02	3,93E-02	-2	0,040992	*
cos6	-3,01E-02	1,91E-02	-2	0,11451	
ene	8,01E-01	1,55E-01	5	2,16E-07	***
feb	8,17E-01	1,92E-01	4	2,03E-05	***
mar	7,16E-01	2,04E-01	4	0,000442	***
abr	7,35E-01	1,86E-01	4	7,45E-05	***
may	8,55E-01	1,82E-01	5	2,74E-06	***
jun	6,77E-01	1,47E-01	5	4,15E-06	***
jul	8,24E-01	1,39E-01	6	3,00E-09	***
ago	7,02E-01	1,40E-01	5	5,76E-07	***
sep	6,23E-01	1,39E-01	4	7,23E-06	***
oct	1,96E-01	1,14E-01	2	0,086351	.
lun	5,15E-01	4,54E-02	11	< 2e-16	***
mart	5,67E-01	4,47E-02	13	< 2e-16	***
mie	5,39E-01	4,50E-02	12	< 2e-16	***
jue	5,12E-01	4,55E-02	11	< 2e-16	***

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
vie	4,42E-01	4,62E-02	10	< 2e-16	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)



**Tabla 32.** Anexo A.1.2-3 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 3, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	7,91E-01	1,65E-01	5	1,67E-06	***
t	5,39E-04	8,23E-05	7	5,81E-11	***
t2	-1,64E-07	3,09E-08	-5	1,05E-07	***
P_2	-3,48E-03	1,84E-03	-2	0,05818	.
HR	-2,94E-03	1,78E-03	-2	0,097911	.
HR_1	-3,35E-03	1,83E-03	-2	0,066851	.
HR_3	-2,88E-03	1,60E-03	-2	0,0716	.
V_1	-7,32E-03	4,37E-03	-2	0,093652	.
V_2	1,21E-02	4,42E-03	3	0,006047	**
sen1	-1,00E-01	4,17E-02	-2	0,016278	*
sen3	-8,74E-02	2,72E-02	-3	0,001342	**
sen4	-1,23E-01	2,79E-02	-4	9,88E-06	***
sen5	-4,04E-02	2,18E-02	-2	0,063442	.
cos1	-2,77E-01	4,31E-02	-6	1,39E-10	***
cos3	-6,58E-02	3,39E-02	-2	0,052589	.
ene	5,41E-01	9,51E-02	6	1,27E-08	***
feb	2,55E-01	7,33E-02	3	0,000511	***
abr	3,50E-01	8,40E-02	4	3,02E-05	***
may	2,62E-01	8,43E-02	3	0,001919	**
oct	2,24E-01	8,65E-02	3	0,009773	**
nov	1,54E-01	8,16E-02	2	0,059367	.
lun	4,54E-01	4,94E-02	9	< 2e-16	***
mart	5,09E-01	4,88E-02	10	< 2e-16	***
mie	5,10E-01	4,88E-02	10	< 2e-16	***
jue	4,87E-01	4,90E-02	10	< 2e-16	***
vie	4,43E-01	4,94E-02	9	< 2e-16	***
sab	1,80E-01	5,23E-02	3	0,000565	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 33.** Anexo A.1.2-4 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 1, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-8,82E-01	7,56E-01	-1	0,242899	
t	1,02E-03	4,45E-04	2	0,021511	*
t2	-4,07E-07	1,71E-07	-2	0,01743	*
PM10	-4,02E-03	2,19E-03	-2	0,06604	.
HR	-2,01E-02	8,87E-03	-2	0,023524	*
HR_2	-2,76E-02	1,03E-02	-3	0,007485	**
HR_3	1,72E-02	9,89E-03	2	0,081367	.
V_2	-4,42E-02	2,41E-02	-2	0,066092	.
sen1	5,66E-01	1,60E-01	4	0,000412	***
sen2	-5,22E-01	1,76E-01	-3	0,003029	**
sen5	-2,02E-01	1,29E-01	-2	0,118921	
cos2	-5,39E-01	1,82E-01	-3	0,003068	**
ene	9,02E-01	3,69E-01	2	0,014432	*
abr	-7,58E-01	3,12E-01	-2	0,015106	*
jun	1,12E+00	4,16E-01	3	0,007077	**
jul	1,60E+00	4,76E-01	3	0,000792	***
ago	1,36E+00	5,42E-01	3	0,012405	*
sep	1,03E+00	3,87E-01	3	0,00792	**
lun	6,81E-01	2,12E-01	3	0,001318	**
mart	5,66E-01	2,19E-01	3	0,009645	**
mie	6,75E-01	2,12E-01	3	0,001475	**
jue	3,57E-01	2,32E-01	2	0,123224	
sab	-7,54E-01	3,38E-01	-2	0,02553	*

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 34.** Anexo A.1.2-5 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 2, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-5,21E-01	1,43E-01	-4	0,000265	***
t	1,71E-04	7,50E-05	2	0,022797	*
t2	-5,52E-08	2,82E-08	-2	0,050436	.
T_3	1,39E-02	5,33E-03	3	0,009287	**
P_1	-4,31E-03	1,91E-03	-2	0,024294	*
V	9,70E-03	4,36E-03	2	0,026187	*
sen1	-2,58E-01	1,16E-01	-2	0,026215	*
sen2	-2,49E-01	6,24E-02	-4	6,68E-05	***
sen3	-1,14E-01	4,43E-02	-3	0,010434	*
sen4	-7,76E-02	3,37E-02	-2	0,021061	*
sen6	-6,90E-02	3,89E-02	-2	0,076279	.
cos3	-8,00E-02	3,95E-02	-2	0,042883	*
cos6	-2,94E-02	1,92E-02	-2	0,125557	
ene	8,02E-01	1,55E-01	5	2,50E-07	***
feb	8,11E-01	1,93E-01	4	2,55E-05	***
mar	7,03E-01	2,04E-01	3	0,000552	***
abr	7,12E-01	1,82E-01	4	8,74E-05	***
may	8,29E-01	1,77E-01	5	2,75E-06	***
jun	6,43E-01	1,37E-01	5	2,72E-06	***
jul	7,92E-01	1,31E-01	6	1,33E-09	***
ago	6,71E-01	1,35E-01	5	6,32E-07	***
sep	6,01E-01	1,37E-01	4	1,14E-05	***
oct	1,82E-01	1,14E-01	2	0,10915	
lun	5,12E-01	4,56E-02	11	< 2e-16	***
mart	5,66E-01	4,49E-02	13	< 2e-16	***
mie	5,37E-01	4,53E-02	12	< 2e-16	***
jue	5,09E-01	4,57E-02	11	< 2e-16	***
vie	4,43E-01	4,65E-02	9,535	< 2e-16	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 35.** Anexo A.1.2-6 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 3, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	7,89E-01	1,71E-01	5	3,69E-06	***
t	5,44E-04	8,49E-05	6	1,44E-10	***
t2	-1,66E-07	3,19E-08	-5	1,81E-07	***
P_2	-3,46E-03	1,89E-03	-2	0,067238	.
HR	-2,96E-03	1,84E-03	-2	0,106591	
HR_1	-3,35E-03	1,89E-03	-2	0,076447	.
HR_3	-2,91E-03	1,65E-03	-2	0,078701	.
V_1	-7,27E-03	4,51E-03	-2	0,107372	
V_2	1,21E-02	4,57E-03	3	0,007939	**
sen1	-1,01E-01	4,31E-02	-2	0,019186	*
sen3	-8,83E-02	2,81E-02	-3	0,001707	**
sen4	-1,25E-01	2,88E-02	-4	1,54E-05	***
sen5	-4,10E-02	2,25E-02	-2	0,068387	.
cos1	-2,79E-01	4,46E-02	-6	4,04E-10	***
cos3	-6,62E-02	3,51E-02	-2	0,05938	.
ene	5,46E-01	9,81E-02	6	2,58E-08	***
feb	2,58E-01	7,57E-02	3	0,000668	***
abr	3,53E-01	8,68E-02	4	4,64E-05	***
may	2,63E-01	8,72E-02	3	0,002543	**
oct	2,27E-01	8,94E-02	3	0,011312	*
nov	1,56E-01	8,44E-02	2	0,065084	.
lun	4,54E-01	5,07E-02	9	< 2e-16	***
mart	5,10E-01	5,02E-02	10	< 2e-16	***
mie	5,11E-01	5,02E-02	10	< 2e-16	***
jue	4,87E-01	5,04E-02	10	< 2e-16	***
vie	4,44E-01	5,08E-02	9	< 2e-16	***
sab	1,81E-01	5,36E-02	3	0,000755	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)



**Tabla 36.** Anexo A.1.2-7 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 1, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	7,98E-01	4,00E-01	1,997	0,045878	*
t	3,31E-04	1,86E-04	1,783	0,074642	.
t2	-1,45E-07	7,01E-08	-2,064	0,039037	*
PM10	-1,60E-03	9,92E-04	-1,608	0,107726	
PM10_2	-1,82E-03	1,01E-03	-1,805	0,071126	.
T_3	-2,15E-02	1,17E-02	-1,834	0,066615	.
P_1	1,11E-02	3,85E-03	2,886	0,003907	**
HR	-8,95E-03	4,20E-03	-2,133	0,032966	*
HR_1	-9,59E-03	4,30E-03	-2,227	0,025935	*
V_1	-2,49E-02	1,15E-02	-2,173	0,029758	*
V_2	-2,41E-02	1,14E-02	-2,105	0,035271	*
sen1	3,64E-01	1,06E-01	3,424	0,000617	***
sen2	-4,88E-01	9,52E-02	-5,121	3,04E-07	***
sen3	2,29E-01	6,35E-02	3,603	0,000315	***
sen4	-8,92E-02	4,46E-02	-1,999	0,045658	*
sen6	-2,92E-01	5,23E-02	-5,587	2,31E-08	***
cos1	3,66E-01	1,41E-01	2,6	0,009315	**
cos3	-1,07E-01	6,16E-02	-1,739	0,082022	.
cos6	9,18E-02	4,17E-02	2,2	0,027807	*
feb	-6,09E-01	1,82E-01	-3,342	0,000831	***
jul	8,65E-01	2,51E-01	3,441	0,000579	***
ago	1,42E+00	3,30E-01	4,293	1,76E-05	***
sep	1,07E+00	2,48E-01	4,334	1,46E-05	***
lun	2,86E-01	9,62E-02	2,976	0,002918	**
mart	3,12E-01	9,58E-02	3,26	0,001115	**
mie	4,90E-01	9,08E-02	5,404	6,52E-08	***
jue	1,69E-01	1,00E-01	1,682	0,09262	.
vie	2,43E-01	9,78E-02	2,487	0,0129	*

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 37.** Anexo A.1.2-8 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 2, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	2,48E+00	9,34E-02	26,602	< 2e-16	***
t	1,05E-04	3,85E-05	2,728	0,006368	**
t2	-2,57E-08	1,46E-08	-1,763	0,077903	.
PM10_5	3,24E-04	1,69E-04	1,922	0,054659	.
T_3	3,58E-03	2,42E-03	1,478	0,139518	
P	1,28E-03	8,28E-04	1,549	0,121411	
P_1	-2,35E-03	8,76E-04	-2,677	0,007439	**
P_2	2,43E-03	8,81E-04	2,76	0,005786	**
HR	-3,40E-03	7,99E-04	-4,252	2,12E-05	***
HR_2	-3,62E-03	8,93E-04	-4,054	5,03E-05	***
HR_3	1,78E-03	8,82E-04	2,022	0,043226	*
V_2	-4,09E-03	2,23E-03	-1,831	0,067122	.
V_3	-4,65E-03	2,13E-03	-2,182	0,029121	*
sen1	-1,88E-01	4,71E-02	-3,992	6,54E-05	***
cos2	4,98E-02	2,11E-02	2,358	0,018394	*
cos4	2,50E-02	1,45E-02	1,718	0,085841	.
cos6	2,31E-02	8,31E-03	2,786	0,005334	**
ene	6,29E-02	3,90E-02	1,61	0,107399	
feb	1,33E-01	6,82E-02	1,944	0,051936	.
mar	3,00E-01	8,81E-02	3,411	0,000648	***
abr	3,63E-01	9,08E-02	3,999	6,36E-05	***
may	2,80E-01	7,57E-02	3,696	0,000219	***
jun	2,51E-01	5,26E-02	4,776	1,79E-06	***
jul	2,26E-01	4,15E-02	5,434	5,50E-08	***
ago	1,54E-01	3,67E-02	4,204	2,63E-05	***
sep	1,19E-01	2,86E-02	4,153	3,28E-05	***
nov	6,41E-02	3,07E-02	2,084	0,037169	*
lun	2,38E-01	1,85E-02	12,878	< 2e-16	***
mart	1,17E-01	1,92E-02	6,071	1,27E-09	***

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
mie	1,68E-01	1,89E-02	8,889	< 2e-16	***
jue	8,84E-02	1,94E-02	4,553	5,28E-06	***
vie	1,23E-01	1,93E-02	6,346	2,21E-10	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)



**Tabla 38.** Anexo A.1.2-9 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 3, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	2,25E+00	7,45E-02	30,216	< 2e-16	***
t	2,00E-04	7,57E-06	26,474	< 2e-16	***
PM10_4	6,09E-04	1,56E-04	3,897	9,76E-05	***
T_2	7,84E-03	2,80E-03	2,796	0,005169	**
T_3	-5,36E-03	2,84E-03	-1,889	0,058911	.
P	-1,18E-03	7,64E-04	-1,548	0,121515	
HR_1	-1,17E-03	7,05E-04	-1,66	0,096988	.
HR_3	-1,38E-03	7,16E-04	-1,928	0,053867	.
V_2	4,18E-03	1,79E-03	2,331	0,019738	*
sen5	-2,63E-02	1,06E-02	-2,485	0,012948	*
cos1	-1,28E-01	2,13E-02	-6,001	1,97E-09	***
cos2	-2,48E-02	1,22E-02	-2,023	0,043051	*
cos4	2,57E-02	1,03E-02	2,484	0,012985	*
ene	1,35E-01	2,97E-02	4,538	5,69E-06	***
mar	-1,73E-01	2,77E-02	-6,224	4,84E-10	***
abr	-1,42E-01	2,68E-02	-5,289	1,23E-07	***
may	-9,96E-02	2,42E-02	-4,112	3,92E-05	***
jun	-1,15E-01	2,76E-02	-4,17	3,05E-05	***
oct	-7,11E-02	2,57E-02	-2,766	0,00567	**
nov	8,25E-02	2,67E-02	3,096	0,001961	**
lun	2,53E-01	2,11E-02	11,984	< 2e-16	***
mart	2,06E-01	2,14E-02	9,642	< 2e-16	***
mie	2,31E-01	2,13E-02	10,829	< 2e-16	***
jue	1,96E-01	2,15E-02	9,124	< 2e-16	***
vie	1,91E-01	2,15E-02	8,913	< 2e-16	***
sab	8,14E-02	2,20E-02	3,698	0,000217	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 39.** Anexo A.1.2-10 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 1, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	0,024742	0,403569	0,061	0,951114	
T_3	-0,024323	0,014906	-1,632	0,102726	
P_1	0,012677	0,004923	2,575	0,010023	*
HR	-0,010312	0,004339	-2,377	0,017478	*
V_1	-0,026422	0,012761	-2,071	0,038402	*
sen1	0,422346	0,131631	3,209	0,001334	**
sen2	-0,490278	0,11781	-4,162	3,16E-05	***
sen3	0,224725	0,077719	2,892	0,003834	**
sen6	-0,290261	0,066531	-4,363	1,28E-05	***
cos1	0,561821	0,164508	3,415	0,000637	***
cos3	-0,154169	0,07682	-2,007	0,044763	*
cos6	0,090593	0,052164	1,737	0,082443	.
feb	-0,646575	0,221883	-2,914	0,003568	**
jul	0,815961	0,313776	2,6	0,00931	**
ago	1,51066	0,409032	3,693	0,000221	***
sep	1,229269	0,308392	3,986	6,72E-05	***
lun	0,243082	0,111447	2,181	0,029172	*
mart	0,27368	0,110482	2,477	0,013244	*
mie	0,435725	0,107062	4,07	4,70E-05	***
vie	0,168434	0,113371	1,486	0,13736	

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 40.** Anexo A.1.2-11 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 2, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	2,62E+00	8,60E-02	30,431	< 2e-16	***
t	1,15E-04	4,97E-05	2,309	0,020931	*
t2	-2,97E-08	1,88E-08	-1,58	0,114006	
PM10_5	3,31E-04	2,26E-04	1,462	0,143754	
P_1	-1,97E-03	1,13E-03	-1,749	0,080345	.
P_2	1,80E-03	1,11E-03	1,615	0,106384	
HR	-2,95E-03	1,03E-03	-2,868	0,004133	**
HR_2	-2,75E-03	1,06E-03	-2,607	0,009122	**
V_3	-6,00E-03	2,57E-03	-2,329	0,019847	*
sen1	-1,19E-01	2,29E-02	-5,18	2,22E-07	***
cos2	3,71E-02	2,00E-02	1,855	0,063577	.
cos6	2,35E-02	1,11E-02	2,118	0,03414	*
mar	1,71E-01	4,87E-02	3,505	0,000457	***
abr	2,28E-01	5,14E-02	4,445	8,78E-06	***
may	1,36E-01	4,66E-02	2,914	0,003566	**
jun	1,72E-01	4,46E-02	3,858	0,000115	***
jul	1,84E-01	4,29E-02	4,277	1,90E-05	***
ago	9,97E-02	3,60E-02	2,775	0,005525	**
sep	1,07E-01	3,55E-02	3,002	0,002678	**
lun	2,41E-01	2,50E-02	9,655	< 2e-16	***
mart	1,18E-01	2,55E-02	4,645	3,40E-06	***
mie	1,69E-01	2,52E-02	6,698	2,11E-11	***
jue	8,86E-02	2,56E-02	3,456	0,000548	***
vie	1,22E-01	2,56E-02	4,776	1,79E-06	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 41.** Anexo A.1.2-12 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 3, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	2,26E+00	9,22E-02	24,506	< 2e-16	***
t	2,01E-04	9,41E-06	21,362	< 2e-16	***
PM10_4	6,06E-04	1,98E-04	3,06	0,002212	**
T_2	7,71E-03	3,49E-03	2,211	0,027058	*
T_3	-5,17E-03	3,53E-03	-1,463	0,143583	
HR_1	-1,37E-03	8,72E-04	-1,57	0,11631	
HR_3	-1,33E-03	8,91E-04	-1,495	0,134951	
V_2	4,03E-03	2,24E-03	1,797	0,072342	.
sen5	-2,86E-02	1,32E-02	-2,175	0,029607	*
cos1	-1,27E-01	2,67E-02	-4,749	2,05E-06	***
cos2	-2,65E-02	1,54E-02	-1,722	0,085075	.
cos4	2,74E-02	1,29E-02	2,127	0,033394	*
ene	1,36E-01	3,69E-02	3,671	0,000242	***
mar	-1,72E-01	3,41E-02	-5,05	4,42E-07	***
abr	-1,42E-01	3,32E-02	-4,269	1,96E-05	***
may	-9,74E-02	3,02E-02	-3,224	0,001263	**
jun	-1,16E-01	3,44E-02	-3,357	0,000787	***
oct	-7,33E-02	3,20E-02	-2,291	0,021941	*
nov	8,88E-02	3,32E-02	2,67	0,007578	**
lun	2,55E-01	2,61E-02	9,759	< 2e-16	***
mart	2,05E-01	2,63E-02	7,785	6,96E-15	***
mie	2,28E-01	2,63E-02	8,699	< 2e-16	***
jue	1,97E-01	2,64E-02	7,441	9,99E-14	***
vie	1,90E-01	2,64E-02	7,194	6,27E-13	***
sab	7,77E-02	2,68E-02	2,895	0,003787	**

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

## Anexo A.2 Contaminante MP<sub>2,5</sub>

### Anexo A.2.1. Enfermedades Respiratorias

**Tabla 42.** Anexo A.2.1-1 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 1, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	6,29E-01	1,48E-01	4	2,02E-05	***
t2	-7,11E-08	6,77E-09	-10	< 2e-16	***
PM25	6,02E-04	3,96E-04	2	0,128836	
PM25_2	8,25E-04	4,76E-04	2	0,083322	.
PM25_3	6,39E-04	4,47E-04	1	0,152664	
PM25_5	7,35E-04	3,79E-04	2	0,052583	.
P_1	3,80E-03	1,47E-03	3	0,00993	**
P_3	2,76E-03	1,51E-03	2	0,067177	.
HR_1	-4,76E-03	1,57E-03	-3	0,002363	**
V_2	8,68E-03	4,34E-03	2	0,045635	*
sen1	-4,29E-01	8,93E-02	-5	1,58E-06	***
sen2	-2,44E-01	6,09E-02	-4	6,21E-05	***
sen3	-2,45E-01	4,41E-02	-6	3,00E-08	***
sen4	-1,50E-01	3,42E-02	-4	1,18E-05	***
sen5	-9,47E-02	2,73E-02	-3	0,000522	***
cos1	-6,53E-01	6,92E-02	-9	< 2e-16	***
cos2	7,50E-02	5,15E-02	1	0,145332	
cos3	-1,29E-01	3,85E-02	-3	0,000786	***
cos6	4,74E-02	1,86E-02	3	0,01072	*
ene	7,64E-01	1,67E-01	5	4,91E-06	***
feb	7,03E-01	2,08E-01	3	0,000725	***
mar	3,05E-01	2,03E-01	2	0,133009	
abr	2,50E-01	1,26E-01	2	0,047004	*
jul	1,93E-01	9,45E-02	2	0,040964	*
ago	2,44E-01	1,25E-01	2	0,050253	.
sep	3,11E-01	1,37E-01	2	0,023305	*
oct	3,36E-01	1,09E-01	3	0,002127	**



Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
lun	3,82E-01	4,10E-02	9	< 2e-16	***
mart	3,32E-01	4,16E-02	8	1,67E-15	***
mie	3,18E-01	4,18E-02	8	3,06E-14	***
jue	3,38E-01	4,15E-02	8	4,05E-16	***
vie	2,67E-01	4,25E-02	6	3,20E-10	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)



**Tabla 43.** Anexo A.2.1-2 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 2, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	0,084234	0,193165	0,436	0,66278	
HR	-0,003683	0,002063	-2	0,07427	.
V_1	0,008701	0,005533	2	0,11584	
sen1	-0,368951	0,125881	-3	0,00338	**
sen2	-0,188628	0,082915	-2	0,02291	*
sen4	-0,070839	0,044241	-2	0,10933	
cos1	-0,563812	0,126767	-4	8,68E-06	***
cos6	-0,04566	0,025041	-2	0,06824	.
ene	0,335038	0,145363	2	0,02118	*
feb	0,435108	0,175142	2	0,01298	*
mar	0,266277	0,141845	2	0,06049	.
may	-0,385484	0,135698	-3	0,0045	**
jun	-0,524038	0,191817	-3	0,0063	**
jul	-0,388208	0,242886	-2	0,10997	
ago	-0,48982	0,272661	-2	0,07242	.
sep	-0,440218	0,241633	-2	0,06848	.
oct	-0,321356	0,195728	-2	0,10062	
nov	-0,413169	0,136526	-3	0,00248	**
lun	0,555355	0,062331	9	< 2e-16	***
mart	0,782528	0,058863	13	< 2e-16	***
mie	0,70074	0,060084	12	< 2e-16	***
jue	0,819601	0,05836	14	< 2e-16	***
vie	0,373452	0,065672	6	1,30E-08	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 44.** Anexo A.2.1-3 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 3, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-2,00E-02	1,72E-01	-0,116	0,907439	
t2	-7,05E-08	9,30E-09	-8	3,44E-14	***
PM25_1	1,13E-03	5,58E-04	2	0,042304	*
PM25_5	1,29E-03	5,46E-04	2	0,017959	*
P_2	5,08E-03	2,00E-03	3	0,011096	*
HR	4,58E-03	2,44E-03	2	0,060388	.
HR_1	-6,36E-03	2,45E-03	-3	0,009283	**
V_3	1,09E-02	5,31E-03	2	0,040361	*
sen1	-2,78E-01	3,76E-02	-7	1,42E-13	***
sen4	-4,65E-02	3,04E-02	-2	0,125566	
sen6	8,97E-02	3,45E-02	3	0,009285	**
cos2	-1,54E-01	3,70E-02	-4	3,03E-05	***
cos6	-7,03E-02	2,44E-02	-3	0,003939	**
abr	3,69E-01	9,88E-02	4	0,000191	***
may	3,58E-01	9,43E-02	4	0,000144	***
jun	5,33E-01	1,01E-01	5	1,39E-07	***
jul	4,59E-01	1,00E-01	5	4,44E-06	***
ago	2,09E-01	7,64E-02	3	0,006194	**
nov	-2,02E-01	7,98E-02	-3	0,011554	*
lun	2,42E-01	6,85E-02	4	0,000424	***
mart	2,95E-01	6,76E-02	4	1,31E-05	***
mie	3,19E-01	6,73E-02	5	2,18E-06	***
jue	2,98E-01	6,77E-02	4	1,07E-05	***
vie	3,04E-01	6,77E-02	4	7,19E-06	***
sab	1,61E-01	6,98E-02	2	0,021122	*

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 45.** Anexo A.2.1-4 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 1, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	6,32E-01	1,56E-01	4	5,06E-05	***
t2	-7,10E-08	7,25E-09	-10	< 2e-16	***
PM25_2	1,08E-03	4,61E-04	2	0,019233	*
PM25_5	7,96E-04	4,13E-04	2	0,054254	.
P_1	3,17E-03	1,59E-03	2	0,046626	*
HR_1	-4,52E-03	1,66E-03	-3	0,006313	**
V_2	1,03E-02	4,59E-03	2	0,024533	*
sen1	-4,38E-01	9,43E-02	-5	3,41E-06	***
sen2	-2,50E-01	6,43E-02	-4	0,000103	***
sen3	-2,41E-01	4,66E-02	-5	2,34E-07	***
sen4	-1,49E-01	3,61E-02	-4	3,77E-05	***
sen5	-9,33E-02	2,89E-02	-3	0,001235	**
cos1	-6,93E-01	7,11E-02	-10	< 2e-16	***
cos2	7,91E-02	5,42E-02	1	0,144486	
cos3	-1,22E-01	4,05E-02	-3	0,002655	**
cos6	4,26E-02	1,98E-02	2	0,031692	*
ene	7,72E-01	1,74E-01	4	8,82E-06	***
feb	7,23E-01	2,16E-01	3	0,000805	***
mar	3,19E-01	2,11E-01	2	0,130516	
abr	2,47E-01	1,32E-01	2	0,061652	.
jul	1,95E-01	1,04E-01	2	0,062182	.
ago	2,31E-01	1,37E-01	2	0,091743	.
sep	2,90E-01	1,48E-01	2	0,05063	.
oct	3,22E-01	1,17E-01	3	0,00571	**
lun	3,85E-01	4,41E-02	9	< 2e-16	***
mart	3,39E-01	4,46E-02	8	2,90E-14	***
mie	3,23E-01	4,48E-02	7	5,71E-13	***
jue	3,44E-01	4,45E-02	8	1,07E-14	***
vie	2,69E-01	4,55E-02	6	3,16E-09	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 46.** Anexo A.2.1-5 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 2, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-0,130782	0,184671	-0,708	0,47883	
HR	-0,00379	0,002155	-2	0,07864	.
V_1	0,008789	0,005799	2	0,1296	
sen1	-0,449348	0,114753	-4	9,01E-05	***
sen2	-0,204343	0,075609	-3	0,00688	**
sen4	-0,084022	0,045768	-2	0,06638	.
cos1	-0,390977	0,06722	-6	6,01E-09	***
cos6	-0,047732	0,026103	-2	0,06746	.
ene	0,431382	0,168704	3	0,01056	*
feb	0,608674	0,216208	3	0,00487	**
mar	0,521183	0,18903	3	0,00583	**
abr	0,354609	0,128749	3	0,00588	**
jun	-0,132202	0,091096	-1	0,14672	
ago	-0,190504	0,101266	-2	0,05994	.
sep	-0,252744	0,117109	-2	0,03091	*
oct	-0,217411	0,134976	-2	0,10724	
nov	-0,38338	0,129428	-3	0,00306	**
lun	0,556027	0,064492	9	< 2e-16	***
mart	0,782333	0,061166	13	< 2e-16	***
mie	0,700877	0,062329	11	< 2e-16	***
jue	0,818872	0,060688	13	< 2e-16	***
vie	0,374241	0,067721	6	3,27E-08	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 47.** Anexo A.2.1-6 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias del grupo etario 3, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-1,84E-02	1,76E-01	-0,104	0,916936	
t2	-7,03E-08	9,52E-09	-7	1,49E-13	***
PM25_1	1,13E-03	5,76E-04	2	0,05044	.
PM25_5	1,29E-03	5,63E-04	2	0,021759	*
P_2	5,02E-03	2,08E-03	2	0,015612	*
HR	4,57E-03	2,50E-03	2	0,067285	.
HR_1	-6,37E-03	2,51E-03	-3	0,011065	*
V_3	1,07E-02	5,46E-03	2	0,048967	*
sen1	-2,78E-01	3,84E-02	-7	4,34E-13	***
sen4	-4,66E-02	3,11E-02	-2	0,133707	
sen6	8,94E-02	3,53E-02	3	0,011321	*
cos2	-1,55E-01	3,78E-02	-4	4,02E-05	***
cos6	-7,01E-02	2,50E-02	-3	0,005097	**
abr	3,69E-01	1,01E-01	4	0,000262	***
may	3,59E-01	9,67E-02	4	0,000201	***
jun	5,34E-01	1,04E-01	5	2,72E-07	***
jul	4,60E-01	1,03E-01	4	7,55E-06	***
ago	2,10E-01	7,85E-02	3	0,007513	**
nov	-2,01E-01	8,15E-02	-2	0,013711	*
lun	2,41E-01	7,01E-02	3	0,000577	***
mart	2,95E-01	6,92E-02	4	2,05E-05	***
mie	3,19E-01	6,89E-02	5	3,76E-06	***
jue	2,99E-01	6,93E-02	4	1,61E-05	***
vie	3,03E-01	6,93E-02	4	1,20E-05	***
sab	1,63E-01	7,13E-02	2	0,022487	*

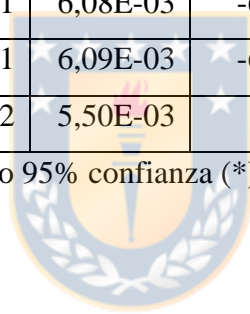
Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 48.** Anexo A.2.1-7 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 1, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	5,59E+00	2,85E-02	196,09	< 2e-16	***
t	2,71E-04	1,09E-05	24,824	< 2e-16	***
t2	-1,51E-07	4,16E-09	-36,37	< 2e-16	***
PM25	3,35E-04	6,47E-05	5,183	2,18E-07	***
PM25_1	1,63E-04	7,50E-05	2,176	0,02959	*
PM25_2	-1,36E-04	7,24E-05	-1,88	0,06009	.
PM25_3	3,82E-04	7,42E-05	5,147	2,64E-07	***
PM25_4	1,18E-04	6,21E-05	1,903	0,05698	.
TEMP	-2,74E-03	8,72E-04	-3,142	0,00168	**
T_1	-2,20E-03	9,97E-04	-2,208	0,02722	*
T_2	-5,87E-03	8,80E-04	-6,667	2,62E-11	***
P	-4,36E-03	2,33E-04	-18,709	< 2e-16	***
P_3	-5,07E-04	2,34E-04	-2,169	0,0301	*
HR	-2,26E-03	2,37E-04	-9,515	< 2e-16	***
HR_2	-1,43E-03	2,36E-04	-6,065	1,32E-09	***
V_1	1,24E-03	5,77E-04	2,154	0,03125	*
V_3	2,52E-03	6,05E-04	4,171	3,03E-05	***
sen1	-2,20E-01	9,80E-03	-22,429	< 2e-16	***
sen2	-2,58E-01	6,73E-03	-38,286	< 2e-16	***
sen3	-6,31E-02	5,48E-03	-11,508	< 2e-16	***
sen4	-1,35E-01	4,54E-03	-29,624	< 2e-16	***
sen5	5,14E-02	3,63E-03	14,139	< 2e-16	***
sen6	6,95E-02	5,32E-03	13,076	< 2e-16	***
cos1	-4,88E-01	1,50E-02	-32,48	< 2e-16	***
cos2	-1,02E-01	6,91E-03	-14,691	< 2e-16	***
cos3	3,38E-02	4,99E-03	6,767	1,32E-11	***
cos4	1,12E-01	4,15E-03	26,919	< 2e-16	***
cos5	-5,46E-02	3,75E-03	-14,544	< 2e-16	***
cos6	3,10E-02	2,52E-03	12,303	< 2e-16	***

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
ene	-9,61E-02	1,86E-02	-5,16	2,48E-07	***
mar	6,03E-02	2,29E-02	2,636	0,00838	**
abr	-2,24E-01	2,50E-02	-8,964	< 2e-16	***
may	-1,50E-01	2,76E-02	-5,449	5,07E-08	***
jun	-2,87E-01	2,59E-02	-11,087	< 2e-16	***
jul	-1,08E-01	2,54E-02	-4,258	2,07E-05	***
ago	4,28E-02	2,10E-02	2,041	0,04128	*
sep	-2,01E-01	1,66E-02	-12,145	< 2e-16	***
nov	-1,18E-01	1,39E-02	-8,507	< 2e-16	***
lun	-2,28E-01	5,80E-03	-39,252	< 2e-16	***
mart	-3,09E-01	5,94E-03	-52,09	< 2e-16	***
mie	-3,53E-01	6,01E-03	-58,637	< 2e-16	***
jue	-3,94E-01	6,08E-03	-64,817	< 2e-16	***
vie	-4,01E-01	6,09E-03	-65,922	< 2e-16	***
sab	-2,22E-02	5,50E-03	-4,039	5,38E-05	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)



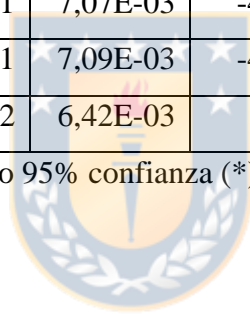


**Tabla 49.** Anexo A.2.1-8 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 2, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	5,05E+00	3,41E-02	148,044	< 2e-16	***
t	2,97E-04	1,31E-05	22,623	< 2e-16	***
t2	-1,35E-07	4,99E-09	-26,979	< 2e-16	***
PM25	1,55E-04	6,78E-05	2,286	0,02224	*
PM25_2	1,96E-04	6,83E-05	2,873	0,00407	**
PM25_4	4,71E-04	6,33E-05	7,448	9,48E-14	***
TEMP	1,71E-03	1,02E-03	1,676	0,0937	.
T_1	-5,99E-03	1,03E-03	-5,839	5,24E-09	***
T_3	-6,35E-03	8,76E-04	-7,255	4,03E-13	***
P	-2,20E-03	2,58E-04	-8,521	< 2e-16	***
P_2	4,67E-04	2,65E-04	1,767	0,07729	.
P_3	-5,62E-04	2,78E-04	-2,019	0,04344	*
HR	-1,20E-03	2,78E-04	-4,329	1,50E-05	***
HR_2	-1,38E-03	2,98E-04	-4,628	3,68E-06	***
HR_3	-8,95E-04	3,01E-04	-2,974	0,00294	**
V_1	1,92E-03	6,50E-04	2,961	0,00307	**
V_3	1,33E-03	6,85E-04	1,935	0,05302	.
sen1	-2,67E-01	1,37E-02	-19,576	< 2e-16	***
sen2	-2,17E-01	9,30E-03	-23,279	< 2e-16	***
sen3	-2,67E-02	6,28E-03	-4,253	2,11E-05	***
sen4	-1,08E-01	5,09E-03	-21,284	< 2e-16	***
sen5	4,86E-02	4,16E-03	11,666	< 2e-16	***
sen6	3,09E-02	6,17E-03	5,015	5,31E-07	***
cos1	-3,22E-01	1,18E-02	-27,216	< 2e-16	***
cos2	-1,24E-01	7,56E-03	-16,339	< 2e-16	***
cos3	2,81E-02	6,24E-03	4,5	6,81E-06	***
cos4	1,14E-01	4,99E-03	22,844	< 2e-16	***
cos5	2,35E-02	4,27E-03	5,518	3,43E-08	***
cos6	-2,41E-02	2,86E-03	-8,425	< 2e-16	***

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
ene	4,16E-02	2,36E-02	1,761	0,07831	.
feb	2,86E-01	2,63E-02	10,899	< 2e-16	***
mar	1,36E-01	2,06E-02	6,588	4,47E-11	***
may	7,19E-02	1,52E-02	4,744	2,10E-06	***
jul	2,07E-01	1,83E-02	11,323	< 2e-16	***
ago	9,87E-02	2,31E-02	4,272	1,94E-05	***
sep	-8,12E-02	2,62E-02	-3,094	0,00197	**
oct	-1,73E-01	2,52E-02	-6,849	7,46E-12	***
nov	-8,96E-02	2,13E-02	-4,216	2,49E-05	***
lun	-2,37E-01	6,90E-03	-34,299	< 2e-16	***
mart	-2,69E-01	6,97E-03	-38,562	< 2e-16	***
mie	-2,80E-01	6,99E-03	-40,102	< 2e-16	***
jue	-3,23E-01	7,07E-03	-45,618	< 2e-16	***
vie	-3,39E-01	7,09E-03	-47,764	< 2e-16	***
sab	3,68E-02	6,42E-03	5,732	9,92E-09	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)



**Tabla 50.** Anexo A.2.1-9 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 3, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	3,04E+00	5,44E-02	55,952	< 2e-16	***
t	5,35E-04	2,64E-05	20,232	< 2e-16	***
t2	-1,64E-07	9,82E-09	-16,711	< 2e-16	***
PM25	2,40E-04	1,51E-04	1,596	0,1105	
PM25_2	-3,01E-04	1,64E-04	-1,837	0,066274	.
PM25_3	3,92E-04	1,56E-04	2,519	0,011759	*
PM25_5	4,65E-04	1,33E-04	3,491	0,000481	***
TEMP	8,95E-03	2,19E-03	4,085	4,41E-05	***
T_1	-7,11E-03	2,11E-03	-3,373	0,000745	***
P	-3,99E-03	5,99E-04	-6,66	2,74E-11	***
P_2	1,39E-03	5,21E-04	2,672	0,007545	**
HR	-1,74E-03	5,76E-04	-3,02	0,002526	**
V	-7,53E-03	1,49E-03	-5,062	4,15E-07	***
sen1	-3,67E-01	1,22E-02	-30,029	< 2e-16	***
sen2	-1,31E-01	1,25E-02	-10,435	< 2e-16	***
sen3	-4,12E-02	1,03E-02	-3,989	6,65E-05	***
sen5	5,29E-02	8,16E-03	6,488	8,73E-11	***
sen6	4,61E-02	1,03E-02	4,503	6,70E-06	***
cos1	-3,28E-01	1,98E-02	-16,536	< 2e-16	***
cos2	-8,68E-02	1,22E-02	-7,109	1,17E-12	***
cos4	9,64E-02	9,73E-03	9,915	< 2e-16	***
cos5	4,14E-02	8,47E-03	4,884	1,04E-06	***
cos6	-3,94E-02	6,04E-03	-6,526	6,75E-11	***
feb	2,61E-01	3,86E-02	6,751	1,47E-11	***
mar	5,24E-02	3,08E-02	1,701	0,08901	.
jun	5,35E-02	3,08E-02	1,736	0,082523	.
jul	1,16E-01	2,96E-02	3,916	9,01E-05	***
oct	-1,89E-01	2,68E-02	-7,037	1,97E-12	***
nov	-1,54E-01	3,25E-02	-4,724	2,32E-06	***

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
lun	-1,72E-01	1,49E-02	-11,536	< 2e-16	***
mart	-2,56E-01	1,53E-02	-16,759	< 2e-16	***
mie	-2,27E-01	1,52E-02	-14,96	< 2e-16	***
jue	-2,28E-01	1,52E-02	-15,033	< 2e-16	***
vie	-1,94E-01	1,50E-02	-12,881	< 2e-16	***
sab	1,12E-01	1,39E-02	8,043	8,76E-16	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)



**Tabla 51.** Anexo A.2.1-10 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 1, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	5,69E+00	7,93E-02	71,783	< 2e-16	***
t	2,99E-04	3,24E-05	9,235	< 2e-16	***
t2	-1,68E-07	1,23E-08	-13,611	< 2e-16	***
PM25	2,87E-04	1,93E-04	1,489	0,136484	
PM25_3	2,63E-04	1,83E-04	1,441	0,149707	
TEMP	-4,69E-03	2,30E-03	-2,034	0,041966	*
T_2	-7,40E-03	2,30E-03	-3,22	0,001282	**
P	-4,72E-03	7,27E-04	-6,496	8,23E-11	***
HR	-2,06E-03	7,23E-04	-2,842	0,004483	**
HR_2	-1,85E-03	6,98E-04	-2,651	0,008016	**
sen1	-1,99E-01	1,99E-02	-9,98	< 2e-16	***
sen2	-2,78E-01	1,85E-02	-14,991	< 2e-16	***
sen3	-5,85E-02	1,34E-02	-4,357	1,32E-05	***
sen4	-1,22E-01	1,21E-02	-10,125	< 2e-16	***
sen5	7,26E-02	1,05E-02	6,893	5,45E-12	***
sen6	6,72E-02	1,52E-02	4,419	9,90E-06	***
cos1	-5,28E-01	3,05E-02	-17,32	< 2e-16	***
cos2	-1,03E-01	1,71E-02	-6,046	1,48E-09	***
cos3	4,76E-02	1,42E-02	3,366	0,000763	***
cos4	1,18E-01	1,16E-02	10,147	< 2e-16	***
cos5	-8,04E-02	1,03E-02	-7,84	4,49E-15	***
cos6	1,49E-02	7,21E-03	2,072	0,038254	*
ene	-1,30E-01	4,35E-02	-2,997	0,00273	**
abr	-3,73E-01	5,11E-02	-7,295	2,98E-13	***
may	-2,43E-01	6,39E-02	-3,799	0,000145	***
jun	-3,93E-01	6,24E-02	-6,294	3,09E-10	***
jul	-1,76E-01	5,14E-02	-3,431	0,000602	***
sep	-2,47E-01	4,05E-02	-6,091	1,12E-09	***
nov	-1,55E-01	4,12E-02	-3,761	0,000169	***

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
lun	-2,20E-01	1,63E-02	-13,49	< 2e-16	***
mart	-2,95E-01	1,64E-02	-18,014	< 2e-16	***
mie	-3,28E-01	1,64E-02	-20,022	< 2e-16	***
jue	-3,67E-01	1,64E-02	-22,367	< 2e-16	***
vie	-3,72E-01	1,64E-02	-22,699	< 2e-16	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)



**Tabla 52.** Anexo A.2.1-11 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 2, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	5,22E+00	6,71E-02	77,731	< 2e-16	***
t	3,20E-04	2,85E-05	11,232	< 2e-16	***
t2	-1,49E-07	1,09E-08	-13,728	< 2e-16	***
PM25_4	5,07E-04	1,57E-04	3,239	0,001198	**
T_1	-6,16E-03	1,89E-03	-3,253	0,001143	**
T_3	-7,08E-03	1,97E-03	-3,6	0,000319	***
P	-2,45E-03	6,03E-04	-4,067	4,76E-05	***
HR	-1,11E-03	5,98E-04	-1,859	0,063094	.
HR_2	-1,51E-03	6,50E-04	-2,328	0,019928	*
HR_3	-1,23E-03	6,60E-04	-1,86	0,06291	.
sen1	-2,16E-01	1,79E-02	-12,032	< 2e-16	***
sen2	-1,93E-01	1,23E-02	-15,636	< 2e-16	***
sen3	-2,44E-02	1,14E-02	-2,137	0,032572	*
sen4	-1,02E-01	9,79E-03	-10,39	< 2e-16	***
sen5	5,49E-02	8,56E-03	6,409	1,46E-10	***
cos1	-3,42E-01	2,20E-02	-15,535	< 2e-16	***
cos2	-1,44E-01	1,68E-02	-8,601	< 2e-16	***
cos3	1,89E-02	1,30E-02	1,449	0,147426	
cos4	1,10E-01	1,06E-02	10,311	< 2e-16	***
cos5	1,96E-02	9,14E-03	2,143	0,032092	*
cos6	-2,48E-02	6,23E-03	-3,976	7,01E-05	***
feb	1,43E-01	3,21E-02	4,435	9,22E-06	***
abr	-1,68E-01	3,10E-02	-5,41	6,30E-08	***
jun	-1,00E-01	3,72E-02	-2,697	0,007003	**
jul	1,44E-01	3,78E-02	3,8	0,000145	***
sep	-1,13E-01	3,95E-02	-2,866	0,004155	**
oct	-2,20E-01	4,97E-02	-4,424	9,71E-06	***
nov	-8,63E-02	4,06E-02	-2,128	0,033308	*
lun	-2,27E-01	1,63E-02	-13,931	< 2e-16	***

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
mart	-2,58E-01	1,63E-02	-15,86	< 2e-16	***
mie	-2,69E-01	1,63E-02	-16,477	< 2e-16	***
jue	-3,09E-01	1,63E-02	-18,921	< 2e-16	***
vie	-3,29E-01	1,64E-02	-20,132	< 2e-16	***
sab	3,79E-02	1,61E-02	2,359	0,018348	*

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)





**Tabla 53.** Anexo A.2.1-12 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades respiratorias del grupo etario 3, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	3,05E+00	7,19E-02	42,414	< 2e-16	***
t	5,25E-04	3,46E-05	15,181	< 2e-16	***
t2	-1,62E-07	1,29E-08	-12,553	< 2e-16	***
PM25_3	2,78E-04	1,88E-04	1,475	0,140081	
PM25_5	4,98E-04	1,86E-04	2,686	0,00724	**
TEMP	7,98E-03	2,89E-03	2,767	0,005656	**
T_1	-7,89E-03	2,80E-03	-2,813	0,004902	**
P	-4,04E-03	8,00E-04	-5,053	4,35E-07	***
P_2	1,05E-03	7,36E-04	1,432	0,152063	
HR	-1,62E-03	7,67E-04	-2,111	0,034779	*
V	-8,10E-03	1,89E-03	-4,29	1,79E-05	***
V_2	2,75E-03	1,88E-03	1,462	0,143716	
sen1	-3,65E-01	1,57E-02	-23,199	< 2e-16	***
sen2	-1,37E-01	1,57E-02	-8,724	< 2e-16	***
sen3	-3,16E-02	1,27E-02	-2,483	0,013019	*
sen5	5,66E-02	1,02E-02	5,543	2,97E-08	***
sen6	3,85E-02	1,28E-02	3,008	0,002629	**
cos1	-3,27E-01	2,27E-02	-14,429	< 2e-16	***
cos2	-7,39E-02	1,21E-02	-6,109	1,01E-09	***
cos4	9,94E-02	1,13E-02	8,792	< 2e-16	***
cos5	3,76E-02	1,07E-02	3,528	0,000419	***
cos6	-3,98E-02	7,81E-03	-5,092	3,54E-07	***
feb	2,69E-01	4,58E-02	5,884	3,99E-09	***
mar	8,21E-02	3,50E-02	2,347	0,01892	*
jul	1,08E-01	3,76E-02	2,87	0,004108	**
oct	-1,85E-01	3,64E-02	-5,085	3,67E-07	***
nov	-1,42E-01	4,13E-02	-3,436	0,00059	***
lun	-1,66E-01	2,00E-02	-8,279	< 2e-16	***
mart	-2,51E-01	2,03E-02	-12,377	< 2e-16	***

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
mie	-2,19E-01	2,02E-02	-10,826	< 2e-16	***
jue	-2,20E-01	2,02E-02	-10,926	< 2e-16	***
vie	-1,88E-01	2,01E-02	-9,357	< 2e-16	***
sab	1,11E-01	1,92E-02	5,759	8,47E-09	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)



## Anexo A2.2. Enfermedades Circulatorias

**Tabla 54.** Anexo A.2.2-1 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 1, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-1,37E-02	1,02E+00	-0,013	0,98929	
t	1,19E-03	4,57E-04	3	0,009479	**
t2	-4,58E-07	1,75E-07	-3	0,008925	**
PM25	-5,68E-03	2,94E-03	-2	0,053587	.
PM25_2	-5,05E-03	3,08E-03	-2	0,101719	
T	-4,15E-02	2,70E-02	-2	0,123417	
HR	-2,14E-02	9,21E-03	-2	0,020257	*
HR_2	-2,84E-02	1,02E-02	-3	0,005442	**
HR_3	1,58E-02	9,84E-03	2	0,10896	
V_2	-5,93E-02	2,53E-02	-2	0,019197	*
sen1	5,13E-01	1,53E-01	3	0,000819	***
sen2	-4,02E-01	1,77E-01	-2	0,023355	*
sen5	-1,95E-01	1,29E-01	-2	0,130898	
cos2	-3,41E-01	1,80E-01	-2	0,058112	.
cos4	-2,15E-01	1,19E-01	-2	0,071193	.
cos5	2,85E-01	1,08E-01	3	0,008457	**
ene	8,79E-01	3,74E-01	2	0,018867	*
jun	1,18E+00	4,28E-01	3	0,005883	**
jul	1,61E+00	5,34E-01	3	0,002551	**
ago	9,36E-01	5,60E-01	2	0,094752	.
sep	1,36E+00	4,42E-01	3	0,002142	**
lun	6,56E-01	2,09E-01	3	0,001702	**
mart	5,27E-01	2,16E-01	2	0,014591	*
mie	6,55E-01	2,09E-01	3	0,001721	**
jue	3,37E-01	2,29E-01	1	0,139968	

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 55.** Anexo A.2.2-2 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 2, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-3,17E-01	1,83E-01	-2	0,083414	.
t	2,35E-04	8,36E-05	3	0,004886	**
t2	-7,99E-08	3,16E-08	-3	0,011464	*
T_3	1,38E-02	5,30E-03	3	0,009142	**
P	3,05E-03	1,79E-03	2	0,089604	.
P_1	-4,55E-03	2,05E-03	-2	0,026766	*
HR	-3,22E-03	1,84E-03	-2	0,080048	.
V_1	6,98E-03	4,68E-03	1	0,135806	
sen1	-2,67E-01	1,15E-01	-2	0,02042	*
sen2	-2,48E-01	6,22E-02	-4	6,73E-05	***
sen3	-1,15E-01	4,41E-02	-3	0,008913	**
sen4	-7,63E-02	3,35E-02	-2	0,022608	*
sen6	-6,69E-02	3,87E-02	-2	0,083831	.
cos3	-8,13E-02	3,93E-02	-2	0,038485	*
cos6	-2,75E-02	1,91E-02	-1	0,149574	
ene	7,95E-01	1,55E-01	5	2,68E-07	***
feb	8,12E-01	1,91E-01	4	2,21E-05	***
mar	7,16E-01	2,03E-01	4	0,000406	***
abr	7,53E-01	1,82E-01	4	3,45E-05	***
may	8,88E-01	1,79E-01	5	6,56E-07	***
jun	7,02E-01	1,41E-01	5	6,21E-07	***
jul	8,39E-01	1,34E-01	6	3,75E-10	***
ago	7,11E-01	1,38E-01	5	2,39E-07	***
sep	6,25E-01	1,38E-01	5	5,89E-06	***
oct	2,01E-01	1,14E-01	2	0,077765	.
lun	5,09E-01	4,54E-02	11	< 2e-16	***
mart	5,64E-01	4,47E-02	13	< 2e-16	***
mie	5,37E-01	4,50E-02	12	< 2e-16	***
jue	5,07E-01	4,54E-02	11	< 2e-16	***

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
vie	4,45E-01	4,62E-02	10	< 2e-16	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)



**Tabla 56.** Anexo A.2.2-3 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 3, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	7,60E-01	1,66E-01	5	4,81E-06	***
t	5,30E-04	8,24E-05	6	1,28E-10	***
t2	-1,61E-07	3,09E-08	-5	2,10E-07	***
P_2	-3,57E-03	1,83E-03	-2	0,051887	.
HR	-2,83E-03	1,78E-03	-2	0,111586	
HR_1	-3,21E-03	1,83E-03	-2	0,079439	.
HR_3	-2,67E-03	1,60E-03	-2	0,096316	.
V_1	-7,41E-03	4,37E-03	-2	0,090288	.
V_2	1,21E-02	4,42E-03	3	0,006195	**
sen1	-9,64E-02	4,15E-02	-2	0,020002	*
sen3	-8,90E-02	2,72E-02	-3	0,001076	**
sen4	-1,25E-01	2,80E-02	-4	8,19E-06	***
sen5	-3,19E-02	2,22E-02	-1	0,151737	
sen6	3,70E-02	2,35E-02	2	0,114452	
cos1	-2,73E-01	4,33E-02	-6	2,72E-10	***
cos3	-5,51E-02	3,45E-02	-2	0,110102	
cos6	-2,46E-02	1,71E-02	-1	0,150967	
ene	5,09E-01	9,68E-02	5	1,51E-07	***
feb	2,96E-01	7,79E-02	4	0,000143	***
abr	3,60E-01	8,40E-02	4	1,77E-05	***
may	2,32E-01	8,55E-02	3	0,006696	**
oct	2,60E-01	8,94E-02	3	0,003653	**
nov	1,31E-01	8,22E-02	2	0,109975	
lun	4,53E-01	4,94E-02	9	< 2e-16	***
mart	5,09E-01	4,88E-02	10	< 2e-16	***
mie	5,11E-01	4,88E-02	10	< 2e-16	***
jue	4,87E-01	4,90E-02	10	< 2e-16	***
vie	4,44E-01	4,94E-02	9	< 2e-16	***
sab	1,80E-01	5,23E-02	3	0,000563	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 57.** Anexo A.2.2-4 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 1, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-8,82E-01	7,56E-01	-1	0,242899	
t	1,02E-03	4,45E-04	2	0,021511	*
t2	-4,07E-07	1,71E-07	-2	0,01743	*
PM10	-4,02E-03	2,19E-03	-2	0,06604	.
HR	-2,01E-02	8,87E-03	-2	0,023524	*
HR_2	-2,76E-02	1,03E-02	-3	0,007485	**
HR_3	1,72E-02	9,89E-03	2	0,081367	.
V_2	-4,42E-02	2,41E-02	-2	0,066092	.
sen1	5,66E-01	1,60E-01	4	0,000412	***
sen2	-5,22E-01	1,76E-01	-3	0,003029	**
sen5	-2,02E-01	1,29E-01	-2	0,118921	
cos2	-5,39E-01	1,82E-01	-3	0,003068	**
ene	9,02E-01	3,69E-01	2	0,014432	*
abr	-7,58E-01	3,12E-01	-2	0,015106	*
jun	1,12E+00	4,16E-01	3	0,007077	**
jul	1,60E+00	4,76E-01	3	0,000792	***
ago	1,36E+00	5,42E-01	3	0,012405	*
sep	1,03E+00	3,87E-01	3	0,00792	**
lun	6,81E-01	2,12E-01	3	0,001318	**
mart	5,66E-01	2,19E-01	3	0,009645	**
mie	6,75E-01	2,12E-01	3	0,001475	**
jue	3,57E-01	2,32E-01	2	0,123224	
sab	-7,54E-01	3,38E-01	-2	0,02553	*

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 58.** Anexo A.2.2-5 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 2, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-3,17E-01	1,84E-01	-2	0,084609	.
t	2,36E-04	8,41E-05	3	0,005079	**
t2	-8,00E-08	3,18E-08	-3	0,011809	*
T_3	1,38E-02	5,33E-03	3	0,009639	**
P	3,05E-03	1,81E-03	2	0,090814	.
P_1	-4,55E-03	2,07E-03	-2	0,027617	*
HR	-3,22E-03	1,85E-03	-2	0,082323	.
V_1	6,97E-03	4,71E-03	1	0,138594	
sen1	-2,68E-01	1,16E-01	-2	0,021104	*
sen2	-2,48E-01	6,25E-02	-4	7,43E-05	***
sen3	-1,16E-01	4,44E-02	-3	0,009211	**
sen4	-7,64E-02	3,37E-02	-2	0,023243	*
sen6	-6,69E-02	3,89E-02	-2	0,085583	.
cos3	-8,14E-02	3,95E-02	-2	0,039521	*
cos6	-2,76E-02	1,92E-02	-1	0,151431	
ene	7,95E-01	1,55E-01	5	3,04E-07	***
feb	8,13E-01	1,92E-01	4	2,40E-05	***
mar	7,16E-01	2,04E-01	4	0,000436	***
abr	7,53E-01	1,83E-01	4	3,79E-05	***
may	8,89E-01	1,80E-01	5	7,52E-07	***
jun	7,02E-01	1,42E-01	5	7,16E-07	***
jul	8,39E-01	1,35E-01	6	4,68E-10	***
ago	7,12E-01	1,39E-01	5	2,79E-07	***
sep	6,25E-01	1,39E-01	5	6,53E-06	***
oct	2,01E-01	1,15E-01	2	0,078891	.
lun	5,09E-01	4,56E-02	11	< 2e-16	***
mart	5,64E-01	4,49E-02	13	< 2e-16	***
mie	5,37E-01	4,53E-02	12	< 2e-16	***
jue	5,07E-01	4,57E-02	11	< 2e-16	***



Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
vie	4,45E-01	4,64E-02	10	< 2e-16	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)



**Tabla 59.** Anexo A.2.2-6 Estimación de parámetros para ingresos hospitalarios por enfermedades circulatorias del grupo etario 3, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	7,65E-01	1,71E-01	4	8,01E-06	***
t	5,37E-04	8,49E-05	6	2,50E-10	***
t2	-1,63E-07	3,19E-08	-5	2,98E-07	***
P_2	-3,46E-03	1,89E-03	-2	0,067548	.
HR	-2,88E-03	1,84E-03	-2	0,117018	
HR_1	-3,25E-03	1,89E-03	-2	0,085825	.
HR_3	-2,77E-03	1,66E-03	-2	0,094347	.
V_1	-7,22E-03	4,51E-03	-2	0,109663	
V_2	1,22E-02	4,57E-03	3	0,007582	**
sen1	-9,82E-02	4,30E-02	-2	0,022467	*
sen3	-9,03E-02	2,82E-02	-3	0,00135	**
sen4	-1,27E-01	2,88E-02	-4	1,01E-05	***
sen5	-3,42E-02	2,30E-02	-1	0,136331	
sen6	3,56E-02	2,42E-02	1	0,141208	
cos1	-2,77E-01	4,46E-02	-6	5,50E-10	***
cos3	-5,67E-02	3,57E-02	-2	0,112016	
ene	5,21E-01	9,96E-02	5	1,68E-07	***
feb	2,96E-01	8,01E-02	4	0,00022	***
abr	3,68E-01	8,72E-02	4	2,38E-05	***
may	2,38E-01	8,89E-02	3	0,007489	**
oct	2,63E-01	9,27E-02	3	0,004612	**
nov	1,38E-01	8,54E-02	2	0,106833	
lun	4,54E-01	5,07E-02	9	< 2e-16	***
mart	5,10E-01	5,01E-02	10	< 2e-16	***
mie	5,11E-01	5,02E-02	10	< 2e-16	***
jue	4,87E-01	5,04E-02	10	< 2e-16	***
vie	4,44E-01	5,08E-02	9	< 2e-16	***
sab	1,81E-01	5,36E-02	3	0,000753	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 60.** Anexo A.2.2-7 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 1, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	6,95E-01	3,85E-01	1,803	0,071353	.
t	3,21E-04	1,86E-04	1,732	0,083255	.
t2	-1,36E-07	6,98E-08	-1,943	0,052074	.
PM25	-2,08E-03	1,21E-03	-1,712	0,086959	.
PM25_3	-2,95E-03	1,31E-03	-2,253	0,024282	*
T_3	-2,54E-02	1,20E-02	-2,117	0,034283	*
P_1	1,18E-02	3,77E-03	3,13	0,00175	**
HR	-8,60E-03	4,19E-03	-2,055	0,03985	*
HR_1	-8,21E-03	4,24E-03	-1,938	0,052603	.
V_1	-3,02E-02	1,06E-02	-2,844	0,00445	**
V_3	-2,09E-02	1,05E-02	-1,984	0,047289	*
sen1	3,55E-01	1,07E-01	3,332	0,000862	***
sen2	-4,90E-01	9,53E-02	-5,139	2,77E-07	***
sen3	2,44E-01	6,40E-02	3,805	0,000142	***
sen4	-9,63E-02	4,48E-02	-2,148	0,031722	*
sen6	-2,87E-01	5,25E-02	-5,457	4,85E-08	***
cos1	3,42E-01	1,42E-01	2,401	0,016365	*
cos3	-9,40E-02	6,22E-02	-1,512	0,13061	.
cos6	9,63E-02	4,17E-02	2,309	0,020935	*
feb	-6,01E-01	1,83E-01	-3,292	0,000995	***
jul	8,94E-01	2,52E-01	3,55	0,000385	***
ago	1,42E+00	3,30E-01	4,302	1,69E-05	***
sep	1,02E+00	2,49E-01	4,071	4,68E-05	***
lun	2,92E-01	9,60E-02	3,045	0,00233	**
mart	3,20E-01	9,46E-02	3,381	0,000721	***
mie	4,87E-01	9,05E-02	5,38	7,44E-08	***
jue	1,56E-01	9,99E-02	1,556	0,119661	.
vie	2,39E-01	9,75E-02	2,456	0,014067	*

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 61.** Anexo A.2.2-8 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 2, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	2,49E+00	8,99E-02	27,742	< 2e-16	***
t	9,92E-05	3,86E-05	2,571	0,010146	*
t2	-2,44E-08	1,46E-08	-1,674	0,094068	.
PM25_1	3,43E-04	2,22E-04	1,543	0,12277	
PM25_4	5,12E-04	2,09E-04	2,444	0,014531	*
T_3	5,10E-03	2,47E-03	2,063	0,039104	*
P	1,26E-03	8,28E-04	1,524	0,12749	
P_1	-2,03E-03	8,94E-04	-2,272	0,023116	*
P_2	2,56E-03	8,86E-04	2,89	0,00385	**
HR	-3,58E-03	8,04E-04	-4,46	8,19E-06	***
HR_2	-3,63E-03	8,93E-04	-4,058	4,95E-05	***
HR_3	2,02E-03	8,86E-04	2,284	0,022373	*
V_2	-3,85E-03	2,26E-03	-1,708	0,087586	.
V_3	-4,08E-03	2,16E-03	-1,89	0,058791	.
sen1	-1,50E-01	3,62E-02	-4,154	3,26E-05	***
sen5	1,63E-02	1,12E-02	1,452	0,146543	
cos2	4,24E-02	2,10E-02	2,023	0,043067	*
cos4	2,64E-02	1,46E-02	1,814	0,069674	.
cos6	2,22E-02	8,31E-03	2,665	0,007695	**
feb	7,92E-02	5,21E-02	1,52	0,12846	
mar	2,22E-01	6,68E-02	3,318	0,000907	***
abr	2,78E-01	7,02E-02	3,964	7,36E-05	***
may	2,05E-01	6,26E-02	3,277	0,001049	**
jun	1,82E-01	4,55E-02	3,996	6,45E-05	***
jul	1,97E-01	4,11E-02	4,796	1,62E-06	***
ago	1,23E-01	3,81E-02	3,242	0,001186	**
sep	1,14E-01	2,87E-02	3,983	6,80E-05	***
nov	5,15E-02	3,21E-02	1,606	0,10838	
lun	2,38E-01	1,85E-02	12,828	< 2e-16	***

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
mart	1,17E-01	1,92E-02	6,085	1,16E-09	***
mie	1,69E-01	1,89E-02	8,911	< 2e-16	***
jue	8,90E-02	1,94E-02	4,584	4,56E-06	***
vie	1,19E-01	1,92E-02	6,185	6,22E-10	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)



**Tabla 62.** Anexo A.2.2-9 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 3, Poisson.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	2,25E+00	7,59E-02	29,601	< 2e-16	***
t	1,98E-04	7,58E-06	26,108	< 2e-16	***
PM25	2,86E-04	1,96E-04	1,46	0,144194	
PM25_4	6,96E-04	1,92E-04	3,628	0,000285	***
T_2	8,12E-03	2,81E-03	2,891	0,003835	**
T_3	-4,60E-03	2,86E-03	-1,612	0,107035	
HR_1	-1,22E-03	7,02E-04	-1,731	0,08346	.
HR_3	-1,36E-03	7,17E-04	-1,894	0,058227	.
V_2	4,14E-03	1,79E-03	2,31	0,020913	*
sen5	-2,65E-02	1,06E-02	-2,503	0,01232	*
cos1	-1,15E-01	2,21E-02	-5,2	2,00E-07	***
cos2	-3,03E-02	1,25E-02	-2,428	0,015185	*
cos4	2,71E-02	1,04E-02	2,61	0,009065	**
ene	1,32E-01	2,97E-02	4,453	8,47E-06	***
mar	-1,71E-01	2,77E-02	-6,159	7,33E-10	***
abr	-1,42E-01	2,68E-02	-5,282	1,28E-07	***
may	-1,04E-01	2,44E-02	-4,246	2,17E-05	***
jun	-1,14E-01	2,76E-02	-4,121	3,77E-05	***
oct	-7,31E-02	2,57E-02	-2,847	0,004412	**
nov	8,23E-02	2,66E-02	3,089	0,002005	**
lun	2,53E-01	2,12E-02	11,956	< 2e-16	***
mart	2,04E-01	2,14E-02	9,565	< 2e-16	***
mie	2,28E-01	2,13E-02	10,681	< 2e-16	***
jue	1,90E-01	2,15E-02	8,842	< 2e-16	***
vie	1,89E-01	2,15E-02	8,801	< 2e-16	***
sab	8,03E-02	2,20E-02	3,649	0,000263	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 63.** Anexo A.2.2-10 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 1, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	0,141294	0,410438	0,344	0,730656	
PM25_3	-0,002145	0,00146	-1,468	0,141981	
T_3	-0,028987	0,015152	-1,913	0,055748	.
P_1	0,0123	0,004921	2,499	0,012437	*
HR	-0,010173	0,004338	-2,345	0,019041	*
V_1	-0,026588	0,012764	-2,083	0,037242	*
sen1	0,425105	0,131548	3,232	0,001231	**
sen2	-0,489924	0,117889	-4,156	3,24E-05	***
sen3	0,232859	0,077985	2,986	0,002827	**
sen6	-0,279513	0,066764	-4,187	2,83E-05	***
cos1	0,523883	0,166515	3,146	0,001654	**
cos3	-0,138293	0,077425	-1,786	0,074074	.
cos6	0,090668	0,052177	1,738	0,082265	.
feb	-0,621589	0,222468	-2,794	0,005205	**
jul	0,815732	0,31392	2,599	0,009362	**
ago	1,501294	0,409387	3,667	0,000245	***
sep	1,181441	0,309715	3,815	0,000136	***
lun	0,243336	0,111478	2,183	0,02905	*
mart	0,27272	0,110447	2,469	0,01354	*
mie	0,433688	0,107016	4,053	5,07E-05	***
vie	0,16578	0,113416	1,462	0,143825	

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)

**Tabla 64.** Anexo A.2.2-11 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 2, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	2,67E+00	8,49E-02	31,395	< 2e-16	***
t	1,25E-04	4,97E-05	2,52	0,011742	*
t2	-3,42E-08	1,88E-08	-1,818	0,069104	.
PM25_4	6,04E-04	2,78E-04	2,176	0,029572	*
P_1	-2,03E-03	1,13E-03	-1,793	0,073014	.
P_2	2,61E-03	1,18E-03	2,2	0,027778	*
HR	-3,34E-03	1,02E-03	-3,271	0,001072	**
HR_2	-3,02E-03	1,05E-03	-2,869	0,004113	**
V_2	-6,04E-03	2,72E-03	-2,218	0,02655	*
sen1	-7,65E-02	2,49E-02	-3,067	0,002165	**
cos4	2,52E-02	1,70E-02	1,483	0,138121	
cos6	2,42E-02	1,11E-02	2,189	0,028577	*
mar	9,03E-02	4,16E-02	2,173	0,029801	*
abr	1,45E-01	4,68E-02	3,095	0,001971	**
may	1,15E-01	4,83E-02	2,374	0,017576	*
jun	1,71E-01	4,45E-02	3,831	0,000128	***
jul	2,03E-01	4,06E-02	4,999	5,77E-07	***
ago	1,39E-01	4,28E-02	3,247	0,001167	**
sep	1,01E-01	3,63E-02	2,79	0,005273	**
nov	7,15E-02	3,95E-02	1,81	0,070229	.
lun	2,39E-01	2,50E-02	9,592	< 2e-16	***
mart	1,19E-01	2,54E-02	4,675	2,94E-06	***
mie	1,69E-01	2,52E-02	6,707	1,99E-11	***
jue	8,96E-02	2,56E-02	3,497	0,00047	***
vie	1,19E-01	2,55E-02	4,672	2,99E-06	***

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)



**Tabla 65.** Anexo A.2.2-12 Estimación de parámetros para atenciones en urgencias por enfermedades circulatorias del grupo etario 2, Binomial Negativo.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	2,18E+00	7,72E-02	28,282	< 2e-16	***
t	1,99E-04	9,43E-06	21,093	< 2e-16	***
PM25_4	7,34E-04	2,42E-04	3,029	0,002454	**
T_2	5,50E-03	2,74E-03	2,009	0,044511	*
HR_1	-1,96E-03	7,96E-04	-2,466	0,013658	*
V_2	3,88E-03	2,23E-03	1,742	0,081589	.
sen5	-2,82E-02	1,32E-02	-2,142	0,032175	*
cos1	-1,27E-01	2,57E-02	-4,914	8,92E-07	***
cos2	-3,08E-02	1,55E-02	-1,986	0,047011	*
cos4	2,91E-02	1,28E-02	2,276	0,022827	*
ene	1,33E-01	3,69E-02	3,592	0,000328	***
mar	-1,74E-01	3,39E-02	-5,14	2,74E-07	***
abr	-1,45E-01	3,31E-02	-4,386	1,16E-05	***
may	-1,02E-01	3,03E-02	-3,359	0,000781	***
jun	-1,17E-01	3,44E-02	-3,391	0,000696	***
oct	-7,49E-02	3,19E-02	-2,347	0,018944	*
nov	9,01E-02	3,29E-02	2,739	0,006166	**
lun	2,53E-01	2,61E-02	9,689	< 2e-16	***
mart	2,02E-01	2,63E-02	7,694	1,42E-14	***
mie	2,24E-01	2,62E-02	8,54	< 2e-16	***
jue	1,91E-01	2,64E-02	7,243	4,40E-13	***
vie	1,88E-01	2,64E-02	7,117	1,10E-12	***
sab	7,66E-02	2,68E-02	2,856	0,004293	**

Significativo 95% confianza (\*), 99% confianza (\*\*)