



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA Y CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN

**Análisis Espacial de la Mortalidad por Enfermedad Renal Crónica y Coronaria, y
su Asociación con la Deprivación Comunal en Chile**

Seminario de Tesis

MICHELLE VERGARA OLIVARES

PROFESOR GUÍA:

DR. FELIPE ELORRIETA LÓPEZ

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:

DR. CLAUDIO VARGAS RONA

DR. CARLOS ZUÑIGA SAN MARTÍN

SANTIAGO - CHILE

2023

RESUMEN DE LA TESIS PARA OPTAR
AL TÍTULO DE INGENIERA ESTADÍSTICA
POR: MICHELLE VERGARA OLIVARES
FECHA: 2023
PROF. GUÍA: FELIPE ELORRIETA LÓPEZ

ANÁLISIS ESPACIAL DE LA MORTALIDAD POR ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA Y CORONARIA, Y SU ASOCIACIÓN CON LA DEPRIVACIÓN COMUNAL EN CHILE

Este estudio se enfoca en la aplicación del Índice de Deprivación, previamente desarrollado en el marco de otro trabajo de tesis, que aborda aspectos socioeconómicos y de calidad de vida. El objetivo es analizar la distribución geográfica de la mortalidad causada por Enfermedad Renal Crónica y Enfermedades Isquémicas en las regiones de Chile y las comunas de la Región Metropolitana, haciendo hincapié en su impacto en la dimensión de la salud. Para llevar a cabo este análisis, se analizaron datos de mortalidad entre los años 1998 y 2022, y se estandarizaron las tasas de mortalidad para tener en cuenta las diferencias de edad.

Con el propósito de incorporar información previa sobre la variabilidad de las tasas en los mapas temáticos, se emplearon Modelos Espaciales Bayesianos. Esta metodología permitió la generación de mapas de riesgos relativos más homogéneos y suavizados en comparación con el método tradicional de la Tasa de Mortalidad Estandarizada.

En este estudio, se implementó el Modelo Condicional Autorregresivo (CAR) desarrollado por Besag, York y Mollié (1991). Al ajustar estos modelos a las enfermedades objeto de estudio, se redujo el efecto del tamaño de las regiones y las comunas en la variabilidad de la estimación de riesgos. Además, el ajuste de estos modelos reveló una asociación significativa entre la mortalidad estudiada y la deprivación a nivel comunal en la Región Metropolitana.

Palabras claves: Mortalidad, Enfermedad Renal Crónica, Enfermedades Isquémicas, Deprivación, Modelo Bayesiano Espacial.

*"No es el conocimiento,
sino el acto de aprendizaje,
y no la posesión,
sino el acto de llegar allí,
que concede el mayor disfrute."
— Carl Friedrich Gauss*

Agradecimientos

Me llena de orgullo haber estudiado en la Universidad de Santiago de Chile (USACH). Recuerdo la primera vez que la visité cuando tenía apenas 10 años y supe que este lugar sería especial en mi vida. Ahora, al haber tenido la oportunidad de estudiar aquí, siento una profunda gratitud por ser parte de una institución con un legado y una conciencia social que dejan una huella en mi trayectoria académica y deportiva.

Quiero mencionar el proyecto que nació en la USACH, Voluntariado Wenüy, del que actualmente soy parte. Esta idea surgió a mediados del 2017, tras conocerse las malas gestiones del Servicio Nacional de Menores y el gran abandono que existe en los NNA que allí residen. Espero seguir colaborando con esta iniciativa desde afuera, en misión de apoyar a todos los niños, niñas y adolescentes que esperan tener una mejor niñez.

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia por su apoyo incondicional a lo largo de todos mis años de estudio, especialmente durante mis años universitarios. A mis padres Manuel Vergara y Mabel Olivares por su preocupación constante, les debo todo lo que soy y espero poder contribuirles en el futuro. A mi hermana Jade y a mis hermanos (Chris y Juli), por las distracciones, la inocencia y el amor que han llenado en mi vida.

También quiero mencionar a Rubén, quien en nuestros almuerzos y juntas familiares me hablaba sobre la carrera y compartía sus experiencias, lo que enriqueció mi perspectiva y motivación para estar donde estoy, y que hoy se ha convertido en colega de otros compañeros.

No puedo dejar de recordar a aquellos que me acompañaron desde el inicio, como Gustavo y Manolo, quienes ya no están, pero sé que estarían orgullosos de mí.

A mis profesores y profesoras, por su dedicación y sabiduría que han guiado mi formación. Y a todas las personas que de alguna manera contribuyeron a mi crecimiento académico y personal.

Sobre el desarrollo de mi tesis, quiero agradecer a mi profesor guía Felipe Elorrieta, también al profesor Claudio Vargas por permitirme hacer de este seminario de tesis un trabajo de investigación con un aporte a la Salud Pública y su interés en este.

Por último, quiero expresar mi gratitud hacia las amistades que forjé durante estos cinco años, a Nicolás, Milena y Analía. También hacia mis compañeros de generación en la USACH, con quienes compartí grandes momentos y aprendizajes.

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Planteamiento del Problema	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. Metodología y Estructura del Informe	4
2. Revisión Metodológica	5
2.1. Tasas de Mortalidad Estandarizadas	5
2.2. Tipos de Estandarización	5
2.2.1. Estandarización Directa	7
2.2.2. Estandarización Indirecta	7
2.2.3. Selección de la población estándar	8
2.3. Modelos de Regresión	9
2.4. Índice de Deprivación	10
2.4.1. Dimensiones	10
2.4.2. Metodología de Componentes Principales:	11
2.5. Modelos Espaciales	13
2.5.1. Introducción	13
2.6. Modelos Lineales Generalizados	13
2.6.1. Regresión de Poisson	14
2.6.2. Estimación de Máxima Verosimilitud de los Riesgos Relativos	14
2.7. Modelos Bayesianos para la estimación de riesgos	15
2.7.1. Modelo de Besag, York y Mollié (BYM)	15
2.8. Criterio Bayesiano para comparación de Modelos	17
2.8.1. DIC	17
2.9. Medidas de Asociación Espacial	17
2.9.1. Índice de Moran	18
2.9.2. C de Geary	18
3. Análisis Descriptivo	19
3.1. Descripción preliminar de las enfermedades	19
3.2. Descripción Base de Datos	19
3.3. Tasas de Mortalidad Estandarizadas	22
3.4. Enfermedad Renal Crónica (ERC)	22
3.4.1. Análisis por Región	22

3.4.2.	Análisis Región Metropolitana	27
3.4.3.	Mapas Tasas de Mortalidad en la Región Metropolitana	33
3.5.	Enfermedades Isquémicas del corazón	35
3.5.1.	Análisis por Región	35
3.5.2.	Análisis Región Metropolitana	41
3.5.3.	Mapas Tasas de Mortalidad en la Región Metropolitana	47
3.6.	Análisis Correlacional entre el Índice de Deprivación y Mortalidad	49
3.6.1.	Índice de Deprivación por Región	49
3.6.2.	Índice de Deprivación por Comuna	50
3.6.3.	Asociaciones entre el Índice de Deprivación y la Mortalidad	50
4.	Aplicación Modelos Espaciales	56
4.1.	Razón de Mortalidad Estandarizada suavizada	56
4.1.1.	Elección de Prioris	56
4.1.2.	Estimación de Parámetros	57
4.2.	Enfermedad Renal Crónica	57
4.3.	Modelos Espaciales por Región	57
4.4.	Modelo Espaciales Región Metropolitana	71
4.5.	Enfermedades Isquémicas	81
4.6.	Modelo Espacial por Región	81
4.7.	Modelo Espaciales Región Metropolitana	90
5.	Conclusiones	101
5.1.	Pasos a Seguir	102
	Bibliografía	103
	Apéndice	105
A.	Deprivación por Región	105
B.	Deprivación por Comuna en la Región Metropolitana	106
C.	Modelo Bayesiano Espacial	107
C.1.	Prioris Testeadas	107
D.	Resumen: RME vs RMEs	132
E.	Matriz de adyacencia Regiones - Chile	138
F.	Matriz de adyacencia Comunas Región Metropolitana	139

Índice de Tablas

3.1.	Descripción de las Variables	20
3.2.	Diagnósticos por código para ERC (CIE-10)	21
3.3.	Diagnósticos por código para Enfermedades Isquémicas (CIE -10)	21
3.4.	Mortalidad por ERC en Chile (1998-2002)	22
3.5.	Mortalidad por ERC en Chile (2003-2007)	23
3.6.	Mortalidad por ERC en Chile (2008-2012)	24
3.7.	Mortalidad por ERC en Chile (2013-2017)	24
3.8.	Mortalidad por ERC en Chile (2018-2022)	26
3.9.	Mortalidad por ERC en Comunas de la RM (1998-2002)	28
3.10.	Mortalidad por ERC en Comunas de la RM (2003-2007)	29
3.11.	Mortalidad por ERC en Comunas de la RM (2008-2012)	30
3.12.	Mortalidad por ERC en Comunas de la RM (2013-2017)	31
3.13.	Mortalidad por ERC en Comunas de la RM (2018-2022)	32
3.14.	Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Chile (1998-2002)	35
3.15.	Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Chile (2003-2007)	36
3.16.	Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Chile (2008-2012)	38
3.17.	Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Chile (2013-2017)	38
3.18.	Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Chile (2018-2022)	40
3.19.	Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Comunas de la RM (1998-2002)	42
3.20.	Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Comunas de la RM (2003-2007)	43
3.21.	Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Comunas de la RM (2008-2012)	44
3.22.	Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Comunas de la RM (2013-2017)	45
3.23.	Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Comunas de la RM (2018-2022))	46
3.24.	Resultados: Correlación de Spearman en las Regiones	50
3.25.	Resultados: Correlación de Spearman en la Región Metropolitana	51
3.26.	Resultados: Correlación de Spearman en las Regiones	53
3.27.	Correlación de Spearman en la Región Metropolitana	54
4.1.	Valores utilizados en las prioris	57
4.2.	Prioris seleccionadas por Modelo	57
4.3.	Modelo 1 ERC: Parámetros estimados para θ	59
4.4.	DIC Modelo Propuesto	59
4.5.	Modelo 2 ERC y deprivación: Parámetros estimados para θ	66
4.6.	DIC Modelo Propuesto	66
4.7.	Modelo 3 ERC: Parámetros estimados para θ	72
4.8.	DIC Modelo Propuesto	73
4.9.	Modelo 4 ERC: Parámetros estimados para θ	77
4.10.	DIC Modelo Propuesto	78
4.11.	Modelo 1 E. Isquémicas: Parámetros estimados para θ	82

4.12.	DIC Modelo Propuesto	82
4.13.	Modelo 2 E. Isquémicas: Parámetros estimados para θ	86
4.14.	DIC Modelo Propuesto	86
4.15.	Modelo 3 E. Isquémicas: Parámetros estimados para θ	91
4.16.	DIC Modelo Propuesto	92
4.17.	Modelo 4 E. Isquémicas: Parámetros estimados para θ	96
4.18.	DIC Modelo Propuesto	97
4.19.	Resumen Modelos Propuestos	100
A.1.	Índice de deprivación por región	105
B.1.	Índice de deprivación por comuna	106
C.1.	DIC prioris testeadas Modelo 1: ERC por Región	107
C.2.	DIC prioris testeadas Modelo 2: ERC y deprivación por Región	107
C.3.	DIC prioris testeadas Modelo 3: ERC en Comunas de la RM	107
C.4.	DIC prioris testeadas Modelo 4: ERC y deprivación en Comunas de la RM	107
C.5.	DIC prioris testeadas Modelo : Enfermedades Isquémicas por región	108
C.6.	DIC prioris testeadas Modelo : Enfermedades Isquémicas y deprivación por región	108
C.7.	DIC prioris testeadas Modelo 3: Enfermedades Isquémicas en Comunas RM	108
C.8.	DIC prioris testeadas Modelo 4: Enfermedades Isquémicas y deprivación en Comunas RM	108
D.1.	Fuente: Censo 2017, Instituto Nacional de Estadísticas	136
D.2.	Fuente: Censo 2017, Instituto Nacional de Estadísticas	137

Índice de Ilustraciones

3.1.	Mapas de Mortalidad por ERC en Chile entre 1998 y 2007	23
3.2.	Mapas de Mortalidad por ERC en Chile entre 2008 y 2017	25
3.3.	Mapa de Mortalidad por ERC en Chile entre 2018 y 2022	26
3.4.	Mapas de mortalidad por ERC en la RM (1998-2002)	33
3.5.	Mapas de mortalidad por ERC en la RM (2003-2007)	33
3.6.	Mapas de mortalidad por ERC en la RM (2008-2012)	33
3.7.	Mapas de mortalidad por ERC en la RM (2013-2017)	34
3.8.	Mapas de mortalidad por ERC en la RM (2018-2022)	34
3.9.	Mapa de Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Chile entre 1998 y 2007	37
3.10.	Mapa de Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Chile entre 2008 y 2017	39
3.11.	Mapa de Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Chile 2018-2022	40
3.12.	Mapas de mortalidad por Enfermedades Isquémicas en la RM (1998-2002)	47
3.13.	Mapas de mortalidad por Enfermedades Isquémicas en la RM (2003-2007)	47
3.14.	Mapas de mortalidad por enfermedades isquémicas en la RM (2008-2012)	48
3.15.	Mapas de mortalidad por Enfermedades Isquémicas en la RM (2013-2017)	48
3.16.	Mapas de mortalidad por Enfermedades Isquémicas en la RM (2018-2022)	48
3.17.	Asociación entre deprivación y mortalidad en las Regiones 2018-2022	51
3.18.	Asociación entre deprivación y mortalidad en la Región Metropolitana	52
3.19.	Asociación entre deprivación y mortalidad en las Regiones 2018-2022	54
3.20.	Asociación entre deprivación y mortalidad en la Región Metropolitana	55
4.1.	Especificación del Modelo 1	58
4.2.	Gráfico de dispersión de RMEs Enfermedad Renal Crónica versus número de habitantes por región según Censo 2017	60
4.3.	Riesgos Suavizados	61
4.4.	Probabilidad que la (RMES>100)	63
4.5.	Especificación del Modelo 2	65
4.6.	Gráfico de dispersión de RMEs Enfermedad Renal Crónica versus número de habitantes por región según Censo 2017	67
4.7.	Mapa de Razón de Mortalidad Estandarizada suavizada (RMEs) para ERC	68
4.8.	Mapa de Razón de Mortalidad Estandarizada suavizada (RMEs) para ERC	70
4.9.	Gráfico de dispersión de RMEs Enfermedad Renal Crónica versus número de habitantes por comuna según Censo 2017	73
4.10.	RMEs en la Región Metropolitana	73
4.11.	Zoom: RMEs en la Región Metropolitana	74
4.12.	Probabilidad que la RMEs >100	75
4.13.	Gráfico de dispersión de RMEs Enfermedad Renal Crónica versus número de habitantes por comuna según Censo 2017	78
4.14.	RMEs para ERC en la Región Metropolitana	79

4.15.	Zoom: RMEs en la Región Metropolitana	80
4.16.	Probabilidad que la RMEs>100	80
4.17.	Mapa de Razón de Mortalidad Estandarizada suavizada (RMEs) para ERC	81
4.18.	Gráfico de dispersión de RMEs Enfermedades Isquémicas versus número de habitantes por región según Censo 2017	82
4.19.	RMEs por Enfermedades Isquémicas en Chile	84
4.20.	Probabilidad que la RMEs>100	85
4.21.	Gráfico de dispersión de RMEs Enfermedades Isquémicas versus número de habitantes por región según Censo 2017	87
4.22.	RMEs por Enfermedades Isquémicas en Chile	88
4.23.	Probabilidad (RMEs>100)	89
4.24.	Gráfico de dispersión de RMEs Enfermedades Isquémicas versus número de habitantes por comuna según Censo 2017	92
4.25.	RMEs por Enfermedades Isquémicas en la RM	93
4.26.	Zoom: RMEs Enfermedades Isquémicas en la RM	93
4.27.	Probabilidad que la (RMEs>100)	94
4.28.	Zoom: Probabilidad (RMEs>100)	94
4.29.	Gráfico de dispersión de RMEs Enfermedades Isquémicas versus número de habitantes por comuna según Censo 2017	97
4.30.	Mapa de Razón de Mortalidad Estandarizada suavizada (RMEs) para ERC	98
4.31.	Mapa de Razón de Mortalidad Estandarizada suavizada (RMEs) para ERC	98
4.32.	Mapa de Razón de Mortalidad Estandarizada suavizada (RMEs) para ERC	99
4.33.	Mapa de Razón de Mortalidad Estandarizada suavizada (RMEs) para ERC	99
C.1.	Datos Modelo 1 ERC	109
C.3.	Datos Modelo 2 ERC	112
C.5.	Datos Modelo 3 ERC	115
C.7.	Datos Modelo 4 ERC	118
C.9.	Datos Modelo 1 E. Isquémicas	121
C.11.	Datos Modelo 2 E. Isquémicas	124
C.13.	Datos Modelo 3 E. Isquémicas	127
C.15.	Datos modelo 4 E. Isquémicas	130
E.1.	Matriz de adyacencia Regiones Chile	138
F.1.	Matriz de adyacencia Comunas- Región Metropolitana	139

Capítulo 1

Introducción

1.1. Motivación

Los datos de salud pública proporcionan información para identificar, prevenir y controlar un amplio número de enfermedades. Los mapas que indican la distribución geográfica de estas enfermedades y la estimación de riesgos asociados resultan de gran interés en el ámbito de la salud pública.

Los mapas temáticos de salud tienen diversas aplicaciones. En primer lugar, ofrecen información sobre las condiciones de vida predominantes en diferentes regiones o zonas del país. En segundo lugar, resultan útiles para la planificación del desarrollo futuro de los servicios de salud. Los recursos disponibles para los servicios de salud pública siempre son limitados y, sin duda, son insuficientes en comparación con las necesidades de la población. No obstante, una de las funciones de un gobierno es dirigir los recursos disponibles hacia aquellos sectores de la salud pública y aquellas áreas del país donde se necesiten con mayor urgencia. Los mapas de enfermedades pueden ayudar en este proceso. En tercer lugar, se utilizan mapas de enfermedades para investigar las causas o los métodos de transmisión de varios tipos de enfermedades.

El mapeo de datos es una valiosa herramienta para la salud pública y epidemiología. Los mapas son aliados importantes para los profesionales de estas áreas. Por ejemplo, los atlas chilenos de mortalidad por cáncer y enfermedades cardiovasculares son útiles para comunicar información clave en la priorización de medidas preventivas en un contexto espacial a nivel nacional. Más recientemente, y seguramente familiares para todas y todos, son los mapas que muestran el número de casos de COVID-19 acumulados y la positividad por regiones y comunas que, además de servir para la toma de decisiones basadas en evidencia, proporcionaron información crucial sobre los riesgos de contagio en beneficio de la salud de la población.

En resumen, la metodología que implica la creación de mapas geográficos muestra de manera clara y descriptiva la información utilizada, como, por ejemplo, los indicadores de salud relacionados con la incidencia, prevalencia o mortalidad de ciertas enfermedades en ubicaciones geográficas específicas. Esto facilita análisis descriptivos que permiten identificar las áreas más afectadas para optimizar la asignación de recursos y enfocar las intervenciones de manera más efectiva. Además, el uso de estos mapas es esencial para contribuir y guiar la toma de decisiones, así como la evaluación de políticas públicas relacionadas con la salud.

La mayoría de los estudios de la distribución geográfica de enfermedades se basan en la distribu-

ción de mortalidad en lugar de morbilidad, que es la fuente de información más utilizada. Aunque el número de muertes a causa de una enfermedad no brinda una medida precisa de su prevalencia en una población, las estadísticas de mortalidad abarcan a toda la población, lo que las convierte en un indicador que refleja las disparidades geográficas en la gravedad de distintas enfermedades.

Un estudio reciente en Chile sobre esta aplicación es el trabajo de (Icaza et al., 2013) en “Atlas de Mortalidad en Chile 2001-2008”, donde se muestra la distribución geográfica de las 16 primeras causas de muerte en Chile, en el período 2001-2008 a nivel comunal y se examinan los riesgos espaciales de morir en una comuna con respecto al resto del país.

1.2. Planteamiento del Problema

Las desigualdades sociales en la salud son una consecuencia directa de la privación social, un concepto que abarca diversas dimensiones y que tiene un profundo impacto en la salud de las personas (Whitehead y Dahlgren, 1991). Un objetivo primordial de las políticas de salud es reducir estas disparidades, con el fin de mejorar el estado de salud de la población, independientemente de su posición económica.

La privación en salud se refiere a la falta de acceso a recursos, exámenes y servicios de salud, y podría estar relacionada con un mayor riesgo de mortalidad, así como con un acceso limitado a la atención médica necesaria.

En Chile, la Enfermedad Renal Crónica (ERC) representa un problema de salud pública con altos costos económicos y un impacto significativo en la calidad de vida de quienes la padecen. Paralelamente, las enfermedades isquémicas del corazón continúan siendo la principal causa de muerte en el país. Estas dos enfermedades representan una carga significativa para el sistema de salud y tienen un impacto sustancial en la calidad de vida, además de suponer un importante costo económico.

En este contexto, el presente estudio se enfocará en analizar el impacto de la privación en la mortalidad por ERC y Enfermedades Isquémicas del corazón. Para ello, se llevará a cabo un análisis descriptivo detallado de las tasas de mortalidad estandarizadas, considerando la información a nivel de región y comunas en la Región Metropolitana.

Por lo tanto, el planteamiento de esta investigación se enfoca en explorar y comprender la posible asociación entre la mortalidad por enfermedad renal crónica y enfermedades coronarias, y la privación comunal en Chile. Esto permitirá identificar las áreas geográficas que podrían requerir intervenciones adicionales con el fin de abordar las disparidades existentes en la mortalidad y mejorar la salud cardiovascular y renal de la población chilena.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

El propósito del presente trabajo es analizar la mortalidad por enfermedad renal crónica junto a las enfermedades isquémicas, para evaluar su grado de asociación con la deprivación comunal en Chile.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar el cálculo de las tasas de mortalidad estandarizadas, por enfermedad renal crónica y enfermedades isquémicas entre los años 1998 y 2022.
- Analizar la asociación entre el índice de deprivación y las tasas de mortalidad por región y comunas en la Región Metropolitana.
- Construir mapas temáticos de las tasas de mortalidad en estudio sobre las regiones de Chile y comunas de la Región Metropolitana.
- Proponer modelos espaciales Bayesianos para la estimación de las tasas de mortalidad suavizadas por regiones de Chile y por comunas en la Región Metropolitana.
- Mapear la distribución de Riesgo de mortalidad por Enfermedad Renal Crónica y Enfermedades Isquémicas.
- Identificar las zonas geográficas de mayor riesgo obtenidos por los modelos ajustados y generar conclusiones.

1.4. Metodología y Estructura del Informe

En el segundo capítulo, se detallan conceptos y definiciones fundamentales para el desarrollo de este trabajo. Estos conceptos incluyen métodos de estandarización de tasas de mortalidad, técnicas de análisis multivariante, en particular, el análisis por componentes principales. Luego, se presenta una introducción a los modelos espaciales. Comenzando con el Modelo Lineal Generalizado Poisson y avanzando hacia los modelos que incorporan estructura espacial, especialmente el Modelo Condicional Autorregresivo (CAR). También se explica el criterio bayesiano para comparar modelos, conocido como Deviance Information Criterion (DIC), y se abordan medidas de dependencia espacial.

En el tercer capítulo, se realiza un análisis descriptivo en el que se calculan las tasas de mortalidad estandarizadas para la enfermedad renal crónica (ERC) y las enfermedades isquémicas del corazón, a nivel de región y comuna en la Región Metropolitana, durante los cinco períodos de estudio. Además, se lleva a cabo un análisis correlacional entre las tasas de mortalidad y el índice de deprivación. Por último, se presentan mapas temáticos de las tasas de mortalidad estandarizadas.

En el capítulo 4, se implementan modelos espaciales bayesianos con el fin de estimar los Riesgos de Mortalidad Estandarizados Suavizados (RMEs) para enfermedad renal crónica y enfermedades coronarias en las regiones y comunas de la Región Metropolitana. Estos modelos bayesianos tienen en cuenta la estructura espacial y también se emplean para analizar la relación entre la mortalidad por enfermedad renal crónica y enfermedades coronarias con la deprivación. Posteriormente, se evalúan los modelos propuestos mediante el criterio DIC para medir su nivel de ajuste. Al mismo tiempo, se utiliza el índice I-Moran para identificar posibles correlaciones espaciales. Además, se presentan las probabilidades posteriores de que los riesgos superen el valor de 100. Finalmente, los resultados obtenidos se complementan con los correspondientes mapas temáticos.

Por último, en el capítulo 5, se presentan los resultados obtenidos en las diferentes etapas de este trabajo y se exponen las conclusiones finales derivadas del estudio realizado.

Capítulo 2

Revisión Metodológica

2.1. Tasas de Mortalidad Estandarizadas

Las tasas de mortalidad proporcionan información sobre la cantidad de defunciones registradas en relación con la población residente en cada comuna y región, las cuales se atribuyen según las diferentes causas de muertes. Sin embargo, resulta necesario ajustar las tasas según las características demográficas de la población. La manera de abordar esto es mediante el cálculo de las tasas brutas o crudas de mortalidad. Si las poblaciones presentaran una distribución similar en lo que respecta a los factores asociados con el evento bajo estudio, como la edad, sexo, etc, entonces no habría ningún problema en comparar directamente las tasas brutas también conocidas como tasas crudas.

Sin embargo, si dichas distribuciones no son similares, es decir, no toman en cuenta la estructura, por ejemplo, la edad de la población, comparar directamente las tasas brutas podría llevar a conclusiones engañosas (Fleiss et al., 2003). Las personas de edad avanzada tienen una mayor probabilidad de fallecer a causa de la mayoría de las enfermedades en comparación con los adultos jóvenes. Esto implica que en una zona o región con una alta proporción de personas de edad avanzada, es de esperar que presente tasas de mortalidad más altas que el promedio, independientemente de si se trata de una región de alto o bajo riesgo, Para mitigar los efectos de las diferencias en las estructuras de edad de las poblaciones en varias partes del país, es necesario efectuar un ajuste. A estas tasas se les denomina tasas de mortalidad estandarizadas.

2.2. Tipos de Estandarización

Existen dos tipos de estandarización, directa e indirecta. Ambos tipos expresan la tasa estandarizada como el producto de dos términos, la tasa bruta de la población estándar, denotada c_s , y una razón que determina si la estandarización es directa o indirecta:

Definición 2.1

$$c_{\text{indirecta}} = c_s \text{Ratio}_{\text{indirecta}} = c_s \frac{\sum_{i=1}^I c_i p_i}{\sum_{i=1}^I c_s p_i} \quad \text{y}$$
$$c_{\text{directa}} = c_s \text{Ratio}_{\text{directa}} = c_s \frac{\sum_{i=1}^I c_i p_s i}{\sum_{i=1}^I c_s p_s i} ,$$

donde c_i y p_i , denotan, respectivamente la tasa específica y la proporción de la población i

en el estrato i de la población de estudio, y donde c_{Si} y p_{Si} denotan la población estándar. En ambos ratios, el numerador y el denominador utilizan respectivamente, las tasas de la población de estudio y las tasas de la población estándar. En el ratio de la estandarización indirecta, las tasas se multiplican por la distribución de la población de estudio, mientras que en el ratio de la estandarización directa, las tasas se multiplican por la distribución de la población estándar o de referencia.

Las dos expresiones anteriores pueden simplificarse. El numerador de $c_{\text{indirecta}}$ se reduce a la tasa bruta de la población de estudio, denotada como c . Supongamos que el número de eventos en la población de estudio en el estrato i es Y y el tamaño total de la población de estudio es N . Entonces $c_i = Y_i/(Np_i)$, y

$$c = \sum_{i=1}^I c_i p_i = \frac{\sum_{i=1}^I Y_i}{N}$$

Luego,

$$c_{\text{indirecta}} = c_S \text{Ratio}_{\text{indirecta}} = c_S \frac{\sum_{i=1}^I Y_i}{N \sum_{i=1}^I c_{Si} p_i} \quad (2.1)$$

De esta manera, $\text{Ratio}_{\text{indirecta}}$ es la proporción del número total de eventos observados en comparación con lo que se esperaría de manera indirecta si las tasas de la población estándar se aplicaran a los estratos de la población de estudio.

La expresión c_{directa} también se puede simplificar. El denominador de c_{directa} no es más que la tasa bruta de la población estándar:

$$c_S = \sum_{i=1}^I c_{Si} p_i$$

De modo que c_{directa} se reduce a

$$c_{\text{directa}} = c_S \frac{\sum_{i=1}^I c_i p_{Si}}{c_S} = \sum_{i=1}^I c_i p_{Si} = \frac{\sum_{i=1}^I Y_i p_{Si}}{N} \quad (2.2)$$

Los errores estándar de las tasas estandarizadas se pueden obtener asumiendo que p, p_{Si}, c son constantes conocidas y las Y_i 's son variables aleatorias Poisson independientes. La ecuación 2.1 muestra que la tasa indirecta es un múltiplo de $\sum_i Y_i$, la cual es una suma de variables aleatorias Poisson independientes, y por lo tanto es en sí misma una variable aleatoria de Poisson.

■ Intervalos de Confianza

Se puede establecer un intervalo de confianza exacto del $100 * (1 - \alpha) \%$ mediante el método de colas iguales para $c_{\text{indirecta}}$, viene dado por:

$$\left(c_S \frac{\chi_{2t}^2, \alpha/2}{2E}, c_S \frac{\chi_{2t+2}^2, 1 - \alpha/2}{2E} \right)$$

donde $t = \sum_i Y_i$ es el número total de eventos en la población de estudio, y donde $E = N \sum_i c_{Si} p_i$ es el número esperado de eventos en la población estándar.

2.2.1. Estandarización Directa

La estandarización directa solo puede aplicarse cuando está disponible la estructura de tasas específicas para una población determinada. Para su implementación, se necesitan los siguientes datos:

1. La estructura de tasas específicas para la población en estudio, es decir, c_1, \dots, c_I .
2. La distribución entre los diferentes estratos para una población estándar seleccionada, p_{S1}, \dots, p_{SI} .

Por lo tanto, la tasa estandarizada directa es

$$c_{\text{directa}} = \sum_{i=1}^I c_i p_{Si}$$

El término directo se refiere a trabajar directamente con las tasas específicas de la población en estudio.

2.2.2. Estandarización Indirecta

Cuando no se dispone de algunas tasas específicas, conducen al método de estandarización indirecta, los elementos necesarios para llevar a cabo este método son:

1. La tasa bruta para la población en estudio: c
2. La distribución en los diferentes estratos de esa población: p_1, \dots, p_I
3. La estructura de tasas específicas para una población estándar seleccionada: c_{S1}, \dots, c_{SI}
4. La tasa bruta para la población estándar, c_S

El primer cálculo en la estandarización indirecta consiste en la tasa total o global que se obtendría si la estructura de las tasas específicas de la población estándar se aplicara a la población dada. Esto es:

$$c' = \sum_{i=1}^I c_{Si} p_i$$

La tasa ajustada indirecta es:

$$c_{\text{indirecta}} = c_S \frac{c}{c'}$$

Es decir, el método implica tomar la tasa bruta de la población estándar, denotada por c_S , y multiplicarla por la proporción de la tasa bruta real para la población.

Estandarización por Edad

Definición 2.2

Finalmente, la expresión que se utilizará a lo largo de este trabajo para las tasas de mortalidad estandarizadas, es la siguiente:

$$SMR_{it} = \sum_{a=0}^K (d_{at}/P_{at}) * Pr_a * 100.000$$

- SMR_{it} : Tasa de mortalidad estandarizada por cada 100.000 habitantes, utilizando el método directo en la región o comuna i en el período t .
- K : Edad máxima alcanzada en el momento de la muerte en la región o comuna i en el período t .
- d_{at} : Número de muertes a la edad a en la región o comuna i en el período t .
- P_{at} : Número de personas de edad a en la región o comuna i en el período t .
- Pr_a : Proporción de personas de edad a en la población de 2017 (**población de referencia**).

2.2.3. Selección de la población estándar

Las poblaciones estándar o de referencia se pueden clasificar en dos tipos: internas y externas. En el primer caso, las poblaciones de referencia se obtienen a partir de los propios datos que se van a utilizar en el análisis. Por ejemplo, se podría obtener la suma o la media de todas las poblaciones cuyas tasas brutas se van a ajustar. Aunque esto presenta ciertas ventajas al ser similares a las poblaciones en estudio, también tiene una limitación importante, las tasas ajustadas obtenidas no pueden compararse con tasas ajustadas de otras poblaciones de referencia.

Por otro lado, las poblaciones de referencia externas son aquellas obtenidas de fuentes independientes a los datos de análisis. Por ejemplo, cuando se busca hacer comparaciones internacionales, es común utilizar las poblaciones propuestas por organismos internacionales, como la Organización Mundial de la Salud (OMS) o la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), por citar algunos ejemplos. La principal ventaja de esto es la posibilidad de realizar comparaciones a nivel internacional.

Sin embargo, si el objetivo es realizar comparaciones con Chile, es más adecuado utilizar una población de referencia nacional o incluso el promedio de la Región Metropolitana. Actualmente, el Ministerio de Salud (MINSAL) está utilizando la población de referencia de la OMS para estandarizar sus reportes sobre cáncer.

2.3. Modelos de Regresión

Varios autores consideran modelos de regresión para la razón de mortalidad y/o morbilidad estandarizada (SMR por sus siglas en inglés). Según el enfoque de Gail (1978):

Sea Y_{ij} el número de muertos o eventos en el estrato i de la población j ($i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J$). Se asume que Y_{ij} es una variable aleatoria de Poisson con media $N_j p_{ij} c_{ij}$, donde N_j es el tamaño total de la población j , p_{ij} es la proporción de la población j en el estrato i , y c_{ij} es la tasa de eventos en el estrato i en la población de estudio j . Además, se asume que $c_{ij} = c_{Si} \theta_j$, donde c_{Si} es la tasa de eventos del estrato i para la población estándar y θ_j es la razón de tasas que compara la población de estudio con la población estándar. Cabe destacar que θ_j es el estimador de la SMR. La media de la variable aleatoria de Poisson Y_{ij} es $\mu_{ij} = N_j p_{ij} c_{Si} \theta_j$, o

$$\ln \mu_{ij} = \ln(N_j p_{ij} c_{Si}) + \ln \theta_j$$

La estimación de máxima verosimilitud de θ_j se puede obtener al maximizar la función de verosimilitud.

$$\prod_{i=1}^I \prod_{j=1}^J \frac{e^{-\mu_{ij}} \mu_{ij}^{Y_{ij}}}{Y_{ij}!}$$

Esto es un problema de regresión de Poisson. Es importante destacar que debido a que el número de personas en riesgo, N_{pij} , y la tasa de eventos de la población estándar se asumen conocidos, $\ln(N_j p_{ij} c_{Si})$ debe declararse como un factor denominado *offset*¹ para la regresión de Poisson.

La prueba de igualdad de SMRs en diferentes poblaciones se puede llevar a cabo utilizando los test de razón de verosimilitud Wald, y los modelos de regresión de la forma $\ln(\theta_j) = \beta_0 + \beta_X X_j$ para covariables son fáciles de ajustar. Cuando los estratos representan áreas geográficas, el número de eventos puede estar correlacionado debido a la proximidad espacial. Los autores asumen que los Y_{ij} son condicionalmente independientes (Clayton y Kaldor, 1987) consideraron el caso en el que los Y_{ij} no son independientes. Cuando los estratos representan áreas geográficas, el número de eventos puede estar correlacionado debido a la proximidad espacial. Los autores asumen que los valores de Y_{ij} son condicionalmente independientes dado θ_j , con θ_j distribuido como variables gamma. Esto constituye un modelo de efectos aleatorios para resultados de tipo Poisson.

¹ Variable de ajuste conocida, *offset* = $\log(e_i)$, donde e_i indica la población en riesgo o el número esperado de casos.

2.4. Índice de Deprivación

El índice de deprivación utilizado en este análisis se desarrolló previamente en el marco de otro trabajo de tesis (Muñoz Ponce, 2023). Este índice se basa en un profundo análisis de diversas variables socioeconómicas a partir de datos censales de Chile. Se utilizó el Censo 2017 del Instituto Nacional de Estadística (INE) como fuente de datos para construir este indicador. Su objetivo principal es identificar las zonas censales con situaciones económicas más desfavorables.

El índice de deprivación tiene una escala que varía entre 0 y 1. Cuando el valor del índice se acerca a 1, indica un alto nivel de deprivación o pobreza en el área analizada. Por otro lado, valores cercanos a 0 indican un menor grado de deprivación, lo que se traduce en condiciones socioeconómicas más favorables. Esta interpretación se basa en un análisis exhaustivo de múltiples variables que abarcan dimensiones sugeridas por la literatura, tales como educación, entorno familiar, demografía, entre otras.

A continuación, se presentan las principales dimensiones consideradas en la construcción del índice de deprivación:

2.4.1. Dimensiones

1. Dimensión Educacional

Esta dimensión analiza el nivel de acceso a la educación en la población. Para esta dimensión, se consideraron variables como el nivel y los **años de escolaridad** alcanzados, centrándose principalmente en los años de escolaridad (8 a 16 años o más).

2. Dimensión Entorno Familiar

La dimensión entorno familiar se enfoca en analizar la calidad del entorno en que vive la población. Un indicador fundamental que se considera en esta dimensión es el **hacinamiento** en las viviendas. La variable hacinamiento se refiere a la situación en la que un hogar no dispone de suficiente espacio habitable para alojar a sus miembros de manera adecuada. Esto puede tener un impacto significativo en la calidad de vida de las personas, ya que un espacio insuficiente puede generar condiciones de vida incómodas y poco saludables.

El **desempleo** es otra variable importante que puede formar parte de esta dimensión. El desempleo o desocupación se utiliza para medir la proporción de personas en una población que están dispuestas y capaces de trabajar pero actualmente no tienen empleo remunerado y están buscando activamente trabajo.

3. Dimensión Demográfica

Esta dimensión se enfoca en la estructura de los hogares, específicamente en la presencia de **hogares monoparentales** encabezados por mujeres. Un hogar monoparental se caracteriza por tener a una sola persona adulta, en este caso, una mujer, como la jefa de hogar, lo que significa que es la única persona responsable del cuidado y sostenimiento de la familia. Estos hogares podrían estar enfrentando mayores presiones en las tareas de compatibilizar la generación de ingresos con las responsabilidades de cuidado en el hogar.

También se incluyen otras variables que se centran en aspectos relacionados con la estructura de la población y las características demográficas como la **Población Extranjera** que reside en el país y la **Población mayor que vive sola**, es decir, las personas de edad avanzada que viven solas y no comparten hogares con otras personas.

Análisis de Componentes Principales

A continuación, se proporcionará una descripción del análisis de componentes principales, que es la base metodológica empleada en la elaboración del índice de deprivación.

El análisis de componentes principales (ACP) es una técnica estadística utilizada para reducir la complejidad de un conjunto de datos. Su principal objetivo es simplificar la estructura de los datos al transformar las variables originales que pueden estar relacionadas entre sí, en un nuevo conjunto de variables no correlacionadas llamadas “componentes principales”. Estos componentes principales son combinaciones lineales de las variables originales y se originan de manera que el primero explique la mayor parte de la variabilidad en los datos, el segundo componente principal explique la segunda mayor parte, y así sucesivamente.

Esta técnica resulta útil en una variedad de aplicaciones, desde la reducción de la dimensionalidad de datos hasta la identificación de patrones. En este contexto, se ha empleado para reducir el número de variables derivadas de dimensiones socioeconómicas y demográficas en un único índice, perdiendo la menor cantidad de información posible.

2.4.2. Metodología de Componentes Principales:

1. Dado un conjunto de variables (x_1, x_2, \dots, x_p) que representan características o atributos de un grupo de objetos o individuos, se busca calcular a partir de ellas, un nuevo conjunto de variables (y_1, y_2, \dots, y_p) incorreladas entre sí, cuyas varianzas vayan decreciendo progresivamente.
2. Cada componente principal y_j , donde $j = 1, 2, \dots, p$ es una combinación lineal de las x_1, x_2, \dots, x_p originales, es decir:

$$y_j = a_{j1}x_1 + a_{j2}x_2 + \dots + a_{jp}x_p = \mathbf{a}'_j \mathbf{x}$$

donde $\mathbf{a}'_j = (a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{pj})$ es un vector de constantes, y $\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}$

3. Para mantener la ortogonalidad de la transformación, se impone que el módulo del vector \mathbf{a}'_j sea igual a 1:

$$\mathbf{a}'_j \mathbf{a}'_j = \sum_{i=1}^p (a_{ij})^2 = 1$$

4. El primer componente principal se calcula eligiendo \mathbf{a}_1 de manera que y_1 tenga la mayor varianza posible, sujeta a la restricción anterior ($\sum_{i=1}^p (a_{1i})^2 = 1$). La varianza del primer componente principal se denota como λ_1 .
5. El segundo componente principal se calcula obteniendo \mathbf{a}_2 de manera que la variable obtenida, y_2 , no esté correlacionada con y_1 . La varianza del segundo componente principal se denota como λ_2 .

6. De manera similar, se eligen sucesivamente y_1, y_2, \dots, y_p incorrelados entre sí, de forma que las variables aleatorias obtenidas tengan cada vez menor varianza. La varianza de cada componente principal se denota como $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p$.
7. Se pueden ordenar los componentes principales de acuerdo a su varianza en orden descendente.
8. La varianza total de los datos originales se puede calcular como la suma de las varianzas de los componentes principales:

$$\text{Varianza Total} = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p$$

9. La proporción de varianza explicada por cada componente principal se puede obtener dividiendo la varianza de cada componente por la varianza total.
10. Finalmente, se puede seleccionar un número adecuado de componentes principales que expliquen una alta proporción de la varianza total, con el objetivo de reducir la dimensionalidad de los datos.

En resumen, en el contexto del índice de privación, se utilizó el análisis de componentes principales para representar y resumir la información contenida en diversas variables relacionadas con las dimensiones socioeconómicas y demográficas mencionadas en el apartado anterior. Este análisis transformó esas variables originales en un conjunto reducido de variables, denominadas componentes principales, construidas como combinaciones lineales de las variables originales. Estos componentes principales tienen la capacidad de explicar parte de la variabilidad presente en las variables originales.

2.5. Modelos Espaciales

2.5.1. Introducción

Existen diversos métodos estadísticos disponibles para modelar un evento de interés a nivel geográfico. Estos métodos, conocidos como Modelos Espaciales, permiten generar una representación geográfica de los riesgos relativos. El riesgo relativo se refiere a una medida de la fuerza de asociación entre una exposición y un evento, indicando cuántas veces es más probable que ocurra el evento en la población expuesta al factor de riesgo en comparación con la población no expuesta (Worster A. y Rowe B., 2001).

Los modelos espaciales son ampliamente empleados en el estudio de mapeo de enfermedades, conocido como "Disease Mapping". Estos estudios tienen como objetivo principal determinar la distribución geográfica de las tasas subyacentes de enfermedades, identificar las áreas con tasas de enfermedad bajas y altas, y proporcionar indicios sobre la causa de estas enfermedades (Mollié, 1996).

En este tipo de estudios, se parte del supuesto de que el mapa geográfico se encuentra dividido en n regiones contiguas identificadas como $i = 1, \dots, n$. En este contexto, y representa la cantidad de fallecimientos causados por una enfermedad durante el período de estudio, e denota el número esperado de fallecimientos debido a esa misma enfermedad, y r corresponde al riesgo relativo de la enfermedad en cada área específica.

Para enfermedades poco comunes y no contagiosas, se considera que el número de fallecimientos en cada área se asume como independiente entre sí y se distribuye siguiendo una distribución de Poisson.

A continuación, se describe el enfoque clásico del modelo espacial que se basa en los Modelos Lineales Generalizados (GLM). Luego, se presentan los modelos espaciales Bayesianos.

2.6. Modelos Lineales Generalizados

Los Modelos Lineales Generalizados representan una categoría amplia de modelos utilizados en el análisis de variables, ya sean cuantitativas o cualitativas. Estos modelos se consideran una extensión de los modelos de regresión lineal convencionales, pero en este caso se fundamentan en las distribuciones de la Familia Exponencial.

Definición 2.3

Un Modelo Lineal Generalizado consta de tres elementos principales:

1. **Componente Estocástico o Aleatorio:** incluye la variable de respuesta y , cuya distribución pertenece a la familia exponencial.
2. **Componente Sistemático:** se refiere al predictor lineal, que es la función que depende de las variables explicativas.
3. **Función Enlace:** es una expresión matemática que establece la relación entre los parámetros de la respuesta y , los factores de predicción lineal y las covariables.

La variable de respuesta en un Modelo Lineal Generalizado puede tomar cualquier distribución, siempre y cuando esa distribución esté dentro de la Familia Exponencial.

Definición 2.4

Sea y_1, \dots, y_n variables aleatorias, estas pertenecen a la Familia Exponencial si su función de distribución se escribe de la forma

$$f(y|\theta, \phi) = \exp(\phi(y\theta - b(\theta)) + c(y, \phi)),$$

donde θ es un parámetro canónico, ϕ es un parámetro de escala, y se cumplen las siguientes propiedades,

$$E(y_i) = \mu_i = b'(\theta)$$

$$V(y_i) = \frac{1}{\phi}V, \text{ con } V = \frac{d\mu}{d\theta}.$$

Entre las distribuciones que forman parte de la familia exponencial, se incluyen la distribución Normal, la distribución Binomial, la distribución Binomial Negativa, la distribución Poisson, la distribución Gamma, entre otras.

En estudios epidemiológicos, como el modelamiento de tasas de mortalidad, se emplean las distribuciones Binomial y Poisson debido a la naturaleza de los datos. Específicamente, en el caso de enfermedades poco comunes en las que la probabilidad de ocurrencia es baja en relación con el tamaño de la población, se recurre a la distribución Poisson.

2.6.1. Regresión de Poisson

Para eventos poco frecuentes, y considerando que las áreas son mutuamente excluyentes, el número de muertes de una determinada enfermedad bajo un período de estudio se distribuye Poisson con media e_{ir} . Es decir,

$$y_i \sim \text{Poisson}(e_{ir}),$$

donde la función de enlace es

$$\log(r_i) = \beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij}.$$

2.6.2. Estimación de Máxima Verosimilitud de los Riesgos Relativos

La estimación de Máxima Verosimilitud de los riesgos relativos es la Razón de Mortalidad Estandarizada (RME) (Mollié, 1996), que corresponde al número de muertes observado dividido por el número de muertes esperado, esto es,

$$\hat{r}_i = \frac{y_i}{e_i}$$

con error estándar estimado,

$$s_i = \sqrt{\frac{y_i}{e_i}}$$

Para abordar el desafío de enfermedades poco comunes y áreas de estudio pequeñas, donde se pueden obtener riesgos individuales muy variados entre las áreas y tasas estimadas inestables,

así como una variabilidad del riesgo medio que supera lo que se esperaría de una distribución Poisson, se han introducido en la literatura métodos Bayesianos o Modelos Jerárquicos. Estos métodos ofrecen estimaciones más suavizadas de los riesgos relativos. En resumen, aunque la Razón de Mortalidad Estandarizada (RME) siga siendo la mejor estimación de la tasa para cada área considerada de forma aislada, los enfoques Bayesianos generan un conjunto de estimaciones que, en general (cuando $n \geq 3$), tienen una menor pérdida de error cuadrático en comparación con el conjunto de RMEs (Mollié, 1996).

La incorporación de efectos aleatorios en el análisis parte de la premisa de que las tasas en las distintas regiones tienen su origen en una o varias superpoblaciones compartidas, lo que habilita al analista para fusionar la información de múltiples regiones (Waller, 2006). En este contexto, el enfoque bayesiano combina dos tipos de información:

- La información prevista en cada área por los casos observados descritos según la distribución Poisson y utilizada para calcular las RME's denotada por $f(y|r)$.
- La información previa sobre los riesgos relativos, que detalla su variabilidad en el mapa general y se resume a través de su distribución a priori, identificada como $\pi(r)$.

2.7. Modelos Bayesianos para la estimación de riesgos

Las metodologías relacionadas para ajustar un modelo de regresión Poisson bayesiano se fundamentan en enfoques teóricos discutido en la literatura y abordado por varios autores que desarrollaron enfoques bayesianos para el Mapeo de enfermedades (Best et al., 2005, Lawson, 2006). El propósito de estos enfoques es estimar tasas o riesgos relativos. De esta manera, al tener en cuenta la información proporcionada por las regiones o comunas vecinas, es posible obtener estimaciones más precisas. Los modelos bayesianos con estructura espacial forman parte de los modelos bayesianos jerárquicos propuestos por Besag, York y Mollié (1991).

2.7.1. Modelo de Besag, York y Mollié (BYM)

Modelo CAR

Besag, York y Mollié (1991) desarrollaron el Modelo Condicional Autorregresivo (CAR), este modelo asume que el número de muertes por cada causa Y_i sigue una distribución Poisson de parámetro $\lambda_i = e_i r_i$, donde $i = 1, \dots, 16$ representa las regiones del país. La formulación de dicho modelo, se presenta a continuación.

$$y_i | r_i \sim \text{Poisson}(e_i r_i) \tag{2.3}$$

$$\log(r_i) = \ln(e_i) + \alpha + u_i + v_i \tag{2.4}$$

$$\alpha \sim U(-\infty, +\infty)$$

$$v_i \stackrel{\text{iid}}{\sim} N(0, \tau_v^2)$$

$$u_i | u_j, j \neq i \sim \text{Normal} \left(\frac{\sum w_{ij} s_i}{\sum w_{ij}}, \frac{\tau_s^2}{\sum w_{ij}} \right) \tag{2.5}$$

Donde:

- y_i son los casos observados (número observado de muertes).
- e_i son los casos esperados (número esperado de muertes) en la i –ésima unidad geográfica (región o comuna).
- e_i es el riesgo relativo en la unidad geográfica (región o comuna).
- α parámetro desconocido que representa un nivel medio de riesgo para todas las unidades geográficas.
- $u = (u_1, \dots, s_I)$ corresponde al efecto aleatorio espacial (heterogeneidad correlacionada)
- $v = (v_1, \dots, v_I)$ componente de error aleatorio. (heterogeneidad no correlacionada)
- La componente e_i es una variable de ajuste conocida, denominada **offset** (Dobson, 2002).
- Se puede incorporar una medida de estandarización que permite modelar tasas o riesgos. En el modelo, $offset = \log(e_i)$, donde e_i puede ser la población en riesgo o el número esperado de casos.

La matriz W estructura la información proveniente de las regiones o comunas vecinas, cada elemento w_{ij} toma los valores:

$$W = (w_{ij}); \quad w_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si } i \text{ es vecina del área } j \\ 0 & \text{e.o.c} \end{cases} \quad (2.6)$$

Es importante destacar que se consideraron como vecinas a las unidades geográficas, ya sean sean regiones, comunas adyacentes o que comparten fronteras.

2.8. Criterio Bayesiano para comparación de Modelos

2.8.1. DIC

En el enfoque clásico, los criterios usuales para evaluar la calidad de ajuste del modelo son los criterios AIC (Akaike, año) y BIC (Schwarz, año). Sin embargo, en el enfoque bayesiano, estas métricas podrían no ser únicas, ya que su validez podría depender del número de parámetros involucrados. Además, la incorporación de una distribución a priori introduce una dependencia entre los parámetros, lo cual podría reducir la dimensionalidad efectiva del modelo. Sin embargo, la magnitud de esta reducción dependerá de la información proporcionada por los datos disponibles.

En este contexto, la complejidad del modelo refleja la dificultad en la estimación. Por lo tanto, es lógico que una medida de la complejidad se vea influenciada tanto por la información a priori sobre los parámetros como por los datos específicos que se observan (Spiegelhalter et al., 2002). A partir de esta premisa, (Spiegelhalter et al., 2002) proponen una medida bayesiana para el análisis de la calidad de ajuste y la complejidad del modelo. Su propósito es identificar los modelos que expliquen de manera más efectiva los datos observados y que minimicen la incertidumbre de las observaciones generadas a partir del modelo, considerando la pérdida esperada de datos replicados. Esta medida bayesiana es el **DIC (Deviance Information Criterion)**, este criterio se define de la siguiente manera

$$DIC = P_D + \overline{D(\theta)}$$

de manera equivalente,

$$DIC = D(\bar{\theta}) + 2P_D$$

Donde

- El primer elemento, denotado por $D(\bar{\theta})$, consiste en la devianza evaluada en la media posteriori de los parámetros, la cual puede expresarse de la siguiente manera $D(\bar{\theta}) = -2\log(f(y|\bar{\theta}))$
- El segundo elemento, definido por $P_D = (\overline{D(\theta)} - D(\bar{\theta}))$ es la diferencia entre la media a posteriori de la devianza y la devianza evaluada en la media a posteriori de los parámetros. Lo que se interpreta como el número efectivo de parámetros para el modelo.

Así, valores pequeños del DIC indican un mejor ajuste del modelo.

2.9. Medidas de Asociación Espacial

En la literatura se suelen emplear dos medidas estadísticas para cuantificar el grado de asociación espacial entre unidades ubicadas en distintas áreas que forman parte de una región específica, estas medidas son el Índice de Moran y el C de Geary. Una autocorrelación espacial positiva indica que los valores similares aparecen cerca uno del otro en el espacio, mientras que si es negativa indica que los valores vecinos no son similares, o equivalentemente, que los valores similares se encuentran dispersos. Finalmente, si el valor de la autocorrelación espacial es nulo se está en presencia de un patrón espacial aleatorio.

2.9.1. Índice de Moran

El Índice de Moran se define como sigue:

$$I = \frac{S \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^S w_{ij} (Y_i - \bar{Y})(Y_j - \bar{Y})}{(\sum_{i \neq j} w_{ij}) \sum_{i=1}^S (Y_i - \bar{Y})^2}$$

donde Y_1, \dots, Y_s son las observaciones de una determinada variable para las unidades geográficas (Regiones o Comunas) y w_{ij} es tal que $w_{ij} = 1$ si las unidades geográficas i y j ($i \neq j$) son contiguas y $w_{ij} = 0$ en caso contrario.

Cabe destacar que el Índice de Moran se encuentra en un rango entre -1 y 1, un valor de -1 denota una dispersión perfecta entre valores similares, mientras que un valor de 1, señala una correlación perfecta entre los valores. Por otro lado, un valor de índice igual a 0 indica ausencia de autocorrelación.

2.9.2. C de Geary

En contraste, el C de Geary difiere del Índice de Moran al emplear la suma de los cuadrados de las diferencias entre los valores de pares de unidades geográficas como una medida de la covariación. De esta manera, la expresión del C de Geary es la siguiente:

$$C = \frac{(S - 1) \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^S w_{ij} (Y_i - Y_j)^2}{(\sum_{i \neq j} w_{ij}) \sum_{i=1}^S (Y_i - \bar{Y})^2}$$

Capítulo 3

Análisis Descriptivo

En esta sección se calcularán las tasas de mortalidad estandarizadas por edad, tal como se abordó en el Capítulo 2, para la enfermedad renal crónica y las enfermedades isquémicas en la población chilena durante el período comprendido entre 1998 y 2022. Los años de estudio se agruparon en períodos de cinco años y se evaluaron para ambos sexos, considerando la edad en quinquenios, la región y la comuna de residencia.

3.1. Descripción preliminar de las enfermedades

La enfermedad renal crónica (ERC) representa un desafío importante en términos de salud pública, con consecuencias en términos de altos costos económicos y calidad de vida, además de una elevada tasa de mortalidad. Esta enfermedad está relacionada con diversos factores de riesgo, siendo la hipertensión arterial y la diabetes mellitus las principales causas en Chile como en el mundo. Un estudio reciente realizado por (Carrasco Castillo et al., 2021) evidenció un aumento en las tasas de mortalidad por enfermedad renal crónica en la población chilena adulta, durante el período comprendido entre 1997 y 2017.

En cuanto a las enfermedades isquémicas del corazón, estas patologías se han convertido en la principal causa de muerte en Chile y a nivel global. Investigaciones previas, como el trabajo realizado por (Alonso et al., 2010) sobre estas patologías cardiovasculares, han señalado una tendencia descendente en las tasas de mortalidad por cardiopatía isquémica ajustada por edad, durante el período de estudio entre 1997 y 2007.

3.2. Descripción Base de Datos

Se analizaron las defunciones registradas en el período comprendido entre 1998 y 2022, utilizando las bases de datos de defunciones por causa de muerte correspondientes a los años 1990-2020 y 2021-2022 del Departamento de Estadística e Información en Salud (DEIS), obteniéndose información sobre la causa básica de muerte, edad, sexo, año de defunción y otras variables que se presentan en la tabla a continuación.

Nº	Nombre de la variable	Descripción	Tipo de dato	Valores
1	ANO_DEF	Año de la fecha de defunción	Numérico	
2	FECHA_DEF	Fecha de defunción	Fecha	DIA_DEF+ MES_DEF+ ANO_DEF
3	GLOSA_SEXO	Glosa que identifica el sexo biológico	Texto	1: Hombre 2: Mujer 9: Indeterminado
4	EDAD_TIPO	Unidad de Medida de la edad, según modalidad descrita en valores	Numérico	1: Edad en años 2: Edad en meses 3: Edad en días 4: Edad en horas 0: Ignorado
5	EDAD_CANT	Registro numérico de la edad del paciente al ingreso	Numérico	
6	CODIGO_COMUNA_RESIDENCIA	Código de la comuna de residencia del fallecido, de acuerdo a la división político administrativa actualizada el 2019	Numérico	
7	GLOSA_COMUNA_RESIDENCIA	Glosa de la comuna de residencia del fallecido, de acuerdo a la división político administrativa actualizada el 2019	Texto	
8	GLOSA_REG_RES	Glosa de la región de residencia	Texto	
9	DIAG1	Causa básica de defunción	Texto	
10	CAPITULO_DIAG1	Capítulo CIE10 según causa de defunción	Texto	
11	GLOSA_CAPITULO_DIAG1	Glosa capítulo CIE10 según causa de defunción	Texto	
12	CODIGO_GRUPO_DIAG1	Código grupo de la causa de defunción según CIE10	Texto	
13	GLOSA_GRUPO_DIAG1	Glosa código grupo de la causa de defunción según CIE10	Texto	
14	CODIGO_CATEGORIA_DIAG1	Código categoría de la causa de defunción según CIE10	Texto	
15	GLOSA_CATEGORIA_DIAG1	Glosa código categoría de la causa de defunción según CIE10	Texto	
16	CODIGO_SUBCATEGORIA_DIAG1	Código categoría de la causa de defunción según CIE10	Texto	
17	GLOSA_SUBCATEGORIA_DIAG1	Glosa código categoría de la causa de defunción según CIE10	Texto	

Tabla 3.1: Descripción de las Variables

Se seleccionaron las categorías diagnósticas de la Clasificación Internacional de enfermedades en su décima versión (CIE-10), para la enfermedad renal crónica y las enfermedades isquémicas del corazón. Los códigos correspondientes se muestran en la siguiente tabla:

Tabla de Códigos de Diagnósticos Utilizados (CIE-10)

Código	Diagnóstico
N18.0	Insuficiencia renal terminal
N18.3	ERC estadio 3
N18.4	ERC estadio 4
N18.5	ERC estadio 5
N18.8	Otras insuficiencias renales crónicas
N18.9	ERC no especificada

Tabla 3.2: Diagnósticos por código para ERC (CIE-10)

Se tomaron en cuenta aquellos casos que correspondían a enfermedad renal crónica (ERC), identificados a través del código de categoría de diagnóstico de defunción **N18** y los códigos de subcategoría que permiten distinguir las diferentes etapas de la ERC, tal como se presenta en la Tabla 3.2.

Para la mortalidad por cardiopatía isquémica, se seleccionaron todas aquellas defunciones cuya causa básica fue clasificada bajo los Códigos (**I20 a I25**) de la CIE-10. En este grupo de causas se incluyen los siguientes diagnósticos:

Código	Diagnóstico
I20	Angina de pecho
I21	Infarto agudo del miocardio
I22	Infarto subsecuente del miocardio
I23	Complicaciones posteriores al infarto agudo al miocardio
I24	Otras enfermedades isquémicas agudas del corazón
I25	Enfermedad isquémica crónica del corazón.

Tabla 3.3: Diagnósticos por código para Enfermedades Isquémicas (CIE -10)

3.3. Tasas de Mortalidad Estandarizadas

En primer lugar, las siguientes tablas resumen el número total de defunciones debido a enfermedad renal crónica (ERC) y enfermedades isquémicas. Estas tablas incluyen tanto la tasa de mortalidad cruda como la tasa de mortalidad estandarizada por edad, calculada mediante el método directo. Se utilizó la población de Chile en el año 2017 como referencia para las tasas de mortalidad por región, y para la Región Metropolitana, se empleó la población de la RM en 2017 como población estándar. Además, se proporcionan los intervalos de confianza al 95 %.

Este análisis se lleva a cabo en dos niveles: primero, por las regiones del país, y luego, se profundiza en las comunas de la Región Metropolitana. El período analizado se divide en cinco quinquenios, desde 1998 hasta 2022.

Para complementar estos resultados, se presentan mapas temáticos que representan las tasas de mortalidad estandarizadas para cada una de las regiones del país y comunas en la Región Metropolitana.

3.4. Enfermedad Renal Crónica (ERC)

3.4.1. Análisis por Región

Tasas de Mortalidad Estandarizadas en Chile 1998-2002

Región	Defunciones	Tasa Cruda	Tasa Estandarizada	IC (95 %)
De Arica y Parinacota	77	8.06	14.36	(11.19 - 18.26)
De Tarapacá	71	5.9	12.71	(9.82 - 16.29)
De Antofagasta	174	7.08	13.95	(11.85 - 16.37)
De Atacama	65	5.04	9.21	(7.02 - 11.94)
De Coquimbo	148	4.82	7.25	(6.12 - 8.53)
De Valparaíso	504	6.46	8.81	(8.04 - 9.63)
Metropolitana de Santiago	1335	4.33	7.05	(6.67 - 7.44)
Del Libertador B. O'Higgins	256	6.48	10.16	(8.92 - 11.53)
Del Maule	252	5.47	8.5	(7.47 - 9.65)
De Ñuble	144	6.47	9.16	(7.7 - 10.83)
Del Biobío	388	5.35	8.95	(8.06 - 9.93)
De La Araucanía	260	5.88	8.34	(7.34 - 9.44)
De Los Ríos	83	4.6	6.65	(5.28 - 8.28)
De Los Lagos	182	5.01	7.65	(6.55 - 8.89)
De Aysén	23	5.05	11.17	(6.93 - 17.23)
De Magallanes y de La Antártica Chilena	62	8.32	13.18	(10.06 - 17.02)

Tabla 3.4: Mortalidad por ERC en Chile (1998-2002)

Tasas de Mortalidad Estandarizadas en Chile 2003-2007

Región	Defunciones	Tasa Cruda	Tasa Estandarizada	IC (95 %)
De Arica y Parinacota	94	9.31	15.42	(12.38 - 19.05)
De Tarapacá	85	6.46	12.93	(10.26 - 16.14)
De Antofagasta	211	8.05	15.28	(13.21 - 17.6)
De Atacama	92	6.78	11.77	(9.43 - 14.55)
De Coquimbo	207	6.32	8.59	(7.45 - 9.86)
De Valparaíso	717	8.68	10.92	(10.13 - 11.76)
Metropolitana de Santiago	1741	5.34	8.04	(7.66 - 8.43)
Del Libertador B. O'Higgins	268	6.42	9.25	(8.16 - 10.46)
Del Maule	307	6.34	8.91	(7.93 - 9.99)
De Ñuble	206	8.9	11.6	(10.05 - 13.32)
Del Biobío	505	6.68	10.27	(9.38 - 11.23)
De La Araucanía	336	7.31	9.6	(8.59 - 10.7)
De Los Ríos	100	5.36	7.07	(5.74 - 8.63)
De Los Lagos	289	7.5	11.2	(9.93 - 12.59)
De Aysén	22	4.6	9.11	(5.62 - 14.11)
De Magallanes y de La Antártica Chilena	67	8.64	12.3	(9.5 - 15.7)

Tabla 3.5: Mortalidad por ERC en Chile (2003-2007)

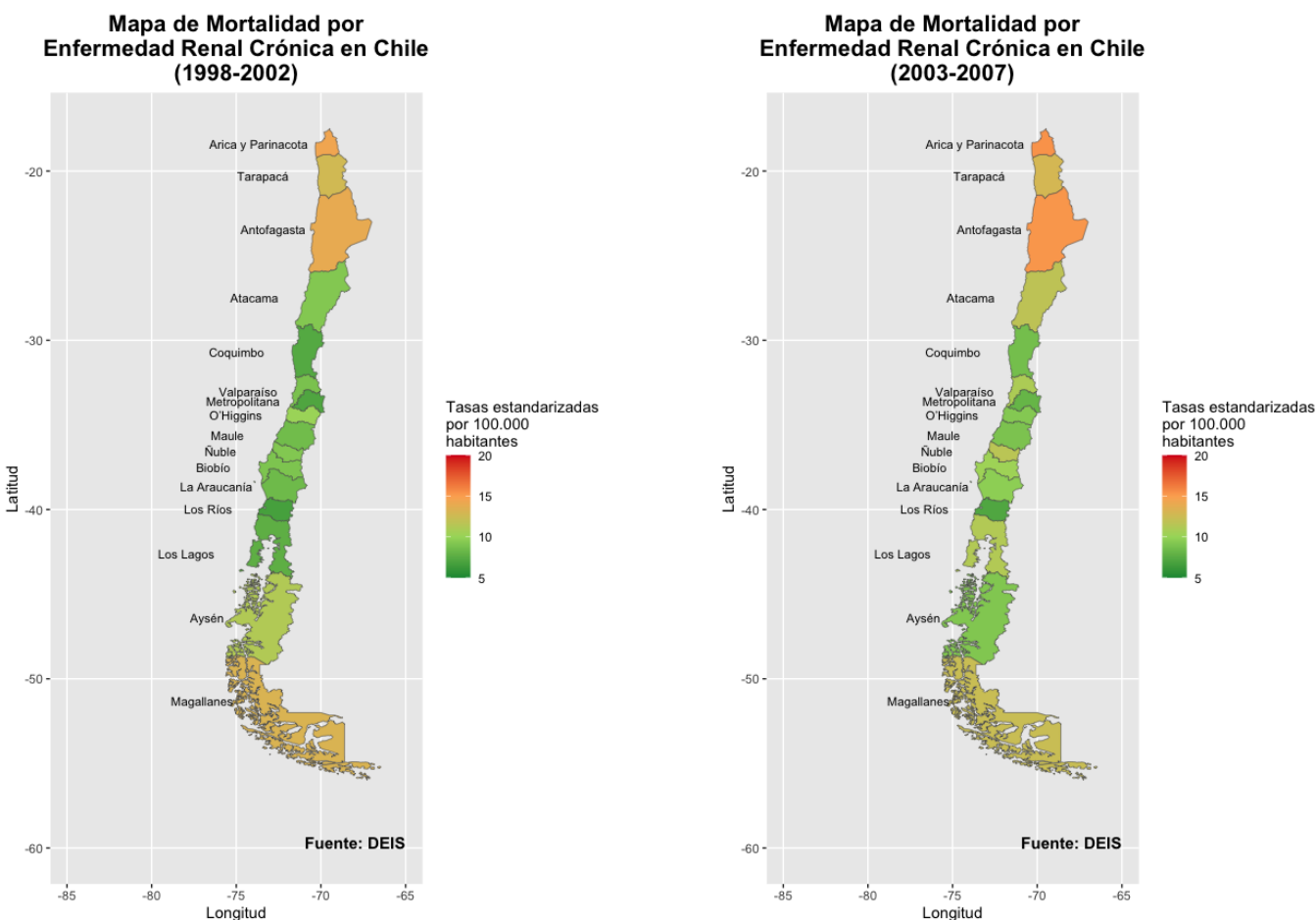


Figura 3.1: Mapas de Mortalidad por ERC en Chile entre 1998 y 2007

La Figura 3.1 muestra la distribución espacial de la mortalidad por ERC correspondiente a los primeros dos quinquenios de estudio (1998-2002) y (2003-2007), respectivamente. A nivel regional, durante el primer quinquenio se observa que Arica y Parinacota, Antofagasta, Magallanes y Tarapacá presentan altas tasas de mortalidad, con valores de 14.36, 13.95, 13.18 y 12.71 por 100.000 habitantes, respectivamente. Estas tasas superan la tasa nacional de 8.34. En el segundo período, las tasas para estas mismas regiones son de 15.42, 15.28, 12.3 y 12.93, mientras que la tasa nacional es de 9.51. Por otro lado, en ambos períodos, las regiones de Los Ríos, Metropolitana y Coquimbo presentan tasas de mortalidad que están por debajo de la tasa nacional (Tabla 3.4 y 3.5).

Tasas de Mortalidad Estandarizadas en Chile 2008-2012

Región	Defunciones	Tasa Cruda	Tasa Estandarizada	IC (95 %)
De Arica y Parinacota	146	13.55	19.01	(16.03 - 22.4)
De Tarapacá	107	7.27	12.77	(10.44 - 15.5)
De Antofagasta	221	7.86	13.15	(11.44 - 15.05)
De Atacama	107	7.49	10.71	(8.76 - 12.98)
De Coquimbo	281	7.95	9.51	(8.42 - 10.69)
De Valparaíso	838	9.59	10.18	(9.5 - 10.9)
Metropolitana de Santiago	1975	5.72	7.48	(7.15 - 7.82)
Del Libertador B. O'Higgins	376	8.53	10.66	(9.61 - 11.8)
Del Maule	412	8.12	9.9	(8.96 - 10.91)
De Ñuble	226	9.46	10.45	(9.13 - 11.92)
Del Bío-bío	631	8.06	10.47	(9.67 - 11.32)
De La Araucanía	469	9.88	11.35	(10.35 - 12.43)
De Los Ríos	184	9.62	10.98	(9.45 - 12.7)
De Los Lagos	321	7.86	10.18	(9.09 - 11.37)
De Aysén	46	9.18	15.22	(11.1 - 20.42)
De Magallanes y de La Antártica Chilena	87	10.8	13.63	(10.91 - 16.85)

Tabla 3.6: Mortalidad por ERC en Chile (2008-2012)

Tasas de Mortalidad Estandarizadas en Chile 2013-2017

Región	Defunciones	Tasa Cruda	Tasa Estandarizada	IC (95 %)
De Arica y Parinacota	135	11.69	14.28	(11.97 - 16.92)
De Tarapacá	90	5.48	8.8	(7.05 - 10.86)
De Antofagasta	231	7.64	11.86	(10.36 - 13.53)
De Atacama	114	7.6	9.73	(8.02 - 11.71)
De Coquimbo	265	6.9	7.3	(6.44 - 8.23)
De Valparaíso	790	8.56	7.97	(7.42 - 8.55)
Metropolitana de Santiago	2018	5.53	6.43	(6.15 - 6.72)
Del Libertador B. O'Higgins	400	8.58	9.21	(8.33 - 10.16)
Del Maule	453	8.48	8.99	(8.18 - 9.86)
De Ñuble	214	8.67	8.2	(7.14 - 9.39)
Del Bío-bío	577	7.14	7.93	(7.29 - 8.6)
De La Araucanía	453	9.23	9.22	(8.39 - 10.12)
De Los Ríos	169	8.58	8.61	(7.36 - 10.02)
De Los Lagos	388	9.06	10.44	(9.42 - 11.53)
De Aysén	47	9.03	12.37	(9.07 - 16.5)
De Magallanes y de La Antártica Chilena	92	10.95	12.28	(9.9 - 15.07)

Tabla 3.7: Mortalidad por ERC en Chile (2013-2017)

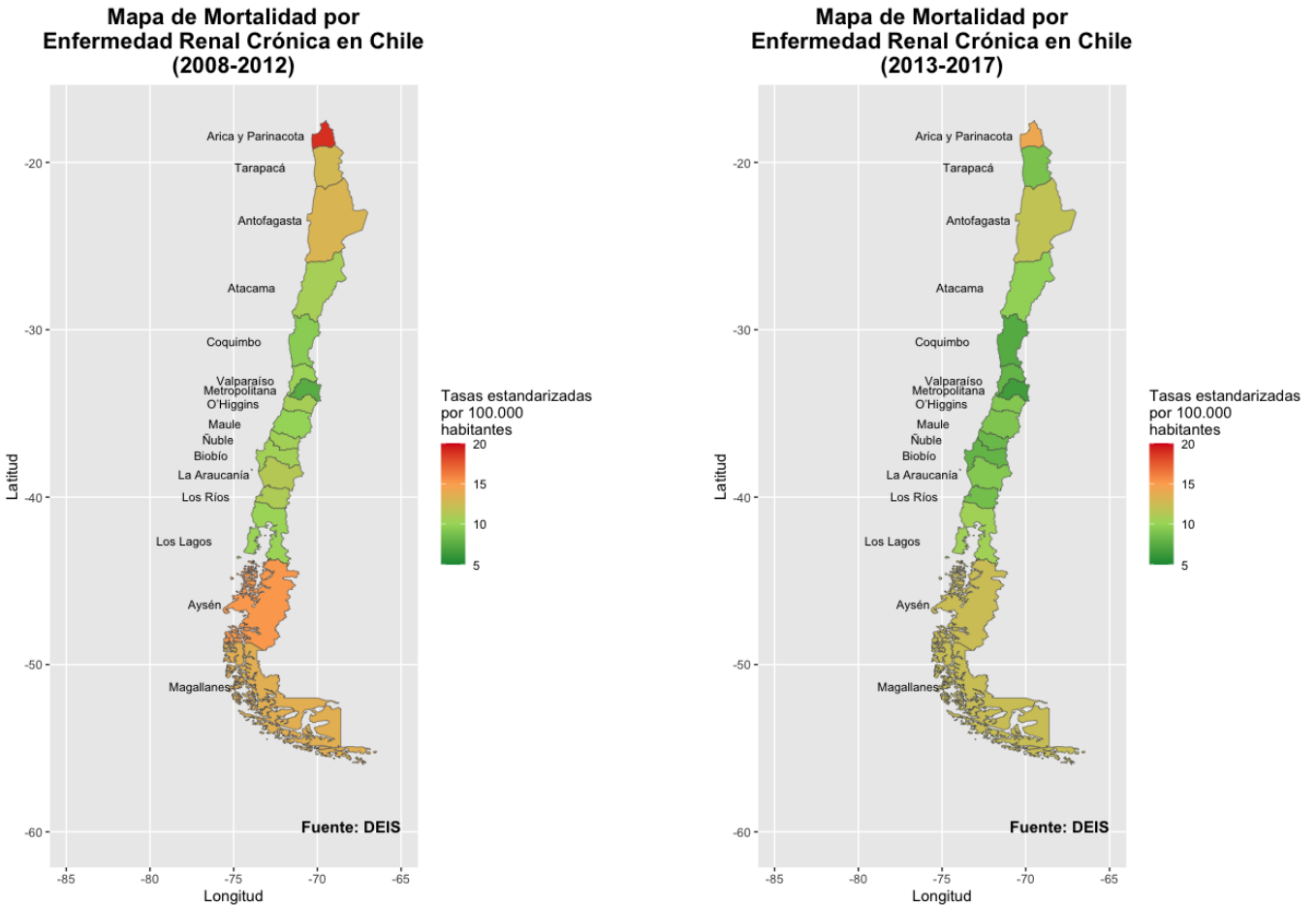


Figura 3.2: Mapas de Mortalidad por ERC en Chile entre 2008 y 2017

Las tasas de mortalidad estandarizadas por región para la ERC para el tercer y cuarto período de estudio se muestran en los mapas de la Figura 3.2. Durante el quinquenio (2008-2012), se observa que la región de Arica y Parinacota presenta una tasa de 19.01 muertes por cada cien mil habitantes, superando la tasa nacional de 9.51 por cada cien mil habitantes. Le siguen las regiones de Aysén con una tasa de 15.22, Magallanes con 13.63, Antofagasta con 13.15 y Tarapacá con 12.77 por cada cien mil habitantes (Tabla 3.6).

En el siguiente período de estudio (2013-2017), a nivel nacional se observa una disminución de la tasa de 7.97 muertes por cien mil habitantes. A nivel regional, se evidencia un descenso de la mortalidad por ERC en todas las regiones. A pesar de esto, en la región de Arica y Parinacota la tasa es de 14.28 (Tabla 3.7) superando aún la tasa de mortalidad nacional.

Tasas de Mortalidad Estandarizadas en Chile 2018-2022

Región	Defunciones	Tasa Cruda	Tasa Estandarizada	IC (95 %)
De Arica y Parinacota	95	7.57	8.18	(6.62 - 10)
De Tarapacá	73	3.85	5.76	(4.5 - 7.27)
De Antofagasta	150	4.39	6.53	(5.51 - 7.7)
De Atacama	96	6.12	6.96	(5.64 - 8.51)
De Coquimbo	272	6.52	6.08	(5.38 - 6.86)
De Valparaíso	681	6.96	5.76	(5.34 - 6.22)
Metropolitana de Santiago	2078	5.16	5.6	(5.36 - 5.85)
Del Libertador B. O'Higgins	305	6.17	5.72	(5.1 - 6.41)
Del Maule	361	6.39	5.85	(5.26 - 6.49)
De Ñuble	153	5.99	4.83	(4.09 - 5.68)
Del BíoBío	489	5.88	5.6	(5.11 - 6.12)
De La Araucanía	394	7.78	6.81	(6.16 - 7.53)
De Los Ríos	128	6.31	5.58	(4.66 - 6.66)
De Los Lagos	305	6.85	6.76	(6.02 - 7.56)
De Aysén	23	4.29	4.85	(3.07 - 7.36)
De Magallanes y de La Antártica Chilena	61	6.86	6.85	(5.24 - 8.81)

Tabla 3.8: Mortalidad por ERC en Chile (2018-2022)

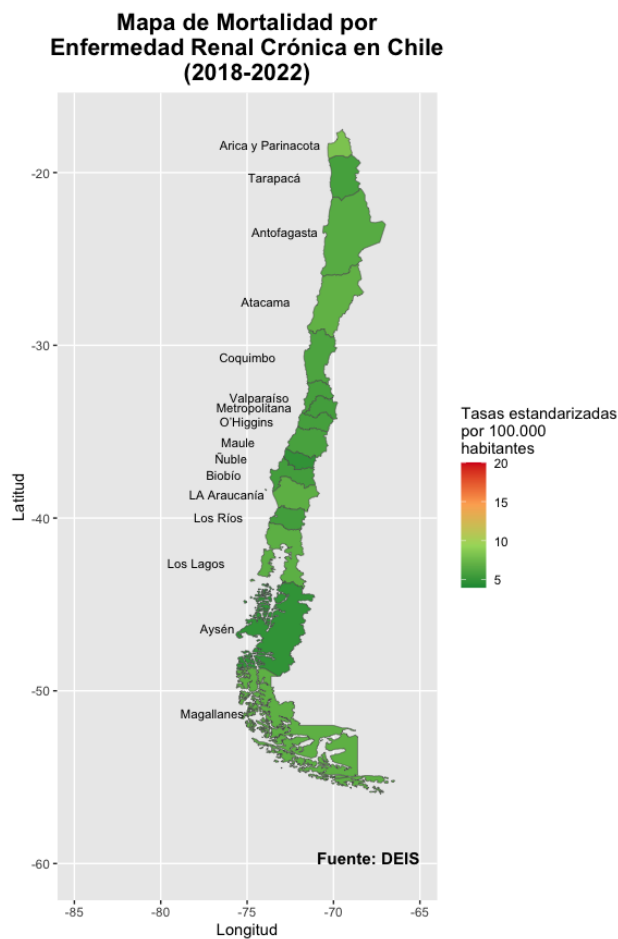


Figura 3.3: Mapa de Mortalidad por ERC en Chile entre 2018 y 2022

En el último período (2018-2022), se observa una notable disminución en la tasa de mortalidad a nivel nacional, como se puede apreciar en el mapa de mortalidad por enfermedad renal crónica (ERC) en la Figura 3.3, con un descenso de 5.85 muertes por cada cien mil habitantes. Aunque se ha registrado una disminución en la mortalidad por ERC, es importante destacar que algunas regiones, como Arica y Parinacota, Atacama y Magallanes, presentan tasas de mortalidad que superan la tasa nacional, registrando 8.18, 6.96 y 6.85 defunciones por cada 100.000 habitantes, respectivamente. Por otro lado, las regiones con menor mortalidad por ERC son Ñuble, con una tasa de 4.83; Aysén, con 4.85; y Los Ríos, con 5.58 fallecimientos por cada cien mil habitantes (Tabla 3.8).

Al comparar la mortalidad por ERC a nivel de las regiones del país, en los cinco quinquenios, se observa una disminución en la tasa de mortalidad estandarizada en todas las regiones del país. Incluso en la región de Arica y Parinacota, que había presentado un aumento considerable en la mortalidad durante el tercer quinquenio, se registra una disminución.

3.4.2. Análisis Región Metropolitana

A continuación, se presentarán las tasas de mortalidad estandarizadas para la enfermedad renal crónica en las 52 comunas de la Región Metropolitana (RM). Estas tasas se presentarán en tablas de resumen y se acompañarán de mapas temáticos correspondientes a cada uno de los períodos estudiados, siguiendo la misma metodología de los apartados anteriores para el análisis por regional.

Tasas de Mortalidad Estandarizada en la RM 1998-2002

Comuna	Defunciones	Tasa Cruda	Tasa Estandarizada	IC (95 %)
Santiago	73	6.64	6.42	(5.02 - 8.13)
Cerrillos	14	3.87	5.25	(2.81 - 9.12)
Cerro Navia	35	4.69	7.59	(5.2 - 10.85)
Conchali	46	6.56	7.49	(5.41 - 10.17)
El Bosque	48	5.44	8.83	(6.43 - 11.94)
Estacion Central	38	5.9	6.73	(4.74 - 9.3)
Huechuraba	13	3.47	7.57	(3.76 - 14.03)
Independencia	51	14.53	12.51	(9.24 - 16.7)
La Cisterna	34	7.85	8.02	(5.53 - 11.3)
La Florida	71	3.85	7.16	(5.53 - 9.15)
La Granja	30	4.48	6.42	(4.25 - 9.53)
La Pintana	17	1.78	4.68	(2.56 - 8.12)
La Reina	22	4.51	5.44	(3.4 - 8.29)
Las Condes	53	4.24	4.5	(3.37 - 5.91)
Lo Barnechea	5	1.33	4.31	(1.37 - 10.36)
Lo Espejo	29	4.99	6.76	(4.44 - 10.05)
Lo Prado	34	6.34	8.8	(6 - 12.69)
Macul	26	4.6	5.62	(3.65 - 8.31)
Maipu	51	2.16	5.76	(4.22 - 7.73)
Nuñoa	58	7.04	5.57	(4.2 - 7.3)
Pedro Aguirre Cerda	29	4.86	5.22	(3.45 - 7.67)
Peñalolen	27	2.47	4.79	(3.05 - 7.28)
Providencia	39	6.55	3.93	(2.74 - 5.66)
Pudahuel	24	2.43	5.81	(3.58 - 9.06)
Quilicura	14	2.18	8.71	(4.59 - 15.63)
Quinta Normal	32	5.71	6.28	(4.28 - 8.91)
Recoleta	43	5.45	6.55	(4.73 - 8.87)
Renca	39	5.78	10.66	(7.43 - 14.96)
San Joaquín	25	4.89	5.29	(3.41 - 7.89)
San Miguel	44	11.16	10.61	(7.68 - 14.36)
San Ramón	33	6.71	9.56	(6.48 - 13.81)
Vitacura	16	3.93	4.27	(2.43 - 7)
Puente Alto	56	2.25	5.88	(4.38 - 7.77)
Pirque	2	2.39	4.74	(0.56 - 17.89)
San José de Maipo	6	9.18	12.47	(4.52 - 28.05)
Colina	9	2.31	6.5	(2.84 - 13)
Lampa	7	3.41	7.75	(3.08 - 16.26)
Tiltil	4	5.4	11.24	(2.88 - 30.17)
San Bernardo	53	4.24	8.07	(5.98 - 10.71)
Buín	11	3.43	5.74	(2.83 - 10.49)
Calera de Tango	5	5.44	10.47	(3.03 - 28.58)
Paine	8	3.18	5.94	(2.51 - 12.27)
Melipilla	12	2.52	3.56	(1.82 - 6.44)
Curacaví	8	6.55	9.87	(4.17 - 20.42)
María Pinto	4	7.69	10.56	(2.8 - 28.26)
Talagante	11	3.65	7.12	(3.49 - 13.36)
El Monte	5	3.71	5.26	(1.7 - 12.95)
Isla de Maipo	3	2.3	2.76	(0.56 - 9.1)
Padre Hurtado	6	3.06	7.21	(2.56 - 16.26)
Peñaflor	12	3.56	6.16	(3.08 - 11.27)

Tabla 3.9: Mortalidad por ERC en Comunas de la RM (1998-2002)

Tasas de Mortalidad Estandarizada en la RM 2003-2007

Comuna	Defunciones	Tasa Cruda	Tasa Estandarizada	IC (95 %)
Santiago	88	6.68	7.38	(5.9 - 9.14)
Cerrillos	23	5.99	7.6	(4.79 - 11.54)
Cerro Navia	34	4.52	6.86	(4.7 - 9.76)
Conchali	58	8.19	8.97	(6.78 - 11.68)
El Bosque	66	7.37	11.45	(8.8 - 14.67)
Estacion Central	41	6.64	7.62	(5.46 - 10.36)
Huechuraba	23	5.57	10.58	(6.6 - 16.35)
Independencia	57	14.94	12.17	(9.16 - 15.97)
La Cisterna	35	7.73	7.35	(5.1 - 10.33)
La Florida	90	4.75	7.23	(5.78 - 8.96)
La Granja	43	6.4	8.82	(6.33 - 12.07)
La Pintana	33	3.41	6.82	(4.57 - 10.02)
La Reina	26	5.23	5.59	(3.64 - 8.29)
Las Condes	65	4.95	4.44	(3.42 - 5.69)
Lo Barnechea	8	1.91	5.05	(2.17 - 10.02)
Lo Espejo	34	5.87	7.81	(5.35 - 11.09)
Lo Prado	29	5.36	7	(4.64 - 10.25)
Macul	31	5.35	5.92	(4.01 - 8.43)
Maipu	87	3.47	7.59	(6.01 - 9.47)
Nuñoa	54	6.05	4.53	(3.38 - 6)
Pedro Aguirre Cerda	38	6.39	6.25	(4.39 - 8.72)
Peñalolen	28	2.43	4.9	(3.22 - 7.19)
Providencia	64	10.21	6.04	(4.58 - 8.01)
Pudahuel	51	4.85	10.78	(7.92 - 14.4)
Quilicura	22	2.95	10.63	(6.47 - 16.66)
Quinta Normal	41	7.36	7.49	(5.36 - 10.24)
Recoleta	77	9.87	11.05	(8.7 - 13.85)
Renca	41	5.75	9.05	(6.44 - 12.49)
San Joaquín	33	6.39	6.24	(4.28 - 8.86)
San Miguel	43	9.92	9.02	(6.51 - 12.28)
San Ramón	25	5.11	6.68	(4.28 - 10.05)
Vitacura	20	4.72	4.41	(2.69 - 6.95)
Puente Alto	90	3.39	7.38	(5.88 - 9.19)
Pirque	6	6.2	9.98	(3.61 - 22.28)
San José de Maipo	3	4.19	5.22	(1.06 - 15.79)
Colina	24	5.14	12.28	(7.75 - 18.74)
Lampa	11	4.12	8.33	(4.12 - 15.28)
Tiltil	4	4.89	7.73	(1.99 - 21.14)
San Bernardo	66	4.89	8.9	(6.84 - 11.42)
Buín	12	3.28	5.57	(2.87 - 9.78)
Calera de Tango	2	1.95	3.9	(0.44 - 15.23)
Paine	11	3.87	6.88	(3.39 - 12.54)
Melipilla	25	4.74	6.32	(4.07 - 9.42)
Alhue	1	3.94	4.88	(0.12 - 28.55)
Curacaví	5	3.69	4.97	(1.59 - 12.11)
María Pinto	3	5.22	6.34	(1.29 - 19.39)
San Pedro	3	6.64	6.98	(1.43 - 21.45)
Talagante	16	4.9	7.68	(4.28 - 12.97)
El Monte	9	6.02	8.77	(3.97 - 16.9)
Isla de Maipo	13	8.88	12.33	(6.52 - 21.37)
Padre Hurtado	7	3.09	5.72	(2.22 - 12.26)
Peñaflor	22	5.88	9.65	(5.98 - 14.85)

Tabla 3.10: Mortalidad por ERC en Comunas de la RM (2003-2007)

Tasas de Mortalidad Estandarizada en la RM 2008-2012

Comuna	Defunciones	Tasa Cruda	Tasa Estandarizada	IC (95 %)
Santiago	77	12.37	14.62	(11.51 - 18.39)
Cerrillos	15	9.43	11.71	(6.54 - 19.4)
Cerro Navia	40	13.62	18.1	(12.89 - 24.82)
Conchali	65	23.4	22.84	(17.6 - 29.26)
El Bosque	38	10.76	13.75	(9.7 - 18.97)
Estacion Central	44	17.44	18.04	(13.08 - 24.36)
Huechuraba	29	16.27	27.87	(18.46 - 40.63)
Independencia	55	33.44	28.86	(21.63 - 38.01)
La Cisterna	42	22.77	20.18	(14.5 - 27.55)
La Florida	81	10.65	14.5	(11.5 - 18.08)
La Granja	43	16.44	21.07	(15.22 - 28.48)
La Pintana	42	10.96	20.8	(14.68 - 28.89)
La Reina	31	15.71	15.14	(10.25 - 21.85)
Las Condes	96	17.57	13.61	(11 - 16.74)
Lo Barnechea	19	10.41	20.52	(12.25 - 32.37)
Lo Espejo	39	17.44	20.41	(14.48 - 28.02)
Lo Prado	33	15.6	17.53	(12.02 - 24.81)
Macul	44	18.83	17.39	(12.61 - 23.5)
Maipu	116	11.18	20.02	(16.47 - 24.14)
Ñuñoa	59	15.52	10.55	(7.98 - 13.86)
Pedro Aguirre Cerda	58	25.26	22.38	(16.95 - 29.24)
Peñalolen	56	11.77	17.97	(13.5 - 23.54)
Providencia	50	19.15	11.32	(8.25 - 15.72)
Pudahuel	43	9.78	18.06	(12.96 - 24.61)
Quilicura	27	7.92	21.79	(13.91 - 32.8)
Quinta Normal	76	34.37	31.75	(24.97 - 39.92)
Recoleta	60	19.47	20.56	(15.68 - 26.54)
Renca	42	14.32	21.51	(15.42 - 29.34)
San Joaquín	44	21.68	19.33	(14 - 26.22)
San Miguel	39	20.78	17.6	(12.47 - 24.36)
San Ramón	30	15.91	18.25	(12.28 - 26.21)
Vitacura	29	16.89	13.53	(9.01 - 19.93)
Puente Alto	91	8.2	16.04	(12.82 - 19.85)
Pirque	5	11.41	14	(4.4 - 34.32)
San José de Maipo	6	19.58	22.51	(8.25 - 49.95)
Colina	23	10.44	23.91	(14.95 - 36.61)
Lampa	12	8.81	17.95	(9.19 - 31.86)
Tiltil	6	17.04	23.34	(8.46 - 52.32)
San Bernardo	78	13.68	22.35	(17.6 - 28.04)
Buín	23	14.06	20.54	(12.97 - 31.02)
Calera de Tango	3	6.69	11.59	(2.38 - 34.32)
Paine	17	13.52	20.44	(11.82 - 33.08)
Melipilla	43	18.82	23.75	(17.18 - 32.03)
Alhue	3	26.68	28.92	(5.94 - 87.65)
Curacaví	13	22.13	26.01	(13.8 - 44.99)
Maria Pinto	7	28.26	33.46	(13.43 - 69.65)
San Pedro	3	15.43	15.49	(3.19 - 48.51)
Talagante	23	16.6	25.08	(15.83 - 37.98)
El Monte	15	23.14	28.65	(15.96 - 47.86)
Isla de Maipo	6	9.36	12.26	(4.46 - 27.12)
Padre Hurtado	11	10.68	15.87	(7.88 - 29.06)
Peñaflor	25	15.38	21.63	(13.91 - 32.25)

Tabla 3.11: Mortalidad por ERC en Comunas de la RM (2008-2012)

Tasas de Mortalidad Estandarizada en la RM 2013-2017

Comuna	Defunciones	Tasa Cruda	Tasa Estandarizada	IC (95 %)
Santiago	61	8.04	10.14	(7.74 - 13.13)
Cerrillos	24	14.53	15.21	(9.74 - 22.83)
Cerro Navia	50	17.63	18.9	(14.02 - 25.03)
Conchali	52	19.31	16.18	(12.05 - 21.49)
El Bosque	50	14.47	15.3	(11.35 - 20.28)
Estacion Central	37	13.58	13.11	(9.21 - 18.23)
Huechuraba	27	13.83	19.95	(13.11 - 29.22)
Independencia	54	29.32	28.03	(20.97 - 36.89)
La Cisterna	41	21.83	17.92	(12.8 - 24.64)
La Florida	126	16.48	17.86	(14.87 - 21.3)
La Granja	36	14.34	15.01	(10.5 - 20.95)
La Pintana	53	14.02	20.59	(15.23 - 27.43)
La Reina	29	14.93	11.24	(7.5 - 16.79)
Las Condes	57	9.83	7.05	(5.31 - 9.31)
Lo Barnechea	19	9.37	15.31	(9.16 - 24.21)
Lo Espejo	48	22.57	21.78	(16.04 - 29.13)
Lo Prado	27	13.22	12.1	(7.96 - 17.89)
Macul	42	17.53	14.45	(10.38 - 19.75)
Maipu	115	10.7	15.16	(12.47 - 18.26)
Ñuñoa	47	11.36	7.63	(5.54 - 10.46)
Pedro Aguirre Cerda	64	29.34	22.2	(17.03 - 28.78)
Peñalolen	60	12.17	15.53	(11.82 - 20.07)
Providencia	49	17.64	10.63	(7.72 - 14.89)
Pudahuel	58	12.49	18.35	(13.86 - 23.9)
Quilicura	32	8	18.24	(12.21 - 26.41)
Quinta Normal	38	16.79	14.37	(10.15 - 19.95)
Recoleta	69	21.97	21.16	(16.46 - 26.88)
Renca	45	14.88	18.51	(13.48 - 24.91)
San Joaquin	40	20.11	16.29	(11.61 - 22.54)
San Miguel	38	18.13	15.71	(11.04 - 21.89)
San Ramon	32	17.89	16.89	(11.52 - 24.23)
Vitacura	18	10.38	6.78	(3.97 - 11.53)
Puente Alto	148	12.65	20.49	(17.25 - 24.19)
Pirque	6	11.76	14.76	(5.42 - 32.37)
San Jose de Maipo	8	24.06	24.15	(10.42 - 49.48)
Colina	26	9.66	20.88	(13.46 - 31.08)
Lampa	22	12.08	22.58	(13.98 - 34.76)
Tiltil	8	20.84	25.85	(11.13 - 51.29)
San Bernardo	68	11.17	15.69	(12.15 - 19.96)
Buin	19	10.15	13.96	(8.4 - 21.84)
Calera de Tango	4	8.01	9.8	(2.63 - 26.02)
Paine	17	11.97	15.6	(9.05 - 25.14)
Melipilla	53	21.11	22.42	(16.79 - 29.43)
Alhue	5	39.39	40.19	(12.93 - 95.99)
Curacavi	13	20.1	21.41	(11.4 - 37.18)
Maria Pinto	2	7.4	7.57	(0.92 - 29.57)
San Pedro	2	9.42	8.27	(1 - 34.54)
Talagante	14	9.41	11.83	(6.44 - 20.01)
El Monte	10	14	16.25	(7.78 - 30.11)
Isla de Maipo	14	19.64	23.45	(12.8 - 39.58)
Padre Hurtado	9	7.43	10.25	(4.67 - 19.72)
Peñaflor	32	17.83	22.03	(15.04 - 31.22)

Tabla 3.12: Mortalidad por ERC en Comunas de la RM (2013-2017)

Tasas de Mortalidad Estandarizada en la RM 2018-2022

Comuna	Defunciones	Tasa Cruda	Tasa Estandarizada	IC (95 %)
Santiago	71	2.84	3.78	(2.95 - 4.8)
Cerrillos	16	3.61	3.43	(1.96 - 5.63)
Cerro Navia	68	9.6	8.88	(6.89 - 11.31)
Conchali	51	7.4	5.45	(4.04 - 7.27)
El Bosque	50	5.83	5.35	(3.97 - 7.09)
Estacion Central	53	5.35	4.75	(3.55 - 6.26)
Huechuraba	29	5.19	6.59	(4.39 - 9.56)
Independencia	25	3.64	3.43	(2.21 - 5.15)
La Cisterna	27	5.41	3.91	(2.56 - 5.82)
La Florida	98	4.9	4.61	(3.74 - 5.63)
La Granja	42	6.88	6.05	(4.35 - 8.26)
La Pintana	48	5.08	6.92	(5.03 - 9.34)
La Reina	27	5.43	3.63	(2.38 - 5.51)
Las Condes	60	3.65	2.11	(1.6 - 2.79)
Lo Barnechea	13	2.12	3.03	(1.6 - 5.26)
Lo Espejo	45	8.71	7.41	(5.39 - 10.03)
Lo Prado	39	7.54	5.91	(4.18 - 8.22)
Macul	60	9.02	6.48	(4.93 - 8.45)
Maipu	133	4.63	5.75	(4.8 - 6.84)
Ñuñoa	78	6.3	3.94	(3.09 - 5.04)
Pedro Aguirre Cerda	64	11.95	8.46	(6.47 - 10.99)
Peñalolen	76	5.73	6.38	(5.01 - 8.01)
Providencia	48	6.12	3.84	(2.78 - 5.4)
Pudahuel	63	5	6.43	(4.92 - 8.28)
Quilicura	40	3.18	6.15	(4.28 - 8.63)
Quinta Normal	31	4.63	3.68	(2.49 - 5.3)
Recoleta	69	7.38	6.39	(4.97 - 8.12)
Renca	38	4.75	5.4	(3.81 - 7.45)
San Joaquín	20	3.89	2.89	(1.75 - 4.6)
San Miguel	41	6.25	5.17	(3.69 - 7.14)
San Ramon	41	9.52	7.61	(5.45 - 10.51)
Vitacura	16	3.35	1.78	(1.02 - 3.24)
Puente Alto	139	4.33	6.28	(5.26 - 7.45)
Pirque	5	3.29	3.5	(1.13 - 8.34)
San Jose de Maipo	9	9.69	8.73	(3.99 - 17.22)
Colina	18	2.02	4.14	(2.42 - 6.68)
Lampa	19	3.01	5.69	(3.38 - 9.06)
Tiltil	6	5.61	6.38	(2.33 - 14)
San Bernardo	75	4.49	5.69	(4.46 - 7.15)
Buín	35	6.4	7.8	(5.42 - 10.89)
Calera de Tango	6	4.22	4.91	(1.79 - 10.87)
Paine	17	4.12	4.72	(2.74 - 7.63)
Melipilla	40	5.67	5.44	(3.89 - 7.44)
Curacavi	13	7.16	6.69	(3.56 - 11.66)
Maria Pinto	5	6.71	6.33	(2.05 - 15.28)
San Pedro	3	5.04	4.23	(0.87 - 14.14)
Talagante	27	6.61	7.24	(4.76 - 10.59)
El Monte	11	5.51	6.1	(3.04 - 10.93)
Isla de Maipo	15	7.48	8.28	(4.63 - 13.72)
Padre Hurtado	18	4.87	6.27	(3.7 - 10.01)
Peñaflor	37	7.34	7.91	(5.56 - 10.96)

Tabla 3.13: Mortalidad por ERC en Comunas de la RM (2018-2022)

3.4.3. Mapas Tasas de Mortalidad en la Región Metropolitana

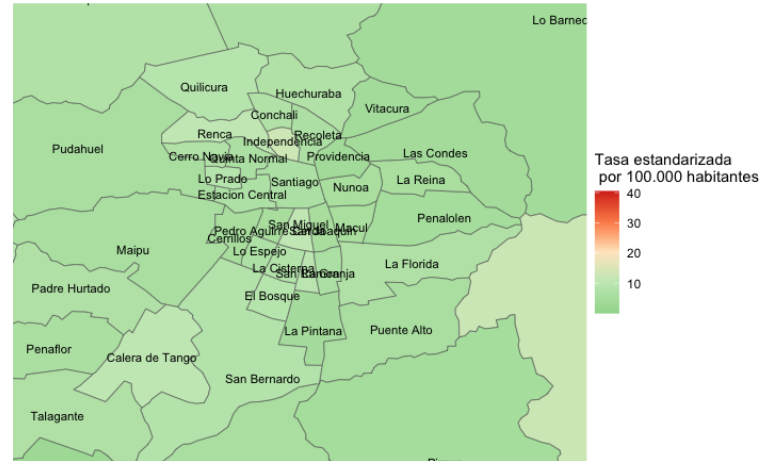
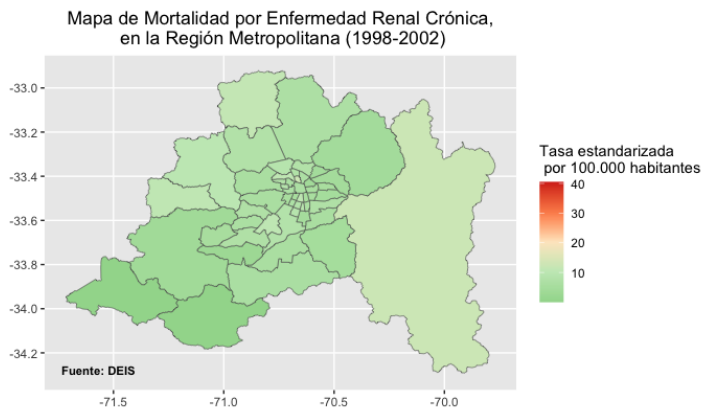


Figura 3.4: Mapas de mortalidad por ERC en la RM (1998-2002)

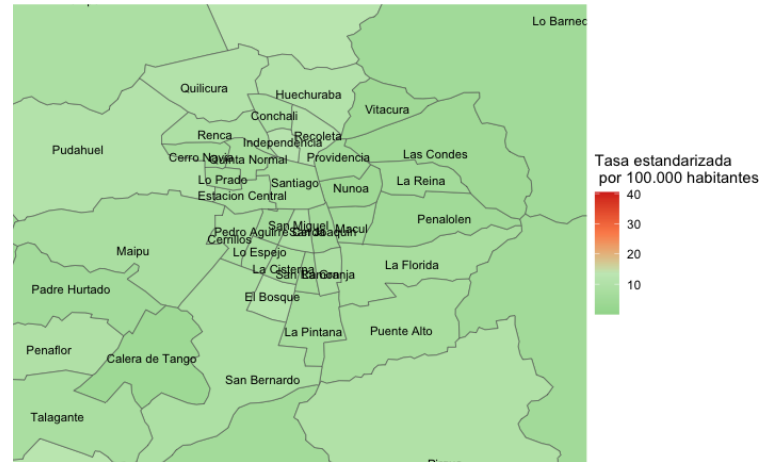
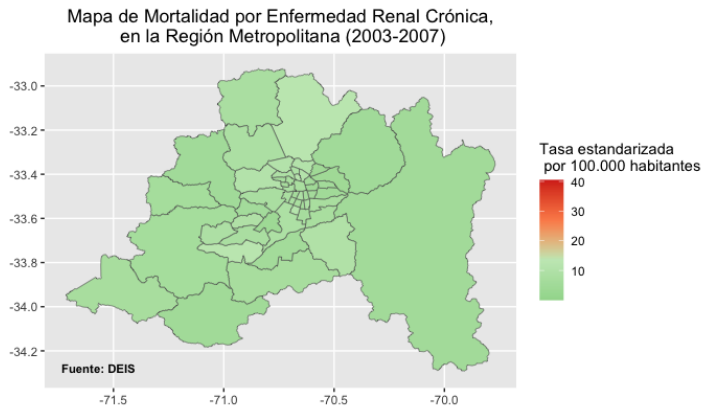


Figura 3.5: Mapas de mortalidad por ERC en la RM (2003-2007)

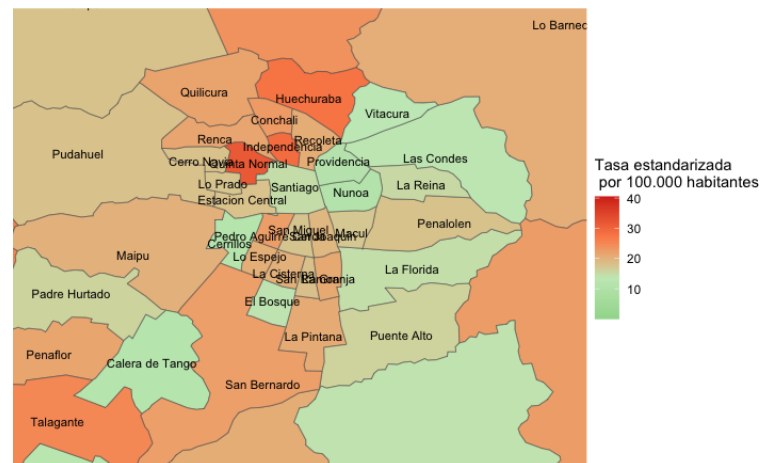
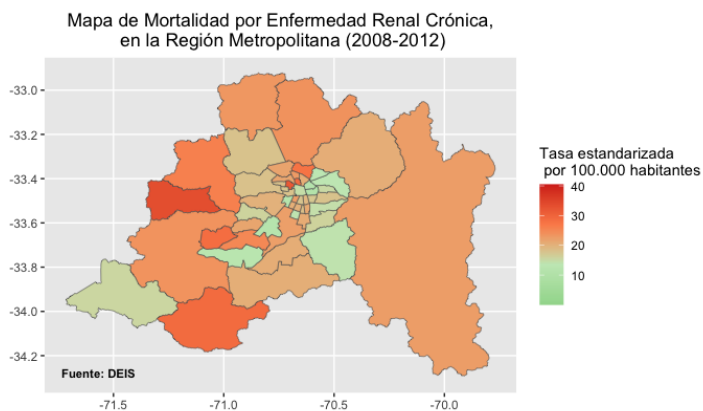


Figura 3.6: Mapas de mortalidad por ERC en la RM (2008-2012)

3.5. Enfermedades Isquémicas del corazón

En esta sección, se realizará un análisis similar al anterior, pero enfocado en las Enfermedades Isquémicas del corazón. Se presentarán tablas de resumen con los cálculos de las tasas de mortalidad estandarizadas para cada región durante cada período de estudio. Además, estos resultados se complementarán con sus mapas temáticos correspondientes.

3.5.1. Análisis por Región

Tasas de Mortalidad Estandarizadas 1998-2002

Región	Defunciones	Tasa Cruda	Tasa Estandarizada	IC (95 %)
De Arica y Parinacota	376	39.35	73.5	(65.9 - 81.81)
De Tarapacá	459	38.13	83.58	(75.75 - 92.08)
De Antofagasta	1138	46.31	97.99	(92.06 - 104.24)
De Atacama	449	34.81	66.86	(60.61 - 73.64)
De Coquimbo	1517	49.38	73.37	(69.7 - 77.2)
De Valparaíso	5952	76.24	107.13	(104.38 - 109.94)
Metropolitana de Santiago	13920	45.17	75.08	(73.81 - 76.36)
Del Libertador B. O'Higgins	2017	51.06	83.1	(79.43 - 86.9)
Del Maule	2706	58.7	92.33	(88.82 - 95.95)
De Ñuble	1407	63.23	92.45	(87.6 - 97.5)
Del Biobío	3313	45.71	77.98	(75.27 - 80.76)
De La Araucanía	2115	47.83	70.39	(67.38 - 73.49)
De Los Ríos	1112	61.59	92.37	(86.95 - 98.06)
De Los Lagos	1967	54.19	87.24	(83.37 - 91.26)
De Aysén	202	44.38	92.6	(79.79 - 107.06)
De Magallanes y de La Antártica Chilena	583	78.23	122.08	(112.21 - 132.64)

Tabla 3.14: Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Chile (1998-2002)

Tasas de Mortalidad Estandarizadas 2003-2007

Región	Defunciones	Tasa Cruda	Tasa Estandarizada	IC (95 %)
De Arica y Parinacota	343	33.99	54.47	(48.67 - 60.82)
De Tarapacá	464	35.25	68.79	(62.45 - 75.65)
De Antofagasta	1191	45.42	86.72	(81.68 - 92.02)
De Atacama	401	29.53	49.77	(44.91 - 55.05)
De Coquimbo	1594	48.63	67.00	(63.74 - 70.40)
De Valparaíso	5540	67.07	84.28	(82.06 - 86.56)
Metropolitana de Santiago	15093	46.26	69.43	(68.31 - 70.56)
Del Libertador B. O'Higgins	2110	50.57	74.36	(71.17 - 77.66)
Del Maule	2790	57.66	81.49	(78.45 - 84.61)
De Ñuble	1378	59.57	77.48	(73.40 - 81.73)
Del Biobío	3508	46.39	69.93	(67.60 - 72.33)
De La Araucanía	2082	45.28	60.99	(58.38 - 63.68)
De Los Ríos	1090	58.43	78.94	(74.29 - 83.81)
De Los Lagos	2012	52.24	78.46	(75.03 - 82.01)
De Aysén	206	43.12	76.92	(66.38 - 88.80)
De Magallanes y de La Antártica Chilena	588	75.81	106.04	(97.51 - 115.15)

Tabla 3.15: Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Chile (2003-2007)

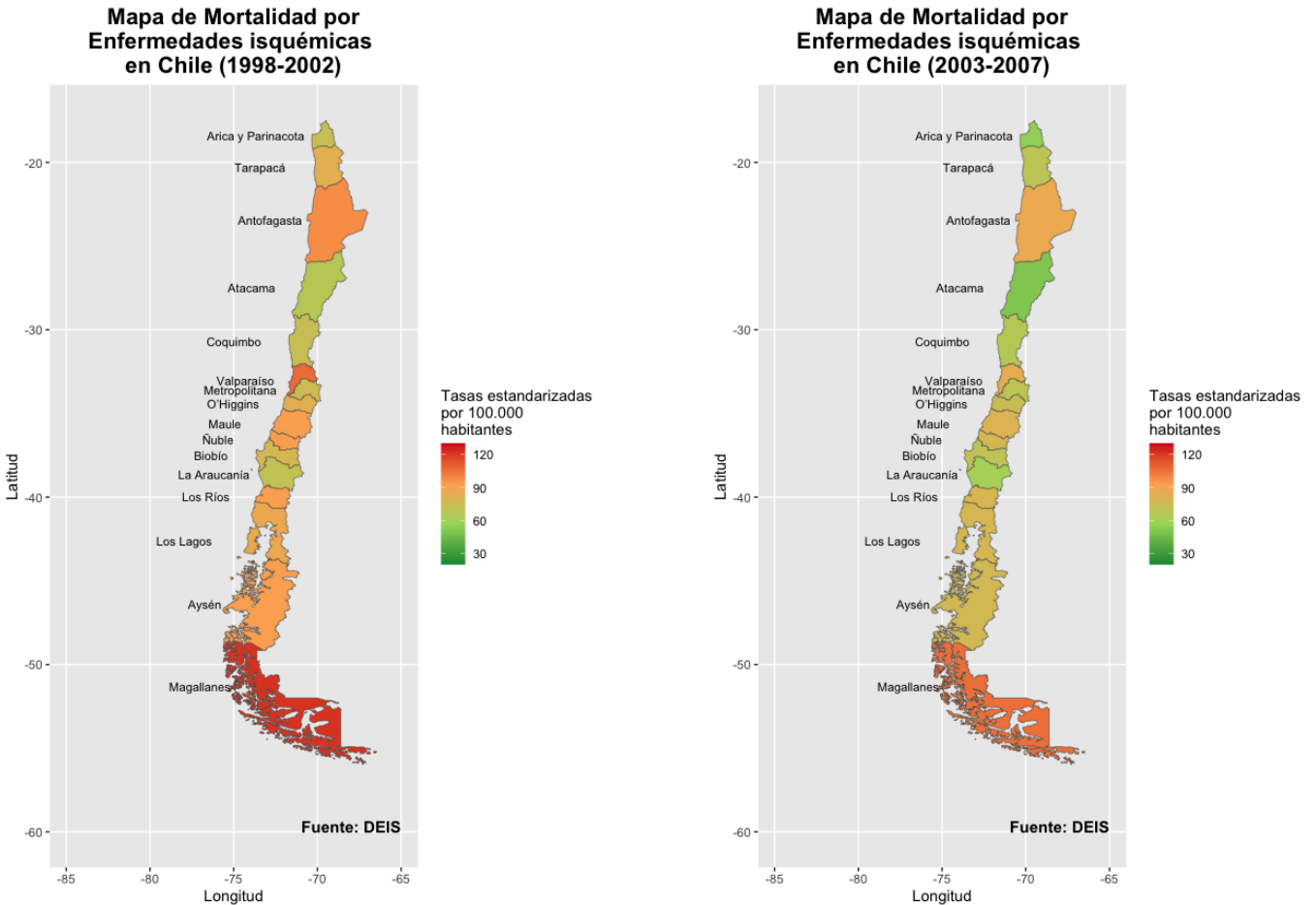


Figura 3.9: Mapa de Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Chile entre 1998 y 2007

Como se observa en la Figura 3.9, las regiones de Magallanes, Valparaíso y Antofagasta registran las tasas más altas de mortalidad por enfermedades isquémicas. Durante el primer quinquenio (1998-2002), estas tasas fueron de 122.08, 107.13 y 97.99 muertes por cada 100.000 habitantes, respectivamente. En el segundo quinquenio (2003-2007), se observa una disminución en las tasas para esas mismas regiones a 106.04, 84.28 y 86.72 muertes por cada 100.000 habitantes, respectivamente.

Por otro lado, las tasas más bajas se encuentran en las regiones de Atacama, La Araucanía, Coquimbo y Arica y Parinacota con tasas de 66.86, 70.39, 73.37 y 73.5 respectivamente, durante el período 1998-2002. En el período 2003-2007, estas tasas continúan siendo las más bajas, registrando valores de 49.77, 60.99, 67 y 54.47 por cada 100.000 habitante, respectivamente. (Tabla 3.14 y 3.15).

Tasas de Mortalidad Estandarizadas 2008-2012

Región	Defunciones	Tasa Cruda	Tasa Estandarizada	IC (95 %)
De Arica y Parinacota	320	29.7	39.8	(35.53 - 44.48)
De Tarapacá	472	32.05	54.58	(49.67 - 59.86)
De Antofagasta	1076	38.26	62.77	(58.99 - 66.74)
De Atacama	414	28.96	41.62	(37.67 - 45.88)
De Coquimbo	1444	40.83	48.77	(46.28 - 51.36)
De Valparaíso	5637	64.54	68.68	(66.89 - 70.5)
Metropolitana de Santiago	13911	40.28	52.15	(51.28 - 53.02)
Del Libertador B. O'Higgins	2095	47.5	58.36	(55.88 - 60.93)
Del Maule	2529	49.86	60.52	(58.17 - 62.93)
De Ñuble	1360	56.95	62.31	(59.04 - 65.73)
Del Biobío	3311	42.31	53.48	(51.67 - 55.35)
De La Araucanía	1875	39.48	45.55	(43.5 - 47.66)
De Los Ríos	913	47.75	54.76	(51.26 - 58.45)
De Los Lagos	1695	41.51	54.05	(51.5 - 56.7)
De Aysén	263	52.48	80.81	(71.21 - 91.42)
De Magallanes y de La Antártica Chilena	569	70.64	86.22	(79.23 - 93.68)

Tabla 3.16: Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Chile (2008-2012)

Tasas de Mortalidad Estandarizadas 2013-2017

Región	Defunciones	Tasa Cruda	Tasa Estandarizada	IC (95 %)
De Arica y Parinacota	283	24.5	29.09	(25.79 - 32.7)
De Tarapacá	608	37.03	57.73	(53.16 - 62.6)
De Antofagasta	1065	35.2	52.3	(49.14 - 55.62)
De Atacama	518	34.55	43.36	(39.69 - 47.29)
De Coquimbo	1517	39.51	41.94	(39.86 - 44.12)
De Valparaíso	5210	56.48	53.2	(51.77 - 54.67)
Metropolitana de Santiago	16469	45.13	52.13	(51.34 - 52.94)
Del Libertador B. O'Higgins	2323	49.82	53.03	(50.9 - 55.24)
Del Maule	2276	42.6	44.91	(43.08 - 46.8)
De Ñuble	1414	57.29	54.51	(51.71 - 57.45)
Del Biobío	3588	44.38	48.42	(46.85 - 50.04)
De La Araucanía	1917	39.04	39.71	(37.95 - 41.53)
De Los Ríos	876	44.48	44.89	(41.96 - 47.98)
De Los Lagos	1934	45.18	51.33	(49.06 - 53.68)
De Aysén	222	42.66	54.72	(47.69 - 62.53)
De Magallanes y de La Antártica Chilena	470	55.93	60.85	(55.46 - 66.64)

Tabla 3.17: Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Chile (2013-2017)

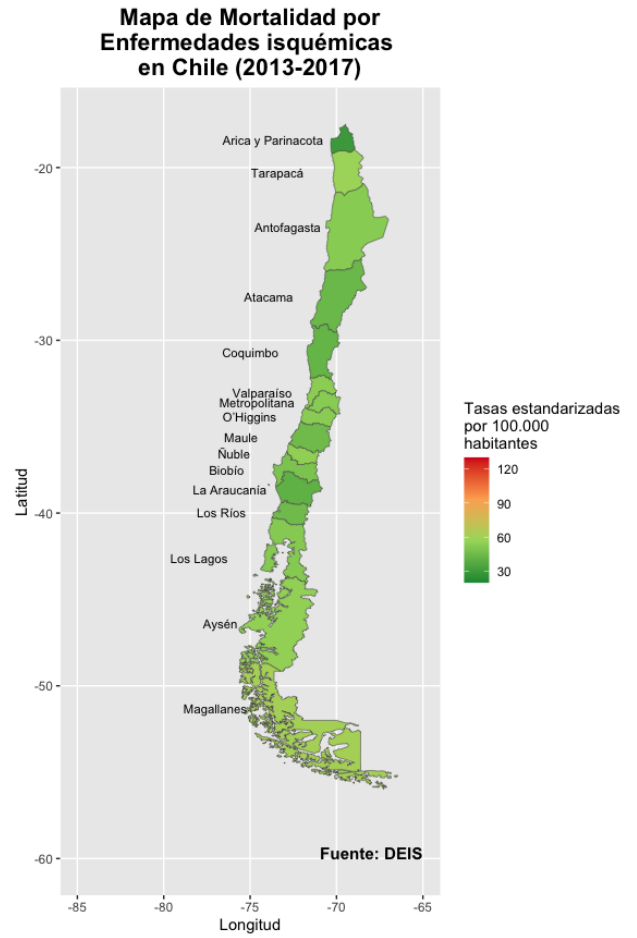
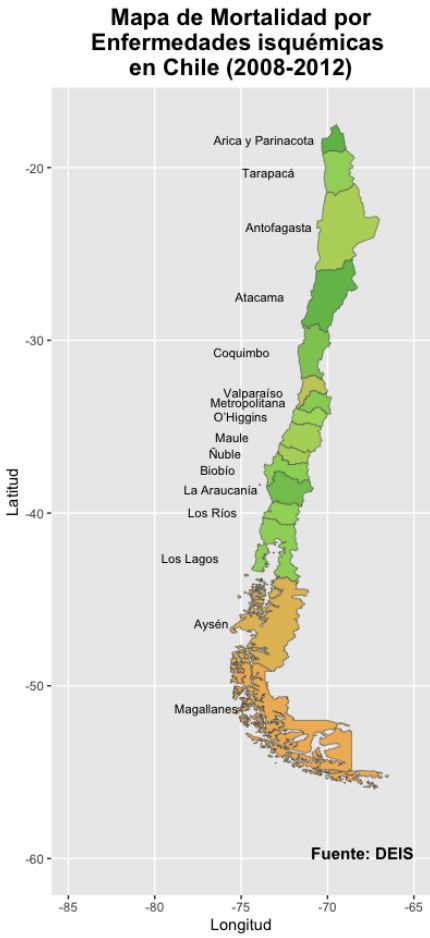


Figura 3.10: Mapa de Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Chile entre 2008 y 2017

Tasas de mortalidad estandarizadas 2018-2022

Región	Defunciones	Tasa Cruda	Tasa Estandarizada	IC (95 %)
De Arica y Parinacota	475	37.87	40.75	(37.16 - 44.59)
De Tarapacá	654	34.52	49.22	(45.47 - 53.22)
De Antofagasta	993	29.05	41.88	(39.26 - 44.64)
De Atacama	516	32.9	36.7	(33.6 - 40.02)
De Coquimbo	1539	36.89	34.86	(33.14 - 36.65)
De Valparaíso	6145	62.83	52.67	(51.36 - 54.02)
Metropolitana de Santiago	16262	40.36	43.53	(42.86 - 44.2)
Del Libertador B. O'Higgins	2124	42.94	39.81	(38.14 - 41.55)
Del Maule	2283	40.39	37.09	(35.58 - 38.65)
De Ñuble	1651	64.61	53.44	(50.88 - 56.11)
Del Biobío	3603	43.35	41.19	(39.86 - 42.56)
De La Araucanía	1947	38.42	34.24	(32.74 - 35.81)
De Los Ríos	927	45.72	40.62	(38.05 - 43.34)
De Los Lagos	2153	48.35	47.75	(45.76 - 49.82)
De Aysén	210	39.19	43.12	(37.47 - 49.45)
De Magallanes y de La Antártica Chilena	457	51.41	50.63	(46.09 - 55.51)

Tabla 3.18: Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Chile (2018-2022)

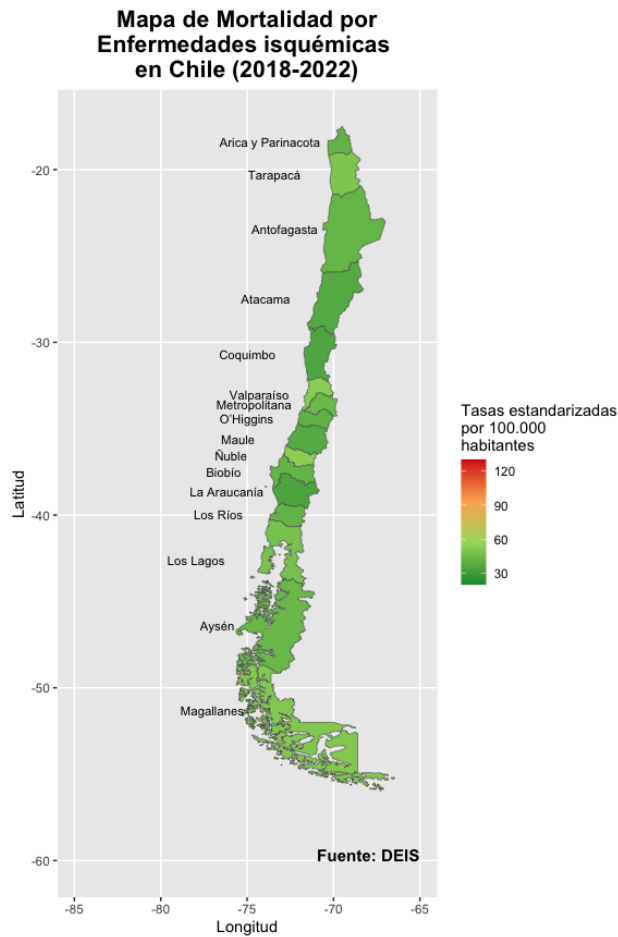


Figura 3.11: Mapa de Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Chile 2018-2022

Durante los últimos tres períodos de estudio, que abarcan los años 2008-2012, 2013-2017 (Figura 3.10) y 2018-2022 (Figura 3.11), se aprecia un evidente descenso en las tasas de mortalidad por Enfermedades Isquémicas en todas las regiones a nivel nacional.

3.5.2. Análisis Región Metropolitana

Siguiendo un enfoque similar al utilizado para la enfermedad renal crónica en la sección anterior, se realizaron los cálculos de las tasas de mortalidad brutas y estandarizadas para las Enfermedades Isquémicas en las 52 comunas de la Región Metropolitana. A continuación, se presentan los resultados de estos cálculos en las siguientes tablas de resumen.

Tasas de Mortalidad Estandarizada en la RM 1998-2002

Comuna	Defunciones	Tasa Cruda	Tasa Estandarizada	IC (95 %)
Santiago	849	77.21	74.79	(69.79 - 80.09)
Cerrillos	154	42.54	61.46	(51.95 - 72.32)
Cerro Navia	273	36.55	61.52	(54.12 - 69.75)
Conchali	310	44.19	53.1	(47.18 - 59.6)
El Bosque	362	41.01	70.31	(62.98 - 78.32)
Estacion Central	362	56.22	64.26	(57.72 - 71.36)
Huechuraba	114	30.44	69.09	(56.06 - 84.55)
Independencia	337	96	76.55	(68.42 - 85.53)
La Cisterna	334	77.12	80.74	(72.26 - 89.99)
La Florida	631	34.25	64.55	(59.42 - 70.03)
La Granja	280	41.8	69.27	(60.97 - 78.49)
La Pintana	188	19.7	51.46	(43.74 - 60.35)
La Reina	306	62.8	74.87	(66.69 - 83.82)
Las Condes	771	61.69	64.62	(60.12 - 69.38)
Lo Barnechea	96	25.6	75.77	(60.95 - 93.28)
Lo Espejo	272	46.81	67.32	(59.13 - 76.45)
Lo Prado	215	40.09	61.48	(53.14 - 70.91)
Macul	315	55.75	66.04	(58.86 - 73.9)
Maipu	637	26.93	72.89	(67.02 - 79.17)
Nuñoa	817	99.2	77.39	(72.07 - 83.06)
Pedro Aguirre Cerda	364	60.98	65.57	(58.82 - 72.95)
Peñalolen	307	28.12	58.36	(51.67 - 65.76)
Providencia	703	118.02	74.22	(68.56 - 80.37)
Pudahuel	224	22.71	52.7	(45.57 - 60.76)
Quilicura	87	13.55	52.11	(40.85 - 65.95)
Quinta Normal	440	78.48	82.96	(75.31 - 91.2)
Recoleta	450	57.08	68.4	(62.17 - 75.1)
Renca	204	30.25	54.38	(46.85 - 62.91)
San Joaquin	314	61.39	66.12	(58.9 - 74)
San Miguel	383	97.16	92.02	(82.95 - 101.88)
San Ramon	232	47.2	73.75	(64.21 - 84.42)
Vitacura	269	66	71.4	(63.1 - 80.53)
Puente Alto	574	23.05	60.79	(55.66 - 66.3)
Pirque	35	41.79	74.5	(51.45 - 104.95)
San Jose de Maipo	25	38.26	55.11	(35.5 - 81.99)
Colina	75	19.28	47.41	(36.94 - 60.27)
Lampa	49	23.89	49.2	(36.15 - 65.67)
Tiltil	28	37.82	67.12	(43.76 - 99.45)
San Bernardo	441	35.31	71.28	(64.57 - 78.54)
Buin	153	47.76	82.45	(69.78 - 96.82)
Calera de Tango	29	31.55	73.8	(48.22 - 109.25)
Paine	89	35.4	65.53	(52.29 - 81.37)
Melipilla	239	50.24	79.36	(69.46 - 90.34)
Alhue	9	40.28	55.07	(24.95 - 106.4)
Curacavi	68	55.68	86.8	(66.98 - 111.08)
Maria Pinto	25	48.05	66.95	(43.18 - 99.67)
San Pedro	19	46.41	56.21	(33.74 - 88.56)
Talagante	128	42.51	85.84	(71.07 - 103.03)
El Monte	59	43.79	68.02	(51.6 - 88.25)
Isla de Maipo	45	34.49	54.26	(39.47 - 72.93)
Padre Hurtado	72	36.74	67.99	(52.57 - 87)
Peñaflor	158	46.88	85.03	(72.01 - 99.91)

Tabla 3.19: Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Comunas de la RM (1998-2002)

Tasas de Mortalidad Estandarizada en la RM 2003-2007

Comuna	Defunciones	Tasa Cruda	Tasa Estandarizada	IC (95 %)
Santiago	776	58.92	64.01	(59.54 - 68.75)
Cerrillos	188	48.94	63.35	(54.53 - 73.25)
Cerro Navia	323	42.97	62.69	(55.87 - 70.19)
Conchali	393	55.46	60.11	(54.23 - 66.49)
El Bosque	380	42.42	60.85	(54.77 - 67.47)
Estacion Central	388	62.88	68.93	(62.19 - 76.22)
Huechuraba	121	29.28	52.09	(42.84 - 62.97)
Independencia	439	115.05	96.24	(87.27 - 105.98)
La Cisterna	312	68.89	66.84	(59.59 - 74.8)
La Florida	813	42.9	66.26	(61.67 - 71.12)
La Granja	271	40.31	57.13	(50.37 - 64.61)
La Pintana	318	32.82	72.69	(64.32 - 81.99)
La Reina	328	65.92	70.72	(63.24 - 78.9)
Las Condes	768	58.43	54.4	(50.59 - 58.43)
Lo Barnechea	104	24.87	57.09	(46.35 - 69.69)
Lo Espejo	268	46.28	59.13	(52.1 - 66.92)
Lo Prado	215	39.75	51.2	(44.43 - 58.79)
Macul	298	51.47	55.21	(49.08 - 61.92)
Maipu	679	27.06	56.82	(52.46 - 61.47)
Nuñoa	706	79.04	59.85	(55.42 - 64.59)
Pedro Aguirre Cerda	366	61.53	61.06	(54.87 - 67.83)
Peñalolen	369	31.98	56.27	(50.47 - 62.6)
Providencia	618	98.56	63.14	(57.98 - 68.78)
Pudahuel	311	29.6	56.99	(50.53 - 64.13)
Quilicura	148	19.84	56.94	(47.19 - 68.34)
Quinta Normal	415	74.47	75.96	(68.77 - 83.73)
Recoleta	486	62.31	69.79	(63.68 - 76.35)
Renca	302	42.38	69.74	(61.85 - 78.44)
San Joaquin	325	62.96	62.75	(56.04 - 70.08)
San Miguel	385	88.79	81.56	(73.53 - 90.3)
San Ramon	220	44.98	59.27	(51.56 - 67.9)
Vitacura	246	58.04	54.34	(47.74 - 61.69)
Puente Alto	764	28.8	63.18	(58.59 - 68.06)
Pirque	43	44.41	67.85	(48.83 - 92.19)
San Jose de Maipo	35	48.91	61.51	(42.73 - 85.96)
Colina	114	24.43	55.38	(45.28 - 67.28)
Lampa	67	25.12	50.62	(39.02 - 64.78)
Tiltil	35	42.82	61.17	(42.15 - 86.66)
San Bernardo	570	42.22	74.85	(68.68 - 81.46)
Buin	186	50.84	81.12	(69.78 - 93.84)
Calera de Tango	27	26.29	47.32	(30.7 - 70.44)
Paine	97	34.12	56.99	(46.05 - 69.88)
Melipilla	265	50.22	69.59	(61.4 - 78.62)
Alhue	8	31.54	38.87	(16.7 - 77.64)
Curacavi	69	50.9	71.63	(55.55 - 91.12)
Maria Pinto	24	41.75	54.21	(34.65 - 81.08)
San Pedro	7	15.5	17.09	(6.83 - 35.92)
Talagante	103	31.52	54.64	(44.41 - 66.67)
El Monte	55	36.79	52.08	(39.14 - 68.1)
Isla de Maipo	69	47.14	67.39	(52.34 - 85.52)
Padre Hurtado	84	37.05	60.88	(48.24 - 76.1)
Peñaflor	192	51.28	81.65	(70.31 - 94.39)

Tabla 3.20: Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Comunas de la RM (2003-2007)

Tasas de Mortalidad Estandarizada en la RM 2008-2012

Comuna	Defunciones	Tasa Cruda	Tasa Estandarizada	IC (95 %)
Santiago	721	115.84	136.54	(126.67 - 147.05)
Cerrillos	146	91.83	109.39	(92.31 - 128.81)
Cerro Navia	291	99.1	126.32	(112.09 - 141.96)
Conchali	311	111.95	112.17	(99.98 - 125.5)
El Bosque	396	112.09	140.79	(127.16 - 155.53)
Estacion Central	339	134.37	140.12	(125.52 - 156.05)
Huechuraba	132	74.06	114.95	(95.74 - 137.21)
Independencia	388	235.88	211.35	(190.41 - 234.17)
La Cisterna	260	140.95	125.94	(110.97 - 142.54)
La Florida	626	82.33	106.01	(97.78 - 114.78)
La Granja	267	102.08	126.24	(111.44 - 142.52)
La Pintana	323	84.32	148.96	(132.33 - 167.38)
La Reina	230	116.54	109.69	(95.86 - 125.2)
Las Condes	800	146.42	119.6	(111.34 - 128.37)
Lo Barnechea	123	67.4	125.48	(103.71 - 150.59)
Lo Espejo	267	119.4	138.2	(122.03 - 155.98)
Lo Prado	229	108.24	122.62	(107.15 - 139.79)
Macul	293	125.41	119.15	(105.83 - 133.77)
Maipu	748	72.12	120.3	(111.57 - 129.57)
Nuñoa	619	162.83	120.2	(110.65 - 130.49)
Pedro Aguirre Cerda	376	163.76	148.49	(133.72 - 164.64)
Peñalolen	405	85.14	125.63	(113.47 - 138.82)
Providencia	526	201.48	126.03	(114.81 - 138.45)
Pudahuel	323	73.49	123.69	(110.17 - 138.52)
Quilicura	146	42.84	102.12	(84.96 - 122.11)
Quinta Normal	317	143.37	138.01	(123.13 - 154.3)
Recoleta	396	128.53	135.53	(122.46 - 149.66)
Renca	222	75.67	111.39	(96.97 - 127.47)
San Joaquín	271	133.53	123.22	(108.88 - 139.08)
San Miguel	299	159.33	140.96	(125.22 - 158.28)
San Ramon	232	123.04	139.51	(122.03 - 158.89)
Vitacura	217	126.42	99.95	(86.97 - 114.64)
Puente Alto	627	56.53	101.83	(93.72 - 110.5)
Pirque	26	59.31	83.07	(54.16 - 122.24)
San Jose de Maipo	24	78.32	86.42	(55.28 - 129.64)
Colina	126	57.18	117.45	(96.84 - 141.49)
Lampa	90	66.07	124.31	(99.38 - 153.94)
Tiltil	32	90.91	120.83	(82.22 - 172.26)
San Bernardo	586	102.8	162.65	(149.54 - 176.65)
Buín	131	80.11	113.76	(94.95 - 135.32)
Calera de Tango	50	111.48	163.14	(120.27 - 217.19)
Paine	124	98.6	140.32	(116.45 - 167.85)
Melipilla	249	108.95	131.55	(115.64 - 149.08)
Alhue	11	97.81	102.51	(51.08 - 186.42)
Curacavi	47	79.99	97.85	(71.72 - 130.58)
Maria Pinto	23	92.87	110.87	(70.22 - 166.92)
San Pedro	14	72.03	71.22	(38.83 - 122.08)
Talagante	135	97.44	141.85	(118.63 - 168.5)
El Monte	56	86.39	114.46	(86.33 - 149.03)
Isla de Maipo	57	88.9	113.51	(85.86 - 147.52)
Padre Hurtado	86	83.49	125.35	(99.98 - 155.55)
Peñaflor	178	109.51	151.74	(130.05 - 176.15)

Tabla 3.21: Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Comunas de la RM (2008-2012)

Tasas de Mortalidad Estandarizada en la RM 2013-2017

Comuna	Defunciones	Tasa Cruda	Tasa Estandarizada	IC (95 %)
Santiago	761	100.25	127.1	(118.16 - 136.61)
Cerrillos	175	105.95	111.32	(95.41 - 129.28)
Cerro Navia	374	131.89	141.48	(127.47 - 156.69)
Conchali	411	152.66	132.78	(120.14 - 146.56)
El Bosque	472	136.59	143.62	(130.94 - 157.27)
Estacion Central	380	139.43	136.5	(123.02 - 151.13)
Huechuraba	166	85.02	112.68	(95.99 - 131.59)
Independencia	371	201.45	191.09	(171.89 - 212.01)
La Cisterna	485	258.24	208.68	(190.26 - 228.59)
La Florida	760	99.42	104.53	(97.21 - 112.29)
La Granja	333	132.69	136.37	(122.07 - 152)
La Pintana	385	101.88	144.41	(129.8 - 160.4)
La Reina	273	140.58	109.13	(96.44 - 123.45)
Las Condes	762	131.41	92.28	(85.69 - 99.35)
Lo Barnechea	138	68.09	106.26	(88.95 - 126.12)
Lo Espejo	325	152.81	150.55	(134.55 - 168.1)
Lo Prado	293	143.47	134.39	(119.38 - 150.94)
Macul	305	127.32	105.88	(94.22 - 118.71)
Maipu	947	88.15	118.58	(111.01 - 126.56)
Nuñoa	675	163.14	111.75	(103.2 - 120.98)
Pedro Aguirre Cerda	417	191.18	155.15	(140.4 - 171.28)
Peñalolen	478	96.98	118.9	(108.38 - 130.21)
Providencia	488	175.7	107.55	(97.64 - 118.63)
Pudahuel	381	82.02	116.07	(104.46 - 128.69)
Quilicura	243	60.78	128.72	(112.04 - 147.37)
Quinta Normal	409	180.73	160.94	(145.61 - 177.57)
Recoleta	483	153.79	147.52	(134.63 - 161.38)
Renca	352	116.37	145.21	(130.32 - 161.4)
San Joaquín	353	177.49	144.98	(130.12 - 161.32)
San Miguel	502	239.46	198.82	(181.51 - 217.51)
San Ramon	286	159.87	149.53	(132.63 - 168.25)
Vitacura	210	121.08	79.79	(69.18 - 92.06)
Puente Alto	750	64.08	96.94	(89.91 - 104.4)
Pirque	46	90.17	105.57	(77.12 - 141.41)
San Jose de Maipo	41	123.31	123.24	(88.38 - 168.69)
Colina	182	67.62	133.97	(114.41 - 156.1)
Lampa	151	82.94	150.81	(127.05 - 177.93)
Tiltil	28	72.94	85.93	(56.99 - 124.81)
San Bernardo	578	94.97	130.41	(119.89 - 141.64)
Buín	184	98.3	129.29	(111.17 - 149.57)
Calera de Tango	38	76.12	96.73	(68.2 - 133.53)
Paine	129	90.85	114.66	(95.61 - 136.51)
Melipilla	278	110.71	117.92	(104.46 - 132.73)
Alhue	10	78.78	77.21	(36.88 - 144.45)
Curacavi	67	103.6	107.7	(83.43 - 137.29)
Maria Pinto	31	114.63	118.16	(80.23 - 169)
San Pedro	20	94.25	82.68	(50.43 - 130.62)
Talagante	148	99.52	124.59	(105.2 - 146.59)
El Monte	82	114.82	133.41	(106.06 - 165.8)
Isla de Maipo	60	84.19	97.82	(74.58 - 126.22)
Padre Hurtado	102	84.18	113.58	(92.44 - 138.26)
Peñaflor	151	84.16	102.01	(86.32 - 119.81)

Tabla 3.22: Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Comunas de la RM (2013-2017)

Tasas de Mortalidad Estandarizada en la RM 2018-2022

Comuna	Defunciones	Tasa Cruda	Tasa Estandarizada	IC (95 %)
Santiago	764	30.53	41.2	(38.32 - 44.27)
Cerrillos	193	43.59	42.02	(36.29 - 48.43)
Cerro Navia	411	58.05	54.68	(49.49 - 60.29)
Conchali	421	61.06	47.63	(43.12 - 52.53)
El Bosque	425	49.56	45.22	(41.01 - 49.77)
Estacion Central	362	36.51	33.92	(30.49 - 37.66)
Huechuraba	231	41.31	51.22	(44.75 - 58.41)
Independencia	308	44.85	44.95	(40.03 - 50.35)
La Cisterna	289	57.94	43.96	(38.96 - 49.5)
La Florida	780	38.98	35.48	(33.02 - 38.08)
La Granja	290	47.49	42.32	(37.55 - 47.57)
La Pintana	373	39.47	48.02	(43.09 - 53.42)
La Reina	278	55.86	39.03	(34.53 - 44.12)
Las Condes	748	45.52	28.44	(26.38 - 30.65)
Lo Barnechea	122	19.91	27.86	(23.08 - 33.38)
Lo Espejo	236	45.66	40.7	(35.63 - 46.36)
Lo Prado	266	51.41	42.74	(37.69 - 48.36)
Macul	289	43.44	32.81	(29.09 - 36.94)
Maipu	951	33.12	37.54	(35.15 - 40.05)
Ñuñoa	569	45.99	32.1	(29.42 - 35.02)
Pedro Aguirre Cerda	371	69.28	51.66	(46.44 - 57.4)
Peñalolen	471	35.5	37.77	(34.41 - 41.39)
Providencia	467	59.5	37.78	(34.23 - 41.78)
Pudahuel	461	36.55	44.52	(40.48 - 48.88)
Quilicura	254	20.18	34.36	(29.98 - 39.27)
Quinta Normal	385	57.53	48.08	(43.37 - 53.22)
Recoleta	461	49.34	43.79	(39.88 - 48.02)
Renca	335	41.84	46.54	(41.65 - 51.87)
San Joaquin	272	52.95	39.9	(35.23 - 45.09)
San Miguel	343	52.3	43.79	(39.21 - 48.83)
San Ramon	308	71.48	59.31	(52.79 - 66.53)
Vitacura	198	41.48	23.83	(20.56 - 27.68)
Puente Alto	887	27.66	36.65	(34.21 - 39.23)
Pirque	45	29.65	32.25	(23.48 - 43.28)
San Jose de Maipo	48	51.69	46.89	(34.56 - 62.64)
Colina	226	25.32	43.06	(37.37 - 49.45)
Lampa	211	33.47	59.15	(51.26 - 67.98)
Tiltil	33	30.84	32.92	(22.63 - 46.44)
San Bernardo	679	40.69	49.92	(46.2 - 53.87)
Buin	206	37.66	45.67	(39.62 - 52.41)
Calera de Tango	48	33.75	36.39	(26.77 - 48.51)
Paine	150	36.38	41.68	(35.23 - 49)
Melipilla	323	45.77	43.91	(39.25 - 49)
Alhue	15	40.73	38.53	(21.51 - 64.76)
Curacavi	102	56.16	52.4	(42.71 - 63.79)
Maria Pinto	24	32.19	30.3	(19.41 - 45.47)
San Pedro	22	36.95	31.03	(19.37 - 48.25)
Talagante	156	38.22	42.3	(35.89 - 49.54)
El Monte	62	31.05	32.64	(25.02 - 41.9)
Isla de Maipo	77	38.41	41.16	(32.46 - 51.54)
Padre Hurtado	124	33.52	40.8	(33.88 - 48.78)
Peñaflor	192	38.08	41.41	(35.74 - 47.76)

Tabla 3.23: Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en Comunas de la RM (2018-2022))

3.5.3. Mapas Tasas de Mortalidad en la Región Metropolitana

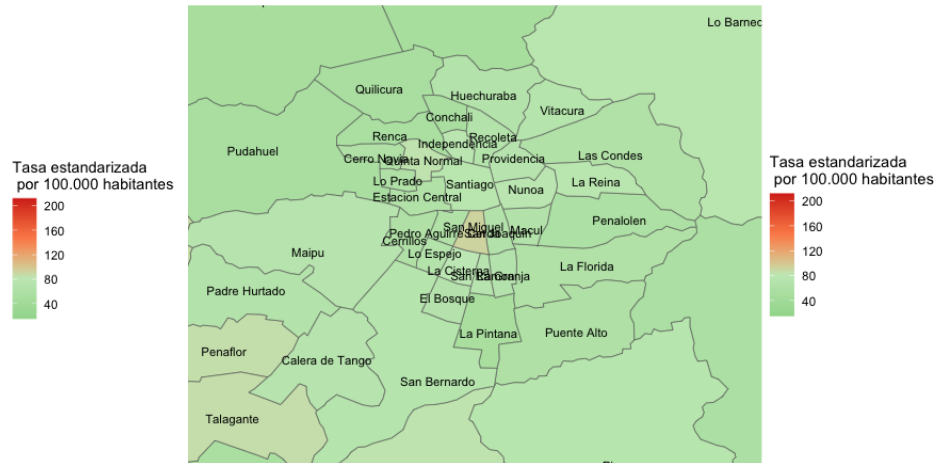
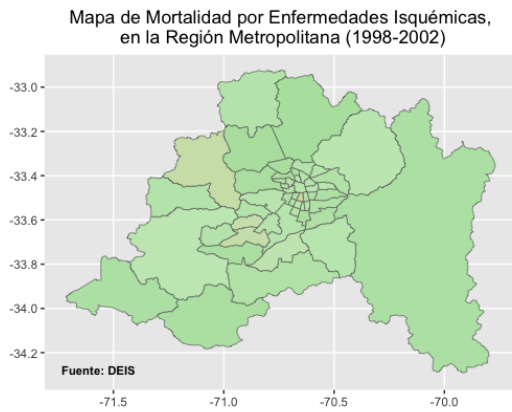


Figura 3.12: Mapas de mortalidad por Enfermedades Isquémicas en la RM (1998-2002)

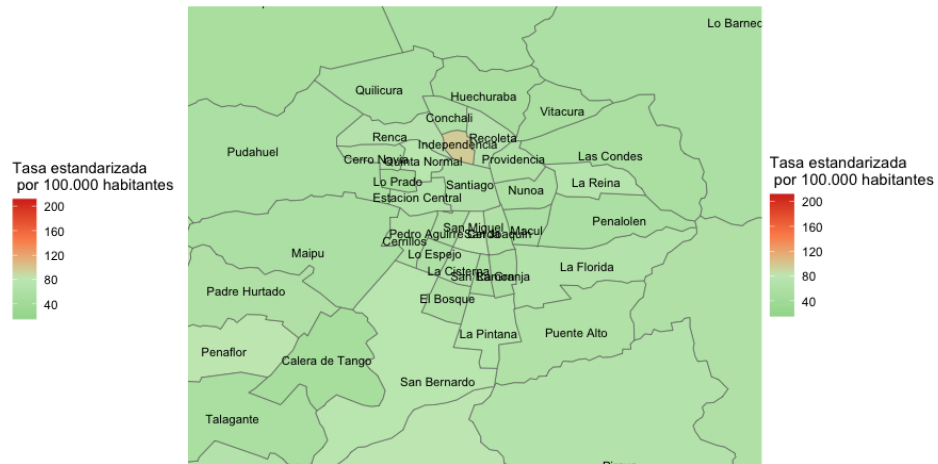
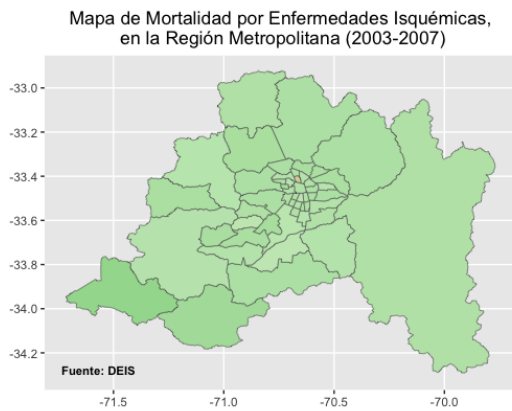


Figura 3.13: Mapas de mortalidad por Enfermedades Isquémicas en la RM (2003-2007)

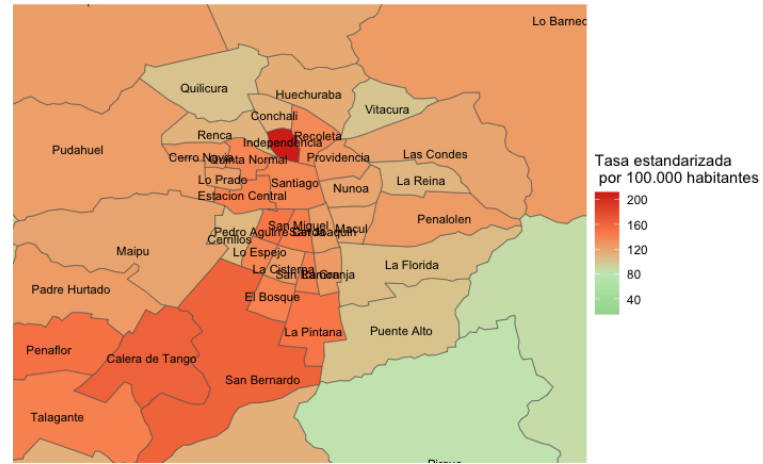
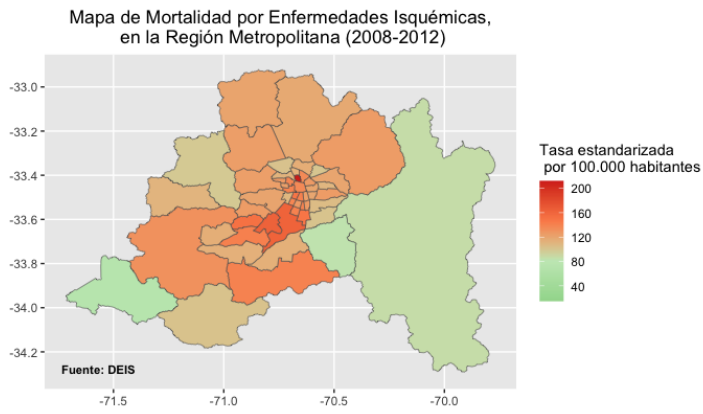


Figura 3.14: Mapas de mortalidad por enfermedades isquémicas en la RM (2008-2012)

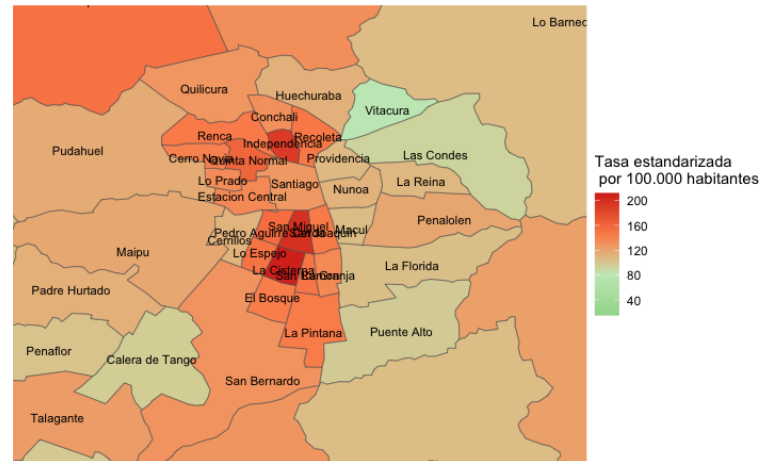
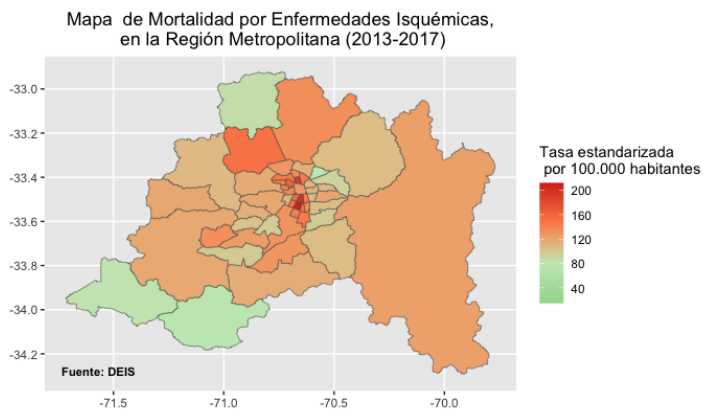


Figura 3.15: Mapas de mortalidad por Enfermedades Isquémicas en la RM (2013-2017)

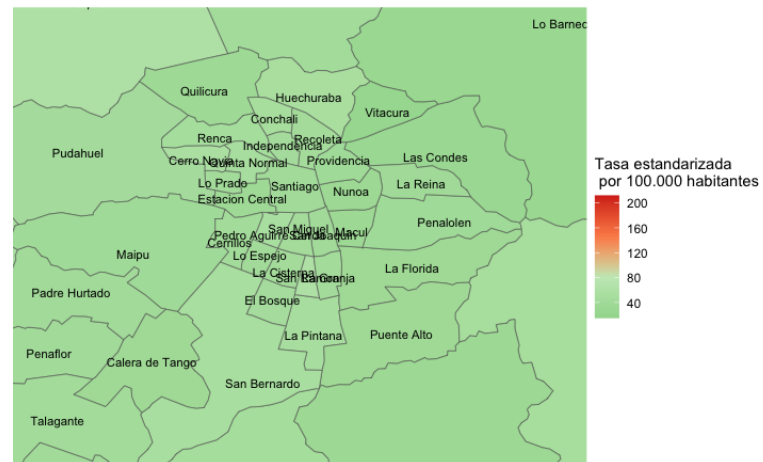
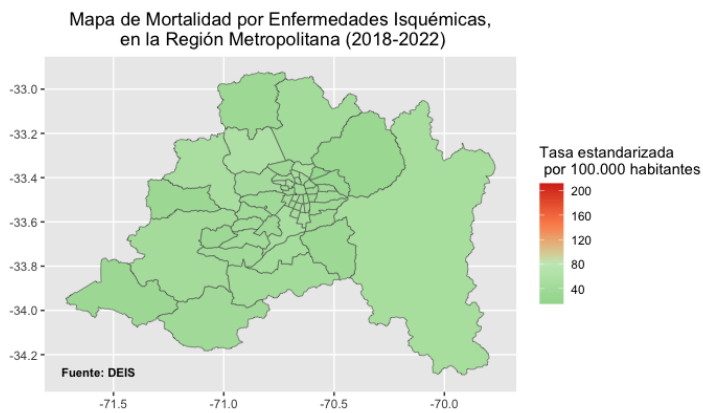


Figura 3.16: Mapas de mortalidad por Enfermedades Isquémicas en la RM (2018-2022)

Al observar los mapas de mortalidad por Enfermedades Isquémicas en las Figuras 3.14 y 3.15, se puede identificar un notorio aumento en las tasas de mortalidad en todas las comunas de la Región Metropolitana durante el tercer y cuarto período de estudio (2008-2012) y (2013-2017). Las comunas que presentaron las tasas más altas en dichos períodos fueron Independencia con 235.88, Calera de Tango con 111.48 y San Bernardo con 102.8 por cada 100.000 habitantes.

Al contrario, en el último período en cuestión (2018-2022), como se aprecia en la Figura 3.16, se evidencia una considerable disminución en las tasas de mortalidad por enfermedades isquémicas en las comunas de la Región Metropolitana.

3.6. Análisis Correlacional entre el Índice de Deprivación y Mortalidad

En esta sección, se llevaron a cabo análisis de correlación entre el índice de deprivación y las tasas de mortalidad estandarizadas atribuidas a enfermedad renal crónica y enfermedades coronarias. Para estos análisis, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman debido a su robustez frente a valores atípicos.

Antes de proceder al estudio las asociaciones, es importante destacar que el índice de deprivación se construyó para cada zona censal de Chile, incluyendo tanto áreas urbanas como rurales. Con el objetivo de obtener un único valor del índice para cada región y comuna, se aplicó un cálculo de promedio ponderado que considera la población de cada área. Este valor promedio reflejará el nivel de deprivación en cada región y comuna, teniendo en cuenta tanto las áreas urbanas como las rurales, y ponderándolo según la población de cada zona censal.

3.6.1. Índice de Deprivación por Región

Para calcular el índice de deprivación por región, se agruparon los datos según las regiones de Chile. Luego, se aplicó el siguiente cálculo para obtener un valor representativo del nivel de deprivación en cada región:

$$\text{Índice de deprivación por Región} = \frac{\sum_i^I \text{Índice de Deprivación} \times \text{Población}_i}{\sum \text{Población}_{\text{regional}}}$$

Donde:

- Índice de Deprivación es el valor del índice de deprivación normalizado para cada zona censal i .
- Población $_i$ es la población de la zona censal i .
- Población $_{\text{regional}}$ es el total de población de la región.

Este cálculo refleja el nivel de deprivación en cada región, considerando tanto las áreas urbanas como rurales, y ponderando según la población de cada zona censal.

3.6.2. Índice de Deprivación por Comuna

De manera similar, se calculó el índice de deprivación por comuna siguiendo el proceso explicado anteriormente. Los datos se agruparon por las distintas comunas de la Región Metropolitana. Luego, se aplicó el siguiente cálculo para obtener un valor representativo del nivel de deprivación en cada comuna:

$$\text{Índice de deprivación por Comuna} = \frac{\sum_i^J \text{Índice de Deprivación} \times \text{Población}_j}{\sum \text{Población}_{\text{comunal}}}$$

Donde:

- Índice de Deprivación es el valor del índice de deprivación normalizado para cada zona censal j .
- Población $_j$ es la población de la zona censal j .
- Población $_{\text{comunal}}$ es el total de población comunal.

Este cálculo proporciona una medida del nivel de deprivación en cada comuna de la Región Metropolitana, considerando tanto las áreas urbanas como rurales, y ponderando según la población de cada zona censal.

Nota: Los valores resultantes del índice de deprivación por región y comuna en la Región Metropolitana se detallan en el (Anexo A.1 y B.1).

3.6.3. Asociaciones entre el Índice de Deprivación y la Mortalidad

Enfermedad Renal Crónica (ERC)

Se estudiarán las correlaciones entre el índice de deprivación y las tasas de mortalidad estandarizadas asociadas a enfermedades renales crónicas, tanto a nivel de regiones como de comunas en la Región Metropolitana.

Período	Correlación Spearman	p-value
1998-2002	0.1500	0.5786
2003-2007	0.1235	0.6485
2008-2012	0.0353	0.8967
2013-2017	-0.0029	0.9956
2018-2022	0.1031	0.7040

Tabla 3.24: Resultados: Correlación de Spearman en las Regiones

Los resultados de la Tabla 3.24 muestran correlaciones entre el índice de deprivación y las tasas de mortalidad estandarizadas por enfermedad renal crónica en las regiones de Chile durante los cinco quinquenios de estudio. Estos coeficientes de correlación de Spearman son bajos y no muestran significancia estadística.

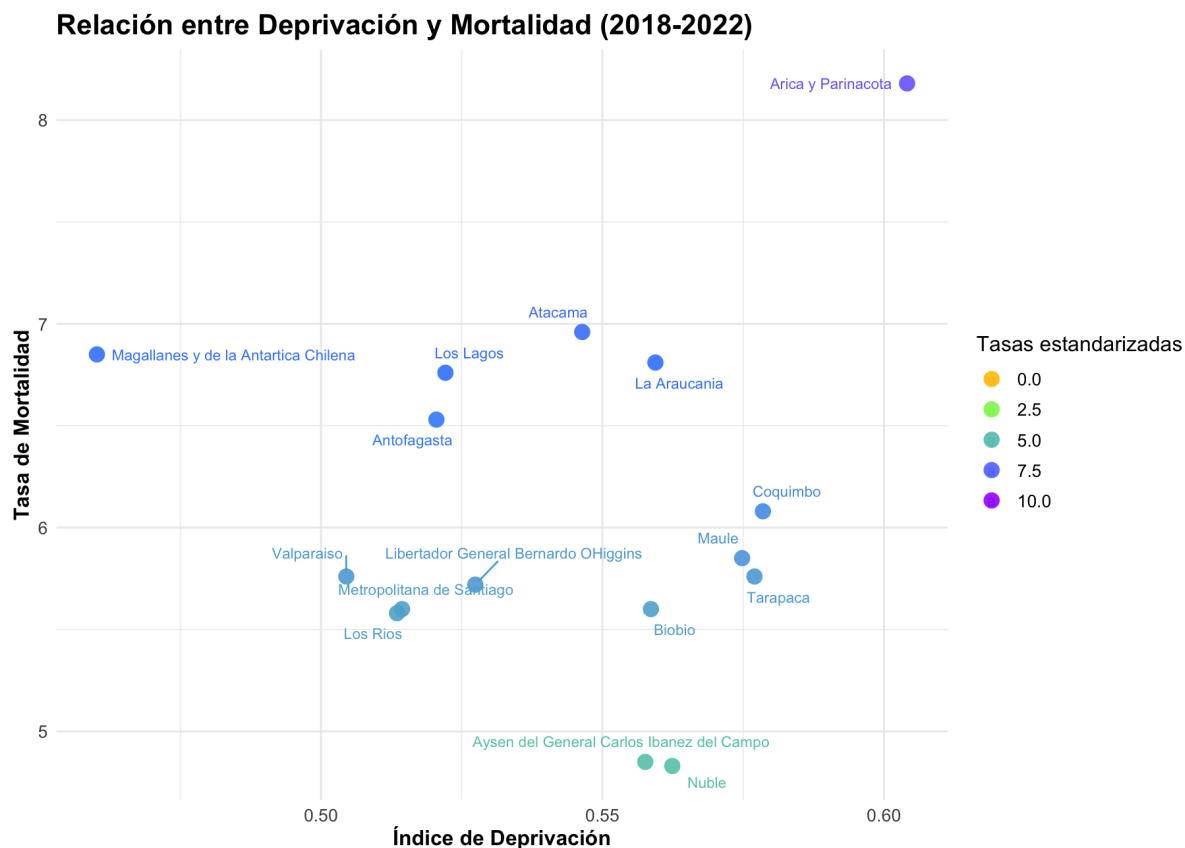


Figura 3.17: Asociación entre deprivación y mortalidad en las Regiones 2018-2022

En particular, la Figura 3.17 presenta un gráfico de dispersión que muestra la asociación entre el Índice de Deprivación y las tasas de mortalidad estandarizadas (por 100.000 habitantes) en las regiones, en relación con la enfermedad renal crónica durante el período 2018-2022. El coeficiente de correlación de Spearman obtenido para analizar esta asociación es ($\rho = 0.103$) y (p-valor = 0.704).

De manera similar, se calcularon los coeficientes de correlación de Spearman entre la deprivación y las tasas de mortalidad por ERC en las comunas de la Región Metropolitana durante los cinco períodos en cuestión. Los resultados se presentan a continuación: ²

Período	Correlación Spearman	p-value
1998-2002	0.2588	0.0667
2003-2007	0.2625	0.0628
2008-2012	0.3335	0.0172 *
2013-2017	0.2955	0.0357 *
2018-2022	0.5187	9.63531e-05 ***

Tabla 3.25: Resultados: Correlación de Spearman en la Región Metropolitana

² * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

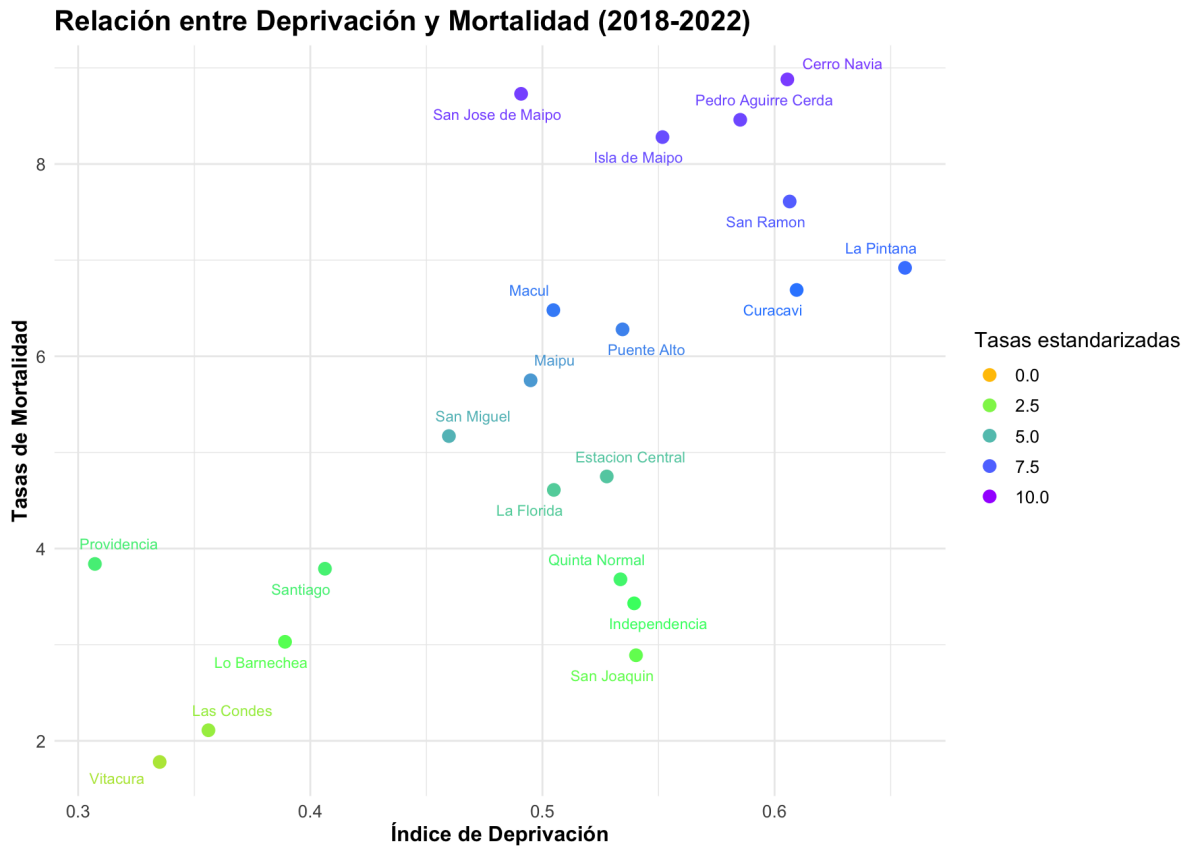


Figura 3.18: Asociación entre deprivación y mortalidad en la Región Metropolitana

Los resultados de la Tabla, muestran correlaciones significativas entre el índice de deprivación y la mortalidad durante los tres últimos períodos. Cabe destacar que en el período más reciente (2018-2022), se observó una alta asociación directa entre el índice de deprivación y las tasas de mortalidad atribuidas a la enfermedad renal crónica (ERC) (ρ de Spearman = 0.5187; p-valor = 0.0001). El coeficiente de correlación en este caso supera el valor de 0.5.

Esta relación se puede complementar con el análisis del gráfico de dispersión, donde se aprecia claramente una tendencia. En las comunas de la Región Metropolitana con un nivel socioeconómico más alto, como Vitacura, Las Condes y Lo Barnechea, las tasas de mortalidad son más bajas. Por el contrario, en las comunas con mayores niveles de deprivación, como Cerro Navia, Pedro Aguirre Cerda y La Pintana, las tasas de mortalidad son más altas.

Enfermedades Isquémicas

A continuación, se analizará la relación entre el índice de deprivación y la mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón.

La Tabla que se presenta a continuación muestra los resultados obtenidos de los coeficientes de correlación de Spearman para los cinco períodos en cuestión, primero a nivel regional y luego por comunas de la Región Metropolitana.

Período	Correlación Spearman	p-value
1998-2002	-0.5353	0.0349 *
2003-2007	-0.6235	0.0116 *
2008-2012	-0.4971	0.0524
2013-2017	-0.3971	0.1289
2018-2022	-0.3676	0.1618

Tabla 3.26: Resultados: Correlación de Spearman en las Regiones

Los resultados de la Tabla 3.26 muestran las correlaciones entre el índice de deprivación y las tasas de mortalidad estandarizadas por enfermedades isquémicas del corazón, por región en los diferentes períodos. Durante los períodos de 1998-2002 y 2003-2007, se observa una correlación negativa significativa entre el índice de deprivación y las tasas de mortalidad, con p-valores significativamente bajos.

En cambio, para los períodos 2008-2012, 2013-2017 y 2018-2022, las correlaciones también son negativas, pero los p-valores no alcanzan niveles significativos.

En los períodos más recientes, se puede observar una asociación inversa entre el índice de deprivación y las tasas de mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón en las regiones. En otras palabras, a medida que disminuye el nivel de deprivación de las regiones, las tasas de mortalidad por estas enfermedades tienden a aumentar, y al contrario, los valores más altos de deprivación se asocian a las tasas de mortalidad más bajas.

En resumen, los resultados muestran una correlación inversa significativa entre el índice de deprivación y las tasas de mortalidad por enfermedades isquémicas los primeros dos períodos analizados. Sin embargo, esta asociación parece perder fuerza en los períodos posteriores.

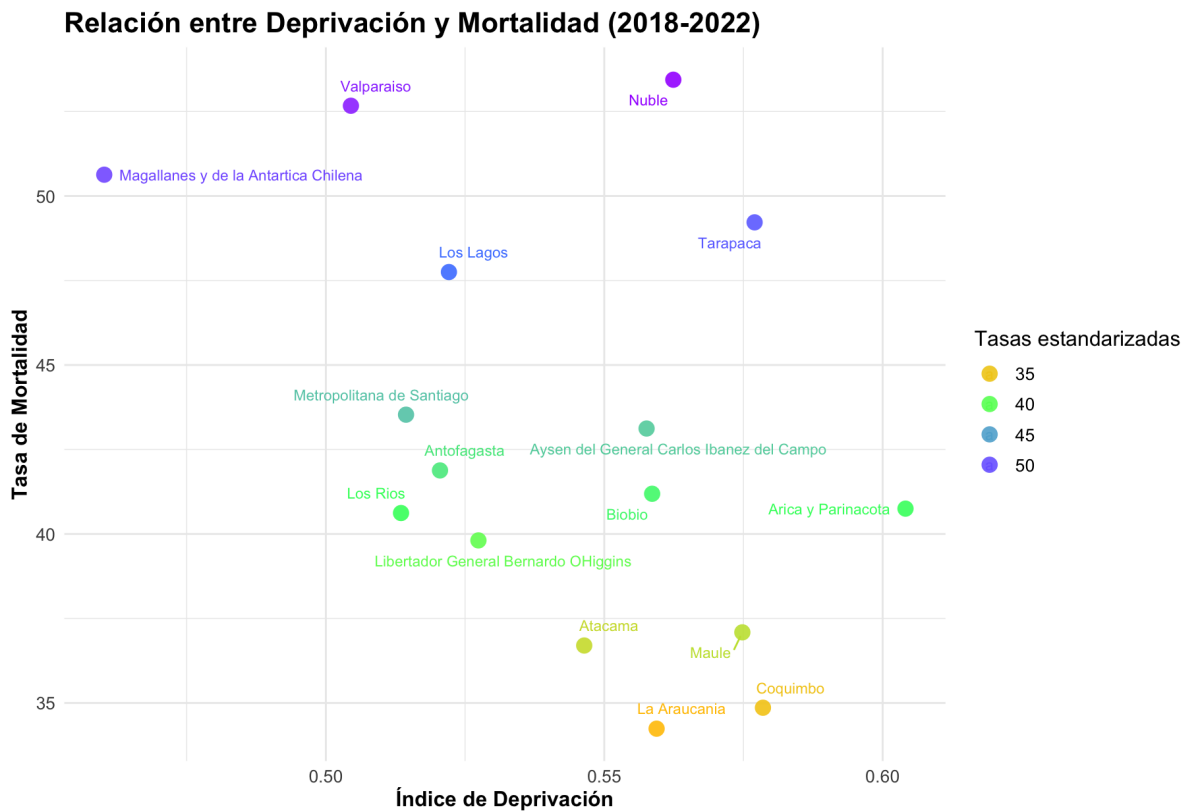


Figura 3.19: Asociación entre deprivación y mortalidad en las Regiones 2018-2022

Los resultados presentados en la siguiente tabla muestran el análisis de las correlaciones entre el índice de deprivación y las tasas de mortalidad estandarizadas por enfermedades isquémicas en distintos períodos para las comunas de la Región Metropolitana.

Período	Correlación Spearman	p-value
1998-2002	-0.1202	0.3998
2003-2007	0.1199	0.4019
2008-2012	0.3236	0.0209 *
2013-2017	0.4383	0.0014 **
2018-2022	0.5210	0.0001 ***

Tabla 3.27: Correlación de Spearman en la Región Metropolitana

En los períodos de 1998-2002 y 2003-2007, no se observa una asociación significativa entre el índice de deprivación y las tasas de mortalidad. Sin embargo, a partir del período 2008-2012, la correlación es significativa, lo que sugiere una relación positiva entre la deprivación y la mortalidad por enfermedades isquémicas en las comunas de la Región Metropolitana durante ese período. Esta tendencia se intensifica en los períodos siguientes, con p-valores aún más bajos, lo que indica una asociación más fuerte y significativa entre estas variables.

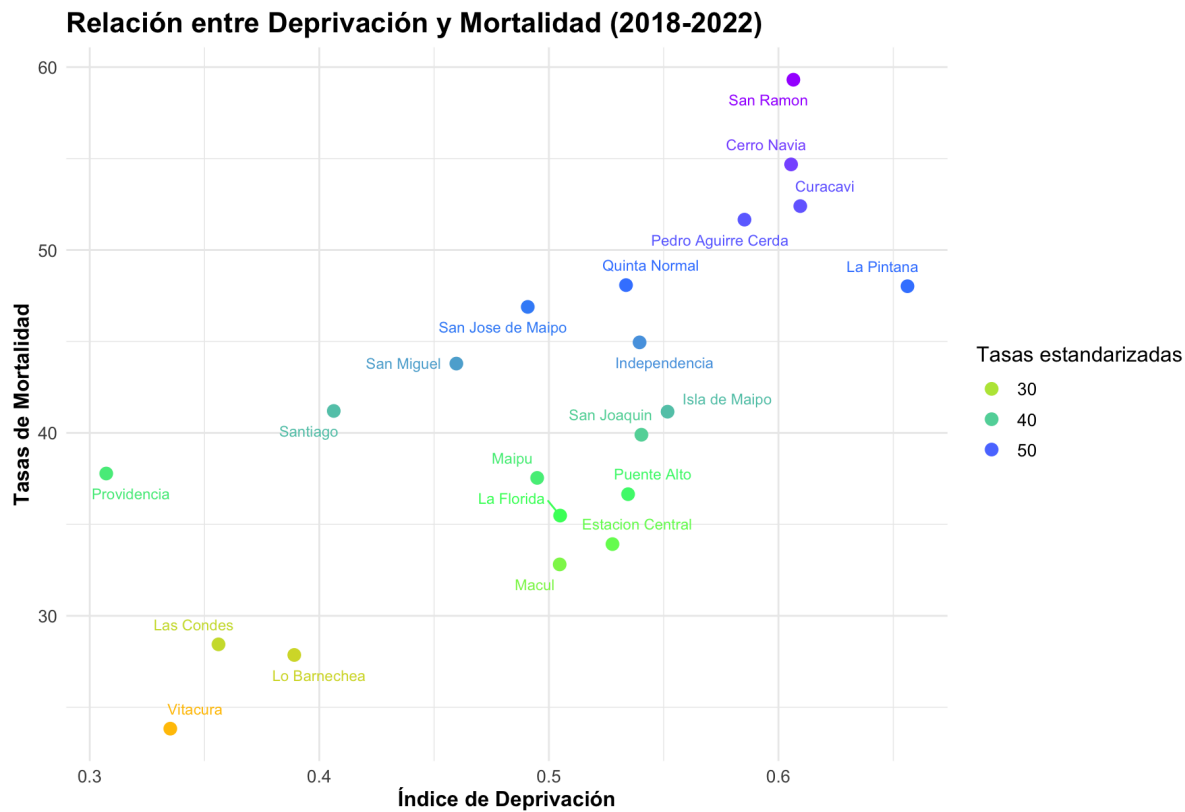


Figura 3.20: Asociación entre deprivación y mortalidad en la Región Metropolitana

El gráfico de dispersión muestra que en el último período analizado, existe una clara tendencia en la que las comunas con mayores niveles de deprivación se asocian a las tasas de mortalidad más altas.

En el período más reciente, 2018-2022, se presenta la correlación más alta entre el índice de deprivación y las tasas de mortalidad, con un p-valor altamente significativo (0.0001). Por lo tanto, la deprivación puede estar contribuyendo de manera significativa a la mortalidad en las comunas de la Región Metropolitana.

Lo contrario ocurre en las comunas con menor nivel de deprivación, donde se observan tasas de mortalidad más bajas por enfermedades isquémicas del corazón. En otras palabras, las comunas con niveles socioeconómicos más altos o menor grado de deprivación tienden a presentar tasas más bajas de mortalidad por estas enfermedades.

La relación que se presenta entre estas variables aumenta la importancia de abordar las desigualdades socioeconómicas en la salud cardiovascular de la población para reducir la incidencia de mortalidad de esta enfermedad en aquellas poblaciones más vulnerables o desfavorecidas.

Capítulo 4

Aplicación Modelos Espaciales

4.1. Razón de Mortalidad Estandarizada suavizada

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el proceso de ajuste de las tasas de mortalidad en estudio. Estos resultados se centran en dos aspectos principales: la visualización de la distribución geográfica de la mortalidad y la suavización de los riesgos relativos del último período de estudio (2018-2022). Para lograr esto, se realizaron comparaciones entre las estimaciones proporcionadas por la Razón de Mortalidad Estandarizada (RME) y las proporcionadas por el modelo ajustado conocido como CAR (RMEs). El propósito de esta sección es comprender y tener en cuenta la agrupación geográfica de las mortalidades en estudio, así como estabilizar la variabilidad del riesgo en el análisis.

Es importante destacar que las RME se han estandarizado utilizando las tasas específicas de mortalidad para cada grupo de edad en la población nacional durante el mismo período. Estos grupos de edad varían desde (0 a 4 años, 5 a 9 años, 10 a 14 años, y así sucesivamente). Dado que las tasas específicas se han calculado considerando toda la población de Chile, las RMEs tendrán como referencia la mortalidad promedio de todo el país.

Se ajustaron un total de 8 modelos, distribuidos en 4 modelos por cada patología. El modelo se implementará primero para estudiar la enfermedad renal crónica a nivel de región y luego en las comunas de la Región Metropolitana. Además, se evaluará el nivel de deprivación en cada uno de estos casos. Posteriormente, se seguirá el mismo procedimiento, pero en esta ocasión se enfocará en las enfermedades isquémicas.

4.1.1. Elección de Prioris

Las tasas de mortalidad de Enfermedad Renal Crónica (ERC), y Enfermedades Isquémicas (EI) se ajustaron mediante el Modelo CAR revisado en el Capítulo 2. Los hiperparámetros se establecieron ajustando los modelos con 4 prioris distintas (A, B, C y D) que se muestran en la tabla siguiente y se eligieron aquella que entrega un menor DIC. Los parámetros seleccionados por el menor DIC del modelo se muestran en la Tabla 4.2. Además, en el Anexo C.1 se detalla el DIC de todas las prioris que fueron testeadas.

	Prioris			
Hiperparámetros	A	B	C	D
α	0	1.0	0.001	1
β	0	1.0	0.001	1
τ_u	0.5	1.0	1.0	0.5
τ_v	0.2	1.0	1.0	0.2

Tabla 4.1: Valores utilizados en las prioris

Nivel	Patología	Priori	DIC
Región	Enfermedad renal crónica	D	124.7
	Enfermedad renal crónica y depriv.	D	133.2
	Enfermedades Isquémicas	D	85.07
	Enfermedades Isquémicas y depriv.	C	145.5
Comunas de la RM	Enfermedad renal crónica	C	328.7
	Enfermedad renal crónica y depriv.	A	326.1
	Enfermedades Isquémicas	D	391.9
	Enfermedades Isquémicas y depriv.	C	315.5

Tabla 4.2: Prioris seleccionadas por Modelo

4.1.2. Estimación de Parámetros

Para la estimación de los parámetros desconocidos de los modelos propuestos para cada patología, se emplearon técnicas de Monte Carlo utilizando el software OpenBugs. Se llevaron a cabo un total de 33,000 iteraciones, y se excluyeron las primeras 3,000 observaciones de la cadena para mitigar la influencia de los valores iniciales. Esto resultó en una muestra para la inferencia con un tamaño de 30,000. En cada modelo, se evaluó la autocorrelación y se examinó la traza de los parámetros para verificar que las estimaciones fueran apropiadas antes de continuar con la estimación.

Desde el punto de vista inferencial, una vez que se dispuso de la muestra definitiva de los parámetros desconocidos fueron las medias *a posteriori* de los parámetros de interés, en este caso los riesgos relativos.

4.2. Enfermedad Renal Crónica

4.3. Modelos Espaciales por Región

Modelo 1: Enfermedad Renal Crónica

Para llevar a cabo la ejecución del primer Modelo de BYM para estimar el riesgo de mortalidad por enfermedad renal crónica por región, se utiliza el siguiente código en el software OpenBugs. A través de este proceso, se obtienen los riesgos suavizados para cada región y se calcula la probabilidad de que estos riesgos superen el umbral de 100, lo que indica la Probabilidad de Exceso de

Riesgo para cada región. Todos los resultados generados por este modelo se presentan detalladamente en las tablas de resultados correspondientes. A continuación, se describe la implementación de este modelo en OpenBugs:

```

# Definición del modelo BYM para estimar los riesgos suavizados por región
model{

for (i in 1:N){
  #Poisson likelihood for observed counts
  O[i]~dpois(mu[i])
  log(mu[i])<-log(E[i])+alpha+u[i]+v[i]
  # Relative Risk
  theta[i]<-exp(alpha+u[i]+v[i])
  # Probabilidad de exceso de riesgo theta_i>1 (mayor a 100)
  PP[i] <- step(theta[i]-1+eps)
  # Prior distribution for the uncorrelated heterogeneity
  v[i]~dnorm(0,tau.v)
}

eps<-1.0E-6
#CAR distribution for the spatial correlated heterogeneity
u[1:N]~car.normal(adj[],weights[],num[],tau.u)

# Weights
for (k in 1:sumNumNeigh){
  weights[k]<-1
}

# Improper distribution for the mean relative risk in the study region
alpha~dflat()
mean<-exp(alpha)

#Hyperprior distributions on inverse variance parameters of random effects
tau.u~dgamma(0.5,0.0005)
tau.v~dgamma(0.5,0.0005)

}

```

Figura 4.1: Especificación del Modelo 1

Para ajustar el modelo utilizando OpenBugs, además de la especificación del modelo, es necesario incluir las muertes observadas y esperadas, además los datos de la matriz de adyacencia para las regiones de Chile. Los datos para este modelo y la matriz de adyacencia que se han utilizado se describen en el (Apéndice C.1 y E.1).

Las RMEs se muestran con su valor multiplicado por 100. Por consiguiente, aquellas regiones

con valores de RMEs superiores a 100 indican un exceso de riesgo de mortalidad por enfermedad renal crónica, respecto a la mortalidad de la población Chilena, mientras que valores inferiores evidencian un menor riesgo.

Dentro de las inferencias del modelo, se obtuvo la probabilidad de que los riesgos suavizados sean superior a 100 para cada región.

La estimación de los riesgos suavizados se representará mediante mapas, en los cuales el color verde denotará las zonas con la menor incidencia de mortalidad, mientras que las áreas con un mayor exceso de mortalidad serán representadas en tonos naranja y rojo.

Estadísticos a posterioris

La tabla que se presenta a continuación resumen los parámetros estimados para θ . Estas estimaciones corresponden a las medias de las RMEs, junto con otras estadísticas posterioris relacionadas con el Modelo 1.

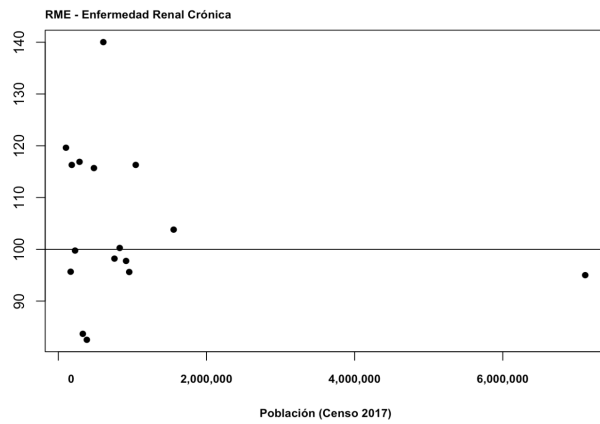
Región	Nodo	Media	Desv. Estándar	MC error	2,5 %	Mediana	97.5 %	start	sample
—	alpha	0.04388	0.02294	3.509E-47	-0.001829	0.04407	0.08836	3001	30000
Arica y Parinacota	θ_1	1.209	0.1013	0.001639	1.034	1.201	1.429	3001	30000
Tarapacá	θ_2	1.103	0.08029	0.001421	0.9493	1.102	1.263	3001	30000
Antofagasta	θ_3	1.128	0.06815	0.0009027	1.004	1.125	1.27	3001	30000
Atacama	θ_4	1.108	0.07124	0.0008802	0.983	1.103	1.265	3001	30000
Coquimbo	θ_5	1.04	0.04804	0.0003898	0.948	1.039	1.138	3001	30000
Valparaíso	θ_6	0.9883	0.03217	0.0002011	0.9253	0.9881	1.053	3001	30000
Metropolitana	θ_7	0.9608	0.02008	0.0001302	0.9218	0.9608	1.0	3001	30000
O'Higgins	θ_8	0.9827	0.04167	0.00036	0.9021	0.9817	1.068	3001	30000
Maule	θ_9	0.9908	0.04243	0.0004242	0.9105	0.9894	1.077	3001	30000
Ñuble	θ_{10}	0.9226	0.05402	0.0007562	0.8119	0.9244	1.023	3001	30000
Biobío	θ_{11}	0.9753	0.03763	0.0003358	0.9007	0.9754	1.049	3001	30000
La Araucanía	θ_{12}	1.101	0.05069	0.0006494	1.008	1.099	1.207	3001	30000
Los Ríos	θ_{13}	1.024	0.06046	0.0008235	0.9021	1.025	1.142	3001	30000
Los Lagos	θ_{14}	1.108	0.05486	0.0006669	1.007	1.106	1.223	3001	30000
Aysén	θ_{15}	1.05	0.08481	0.001367	0.8801	1.05	1.219	3001	30000
Magallanes	θ_{16}	1.091	0.08947	0.001164	0.9295	1.086	1.283	3001	30000

Tabla 4.3: Modelo 1 ERC: Parámetros estimados para θ

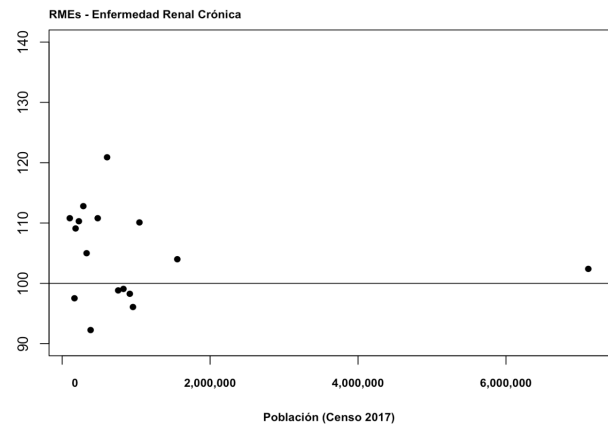
Resultados Ajuste del Modelo

Modelo	Dbar	Dhat	pD	DIC
Modelo 1	133.2	141.7	-8.528	124.7

Tabla 4.4: DIC Modelo Propuesto



(a) RME



(b) RMEs

Figura 4.2: Gráfico de dispersión de RMEs Enfermedad Renal Crónica versus número de habitantes por región según Censo 2017

Nota: Véase en el (Anexo C.1) la autocorrelación, la densidad de probabilidad y la traza de convergencia de los parámetros, correspondientes al modelo ajustado.

Razón de Mortalidad Estandarizada suavizada (RMEs)

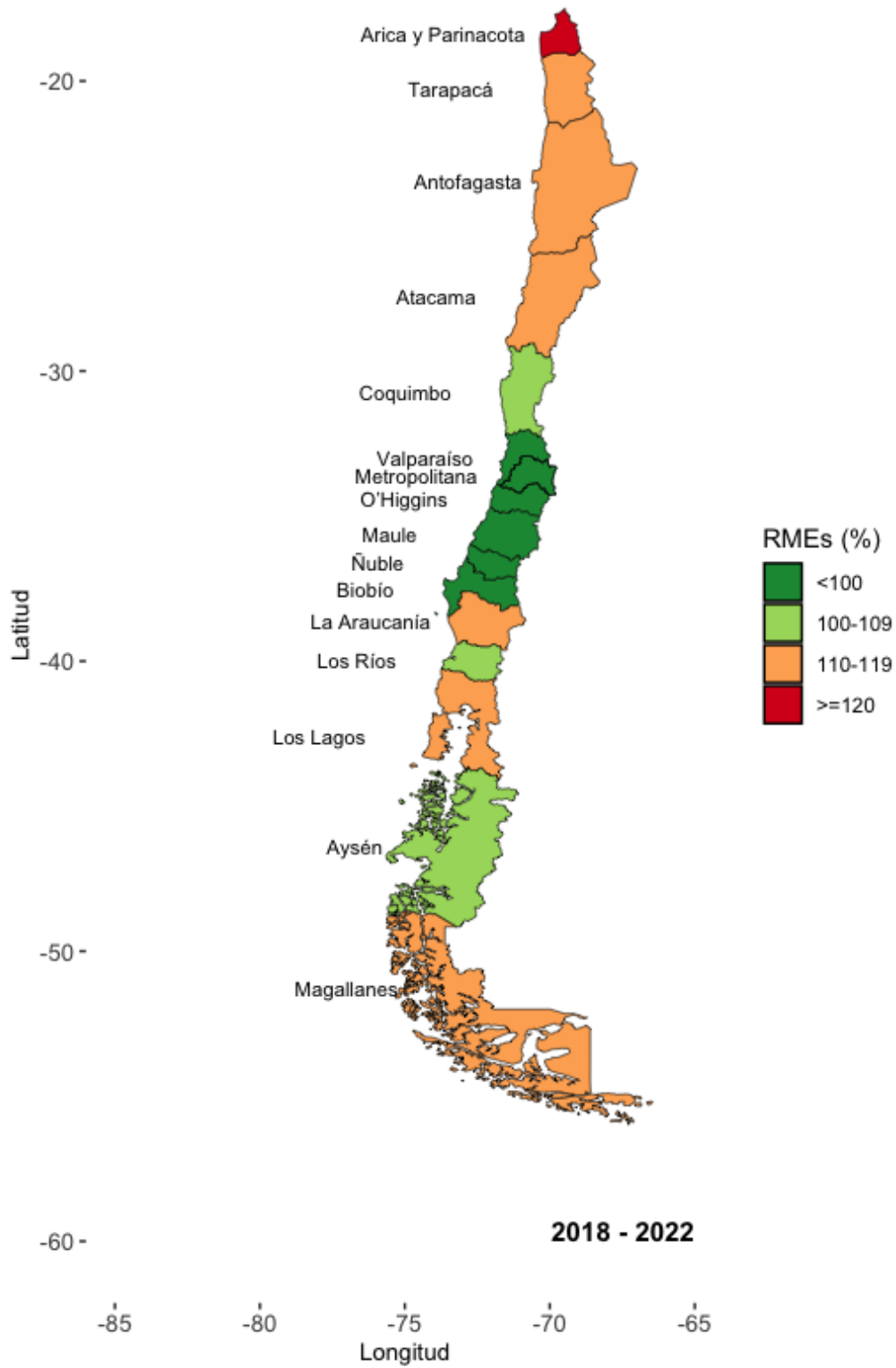


Figura 4.3: Riesgos Suavizados

En la Figura (4.3) se presentan los riesgos suavizados de mortalidad por enfermedad renal crónica en Chile durante el período 2008-2002, específicamente la media de las distribuciones. Como se ha mencionado anteriormente, se pueden observar regiones cuyos riesgos estimados estén por encima de 100. Esto indicaría que tienen un exceso de riesgo de mortalidad en comparación con la población chilena. También se identifican las regiones con riesgos inferiores a 100, lo que se traduce en un riesgo más bajo en comparación con la mortalidad de la población.

En este caso, se observa que se presentan más casos de mortalidad por enfermedad renal crónica en comparación con la media de Chile, en las regiones de Arica y Parinacota, Antofagasta, Atacama, Los Lagos, Tarapacá, La Araucanía, Magallanes. Las regiones de Aysén, Coquimbo y Los Ríos tiene un riesgo ligeramente superior a 100 (entre 100 y 109). Sin embargo, presentan un riesgo mayor en comparación con el promedio nacional en Chile.

En cambio, se puede observar un patrón dominado por las regiones ubicadas en la zona centro-sur de Chile (Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble y Biobío), donde los riesgos son menores que en Chile en su totalidad. Cabe recordar que el valor de 100 indica que el riesgo de la región es similar al de todo Chile.

Con el objetivo de cuantificar la evidencia estadística proporcionada por las estimaciones del riesgo en cada región, para ello se crearán mapas de la probabilidad de exceso de riesgo (RMEs > 100). Con el fin de representar estas probabilidades en el mapa, se han establecido las siguientes segmentaciones:

- Menor a 0.25
- Entre 0.25 y 0.49
- Entre 0.5 y 0.69
- Entre 0.7 y 0.94
- Mayor o igual a 0.95

Se utilizarán tonalidades verdes para los riesgos relativos con baja probabilidad de superar 100, tonos rojos para los riesgos relativos con alta probabilidad (áreas con exceso de riesgo, es decir, regiones donde el riesgo es mayor que en Chile), y el rango intermedio se representará con un tono claro. Una probabilidad se considerará alta cuando sea superior a 0.8 (o se encuentre en los dos últimos intervalos de segmentación).

Probabilidad que la Razón de Mortalidad Estandarizada sea mayor a 100

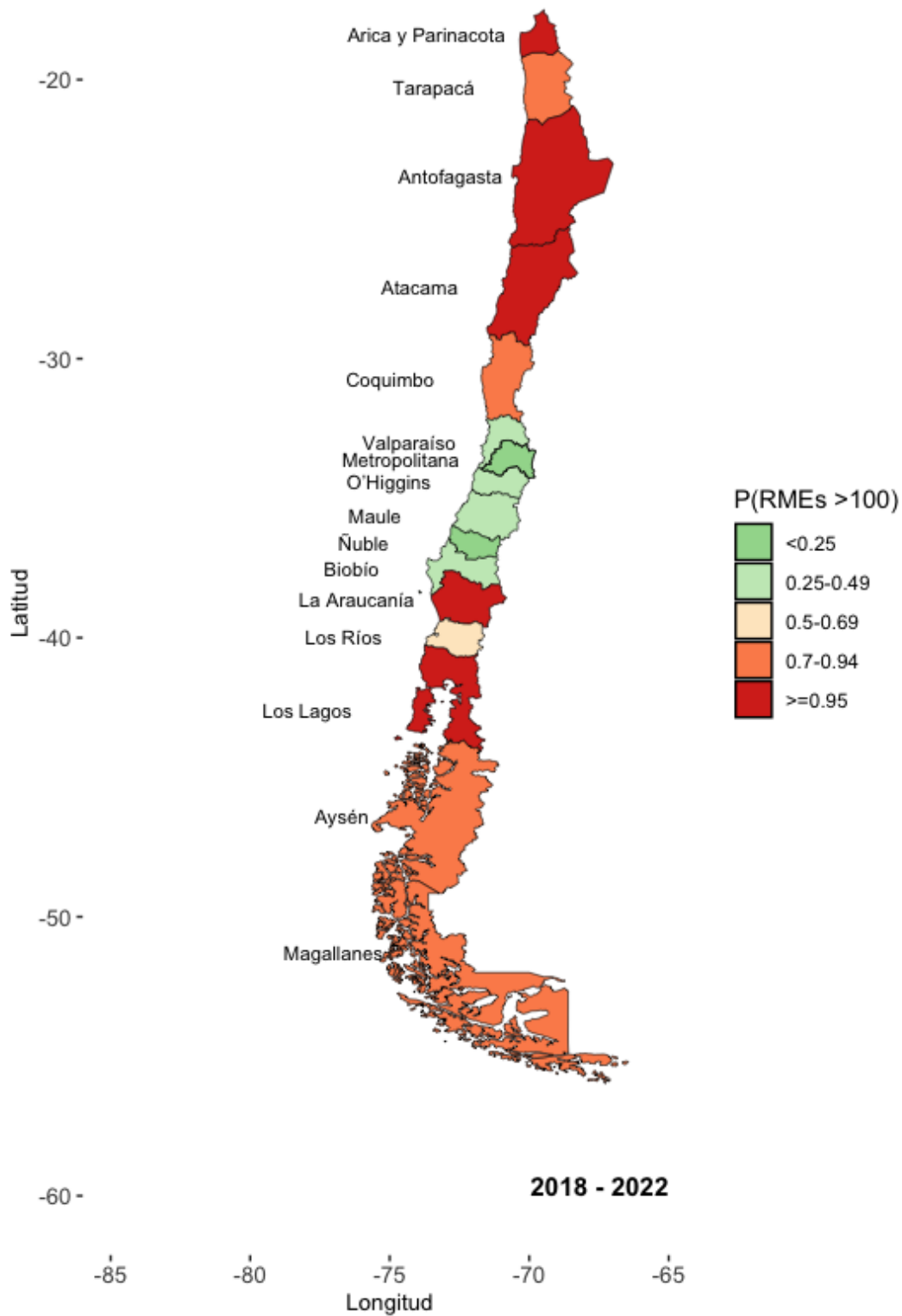


Figura 4.4: Probabilidad que la (RMES>100)

El mapa de la Figura 4.4 representa las probabilidades de las RMEs durante el período 2018-2022. Resulta interesante examinar las probabilidades asociadas a las regiones que en el mapa presentado en la Figura 4.3 mostraron un riesgo estimado por encima de 100. Estas regiones incluyen, entre otras: Arica y Parinacota, Antofagasta, Atacama, La Araucanía y Los Ríos. Observamos que todas estas regiones tienen una probabilidad superior a 0.95, lo que significa que existe con alta probabilidad de que el riesgo de mortalidad por enfermedad renal crónica en estas regiones sea mayor que el promedio en Chile. Además, con alta probabilidad (entre 0.7 y 0.94), también se encuentran las regiones de Tarapacá, Coquimbo, Aysén y Magallanes. Por el contrario, cabe destacar que, como se observó en el mapa de las RMEs, la zona centro-sur muestra las probabilidades más bajas de que la razón de mortalidad por ERC sea mayor a 100.

Para entender la distribución de las RMEs por enfermedad renal crónica en relación con las densidades, es recomendable revisar en el (Anexo C.1) la distribución de probabilidad correspondientes al período en cuestión.

Modelo 2: Enfermedad Renal Crónica y Deprivación

De manera totalmente análoga, se realiza el segundo análisis para el mismo período (2018-2022). Sin embargo, en esta ocasión, se evaluarán las RMEs en función con el nivel de deprivación en las diferentes regiones y si esta variable resulta significativa para estimar el riesgo de mortalidad por ERC en dichas regiones.

Para la ejecución de este modelo, el código que se empleó para su implementación en OpenBugs se presenta a continuación.

```

# Definición del modelo BYM para estimar los riesgos suavizados por región
model{

for (i in 1:N){
  #Poisson likelihood for observed counts
  O[i]~dpois(mu[i])
  log(mu[i])<-log(E[i])+alpha+u[i]+v[i]+ beta * depriv[i]
  # Relative Risk
  theta[i]<-exp(alpha+u[i]+v[i]+ beta * depriv[i])
  # Probabilidad de exceso de riesgo theta_i>1
  PP[i] <- step(theta[i]-1+eps)
  # Prior distribution for the uncorrelated heterogeneity
  v[i]~dnorm(0,tau.v)
}

eps<-1.0E-6
#CAR distribution for the spatial correlated heterogeneity
u[1:N]~car.normal(adj[],weights[],num[],tau.u)

# Weights
for (k in 1:sumNumNeigh){
  weights[k]<-1
}

# Improper distribution for the mean relative risk in the study region
alpha~dflat()
mean<-exp(alpha)

#Other priors
beta ~ dnorm(0.0, 1.0E-5)
#Hyperprior distributions on inverse variance parameters of random effects
tau.u~dgamma(0.5,0.0005)
tau.v~dgamma(0.5,0.0005)
}

#Datos
data {N = 16,
# N: Número de regiones
# O: Muertes observadas por región
# E: Muertes esperadas por región
# depriv: Deprivación por región
# adj: Matriz de adyacencia
} }

```

Figura 4.5: Especificación del Modelo 2

Los riesgos suavizados de cada región se muestran a continuación en la tabla siguiente.

Estadísticos a posterioris

Región	Nodo	Media	Desv. Estándar	MC error	2,5 %	Mediana	97.5 %	start	sample
—	alpha	-0.1427	0.4899	0.01005	-1.099	-0.1499	0.8489	3001	30000
—	beta	0.343	0.9037	0.01834	-1.487	0.3582	2.113	3001	30000
Arica y Parinacota	θ_1	1.225	0.1055	0.001542	1.039	1.218	1.451	3001	30000
Tarapacá	θ_2	1.104	0.08334	0.001681	0.94	1.104	1.271	3001	30000
Antofagasta	θ_3	1.121	0.07201	0.001122	0.9889	1.117	1.271	3001	30000
Atacama	θ_4	1.108	0.07375	0.001062	0.979	1.103	1.269	3001	30000
Coquimbo	θ_5	1.047	0.05144	4.609E-4	0.9477	1.046	1.152	3001	30000
Valparaíso	θ_6	0.9845	0.03338	2.763E-4	0.9194	0.9842	1.052	3001	30000
Metropolitana	θ_7	0.9597	0.0201	1.35E-4	0.9213	0.9595	0.9999	3001	30000
O'Higgins	θ_8	0.9821	0.04294	4.296E-4	0.8993	0.9814	1.07	3001	30000
Maule	θ_9	0.9965	0.04457	5.251E-4	0.9119	0.9958	1.086	3001	30000
Ñuble	θ_{10}	0.922	0.05616	9.168E-4	0.8054	0.9243	1.025	3001	30000
Biobío	θ_{11}	0.9756	0.0386	3.875E-4	0.8989	0.9758	1.051	3001	30000
La Araucanía	θ_{12}	1.106	0.05113	7.86E-4	1.013	1.104	1.214	3001	30000
Los Ríos	θ_{13}	1.016	0.06275	0.001096	0.8905	1.017	1.137	3001	30000
Los Lagos	θ_{14}	1.108	0.05546	6.69E-4	1.006	1.106	1.222	3001	30000
Aysén	θ_{15}	1.058	0.0958	0.002036	0.8699	1.059	1.25	3001	30000
Magallanes	θ_{16}	1.074	0.0994	0.001418	0.8948	1.07	1.285	3001	30000

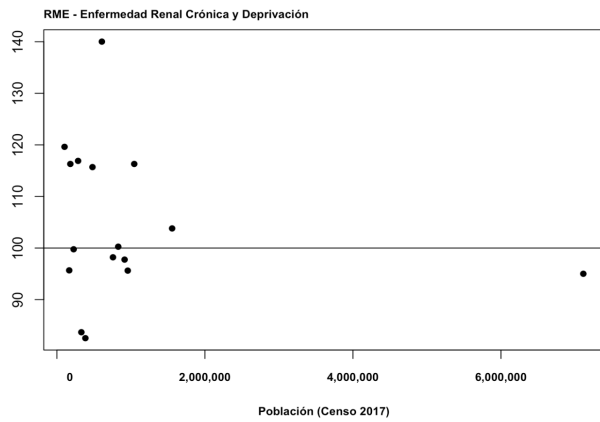
Tabla 4.5: Modelo 2 ERC y deprivación: Parámetros estimados para θ

En primer lugar, según las estimaciones de los parámetros, la variable deprivación no resulta significativa en el modelo propuesto para explicar el riesgo de mortalidad por ERC en las regiones.

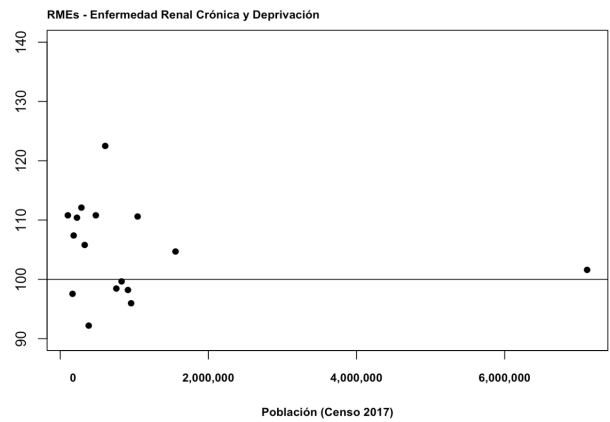
Resultados Ajuste del Modelo

Modelo	Dbar	Dhat	pD	DIC
Modelo 1	133.2	141.7	-8.528	124.7
Modelo 2	133.4	133.7	-0.285	133.2

Tabla 4.6: DIC Modelo Propuesto



(a) RME



(b) RMEs

Figura 4.6: Gráfico de dispersión de RMEs Enfermedad Renal Crónica versus número de habitantes por región según Censo 2017

De manera análoga al apartado anterior, se construyen los intervalos para asignar distintos colores y poder observar qué regiones tienen un riesgo por encima de 100 (representados en colores rojos) y cuáles por debajo de 100 (representados en colores verdes).

Los resultados se representan gráficamente a continuación

Razón de Mortalidad Estandarizada suavizada (RMEs)

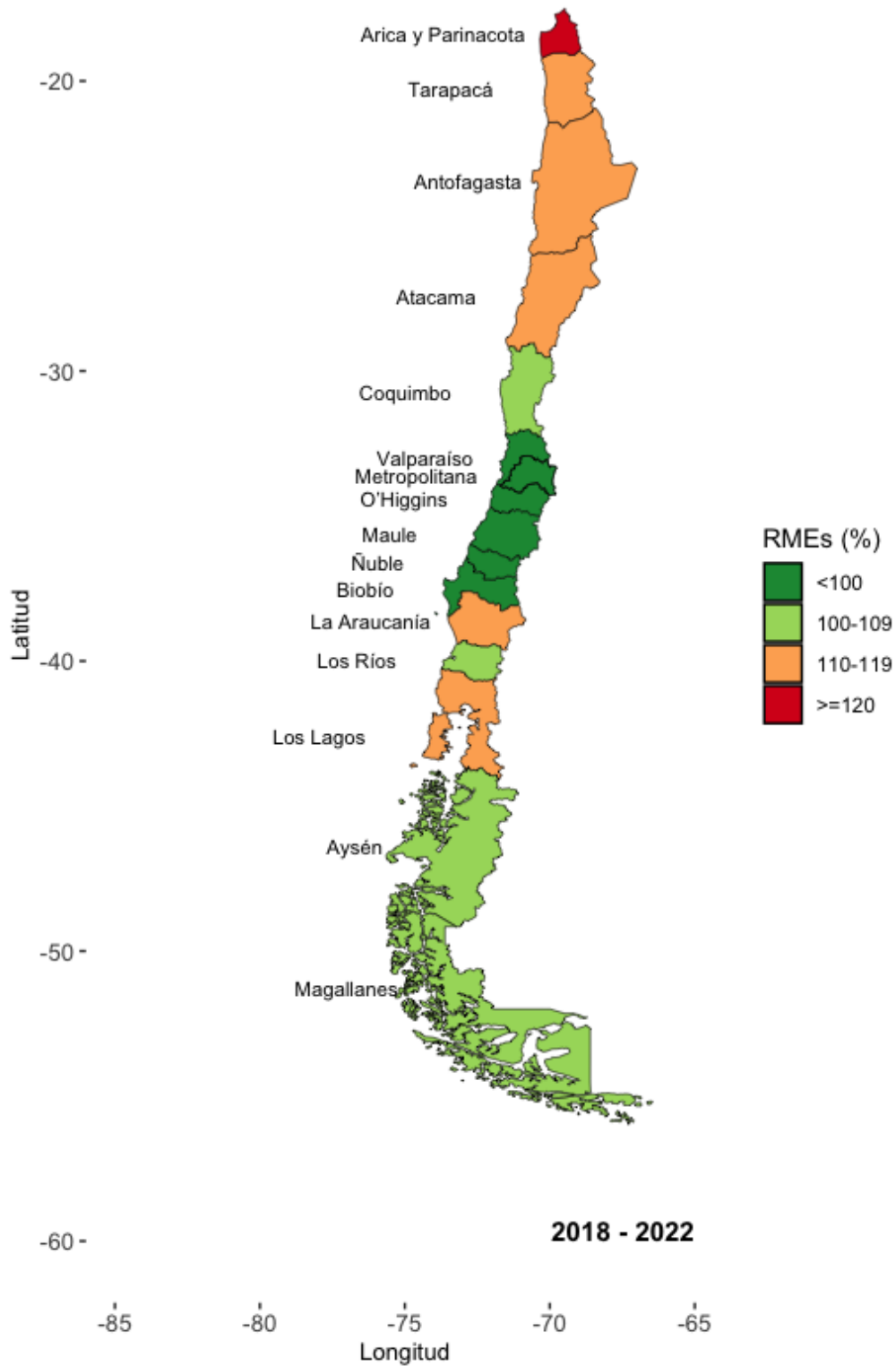


Figura 4.7: Mapa de Razón de Mortalidad Estandarizada suavizada (RMEs) para ERC

Al analizar el mapa mostrado en la Figura (4.7), es evidente que las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, La Araucanía y Los Lagos presentan un riesgo de mortalidad por encima de 100. Esto implica que en estas regiones, el riesgo de fallecer debido a la ERC es mayor en comparación con el riesgo en el resto de Chile. Cabe destacar que estas RMEs están ajustadas por el nivel de deprivación en las respectivas regiones.

Al comparar con la Figura (4.3), se observa que los mapas de riesgos suavizados son muy similares. Sin embargo, solo se encuentran diferencias en los riesgos suavizados ajustados por la deprivación en la región de Magallanes. Mientras que en la Figura (4.3) tenía una RMEs de 110-119, en el nuevo ajuste por deprivación su rango varía a 100-109.

A continuación, se examina con qué probabilidad se pueden respaldar estas afirmaciones. Siguiendo un enfoque similar al apartado anterior, se realiza un mapa para el período (2018-2022) que indica la probabilidad de que el riesgo estimado supere 100. Para ello, se seguirán utilizando los mismos colores previamente empleados: tonalidades verdes para los riesgos relativos con baja probabilidad de superar 100, tonos rojos para los riesgos relativos con alta probabilidad, y el rango intermedio se representará en una tonalidad más clara.

Probabilidad que la Razón de Mortalidad Estandarizada sea mayor a 100

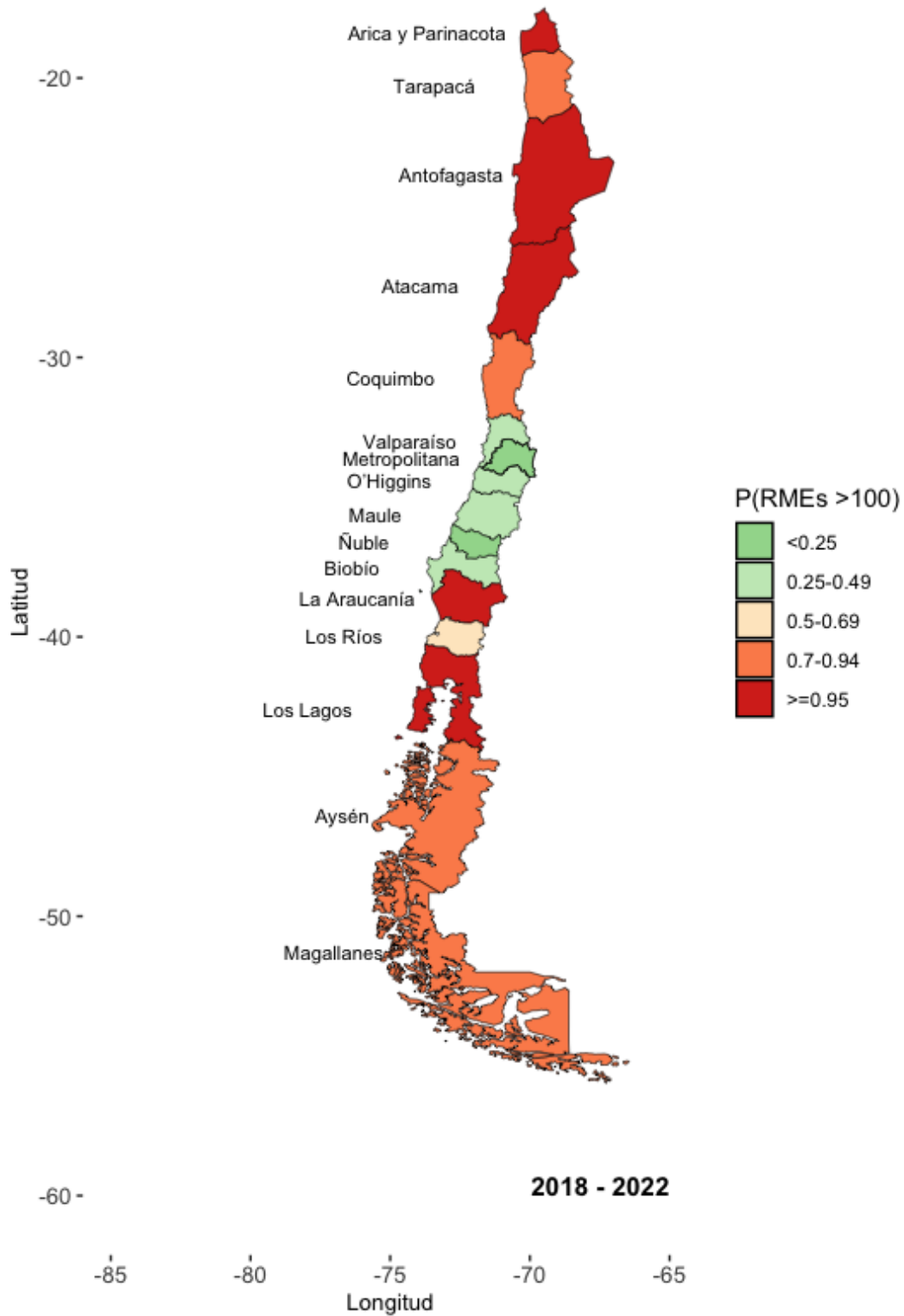


Figura 4.8: Mapa de Razón de Mortalidad Estandarizada suavizada (RMEs) para ERC

El mapa de las probabilidades de los riesgos suavizados en el período que comprende los años 2018-2022, Figura (4.8), muestra que las regiones de Arica y Parinacota, Antofagasta, Atacama, La Araucanía y Los Lagos, que presentaban un exceso de riesgo de mortalidad por enfermedad renal crónica, tienen una probabilidad superior a 0.95. En otras palabras, es muy probable que las personas de estas regiones tengan un mayor riesgo de morir por ERC que en Chile en general. Con una probabilidad de entre 0.7-0.94, se encuentran las regiones de Tarapacá, Coquimbo, Aysén y Magallanes, que también mostraban un riesgo de mortalidad por encima de 100 en el mapa representado en la figura (4.7).

Por el contrario, las regiones con un menor riesgo de mortalidad por ERC son Valparaíso, la Región Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble y Biobío, con una probabilidad entre 0.25 y 0.49. Le sigue la región de Los Ríos, con una probabilidad entre 0.5 y 0.69, como se puede observar en la figura (4.8).

Por último, cabe señalar que la función de densidad de las RMEs, que han sido ajustadas por el índice de deprivación, se detalla en el (Anexo C.1).

4.4. Modelo Espaciales Región Metropolitana

A continuación, se realizará un análisis de las Razones de Mortalidad Estandarizadas (RMEs) por enfermedad renal crónica (ERC), enfocado en el mismo período. Sin embargo, en esta ocasión, el enfoque se centrará en las Comunas de la Región Metropolitana. Posteriormente, se examinará cómo se comportan las RMEs y su relación con el índice de deprivación en estas comunas.

Para calcular los riesgos suavizados correspondientes al período 2018-2022 en las comunas de la Región Metropolitana, se realizó una estandarización utilizando las tasas específicas por edad del mismo período. Estas tasas se calcularon considerando la totalidad de la Región Metropolitana. Esto implica que las Razones de Mortalidad Estandarizadas (RMEs) tienen como referencia la mortalidad en toda la Región Metropolitana.

Modelo 3: Enfermedad Renal Crónica

Para este modelo, se empleó la misma fórmula que en la sección anterior (Tabla 4.1) para poder implementarlo en el software OpenBugs y obtener los riesgos suavizados correspondientes a cada comuna.

En esa ocasión fue necesario definir una nueva matriz de adyacencia para las comunas de la Región Metropolitana, los datos utilizados en este modelo y la matriz de adyacencia se definen en el (Anexo C.5 y F.1) respectivamente.

Estadísticos a posterioris

Comuna	Nodo	Media	Desv. Est	MC error	2,5 %	Mediana	97.5 %	start	sample
—	alpha	0.01072	0.03935	6.31E-4	-0.07063	0.01114	0.08923	3001	30000
Paine	θ_1	0.9966	0.1809	0.001902	0.6767	0.9847	1.387	3001	30000
Buín	θ_2	1.385	0.2089	0.001411	1.012	1.372	1.829	3001	30000
Pudahuel	θ_3	1.219	0.1379	8.82E-4	0.9651	1.214	1.504	3001	30000
Cerro Navia	θ_4	1.599	0.1891	0.001347	1.253	1.591	1.994	3001	30000
Colina	θ_5	0.8406	0.1466	0.001038	0.5829	0.8318	1.157	3001	30000
Tiltil	θ_6	1.083	0.2973	0.001837	0.5984	1.05	1.762	3001	30000
Lampa	θ_7	1.07	0.1893	0.0016	0.7373	1.056	1.482	3001	30000
Huechuraba	θ_8	1.118	0.1824	0.00352	0.7995	1.106	1.512	3001	30000
Conchalí	θ_9	1.044	0.1303	8.77E-4	0.8074	1.039	1.318	3001	30000
María Pinto	θ_{10}	1.152	0.3293	0.004056	0.6283	1.11	1.927	3001	30000
Curacaví	θ_{11}	1.19	0.2332	0.002078	0.7861	1.171	1.709	3001	30000
La Pintana	θ_{12}	1.275	0.1645	0.001055	0.9748	1.268	1.624	3001	30000
El Bosque	θ_{13}	1.046	0.1295	0.001469	0.8098	1.042	1.318	3001	30000
Estación Central	θ_{14}	0.9375	0.1115	8.605E-4	0.7341	0.9326	1.167	3001	30000
Pedro Aguirre Cerda	θ_{15}	1.435	0.1735	0.002752	1.117	1.427	1.798	3001	30000
Recoleta	θ_{16}	1.166	0.1371	0.002966	0.9176	1.158	1.455	3001	30000
Independencia	θ_{17}	0.7655	0.1215	8.656E-4	0.5442	0.7579	1.022	3001	30000
Isla de Maipo	θ_{18}	1.326	0.2599	0.002702	0.8818	1.304	1.9	3001	30000
Lo Espejo	θ_{19}	1.294	0.1739	0.001427	0.9809	1.284	1.663	3001	30000
La Cisterna	θ_{20}	0.8633	0.1319	0.00271	0.6219	0.8575	1.135	3001	30000
La Florida	θ_{21}	0.9048	0.08416	7.511E-4	0.7449	0.9026	1.075	3001	30000
Penalolen	θ_{22}	1.172	0.1309	0.002293	0.9303	1.167	1.442	3001	30000
Las Condes	θ_{23}	0.5145	0.05815	4.746E-4	0.4081	0.5127	0.6345	3001	30000
La Reina	θ_{24}	0.7763	0.1247	0.002326	0.5531	0.7691	1.04	3001	30000
Lo Barnechea	θ_{25}	0.695	0.1334	0.002616	0.4627	0.6854	0.984	3001	30000
Vitacura	θ_{26}	0.5487	0.09653	0.001298	0.3756	0.5438	0.7514	3001	30000
Quinta Normal	θ_{27}	0.8129	0.1183	0.001207	0.5978	0.8074	1.06	3001	30000
Lo Prado	θ_{28}	1.136	0.1604	0.001375	0.8456	1.129	1.477	3001	30000
Cerrillos	θ_{29}	0.8314	0.147	0.002483	0.5655	0.8238	1.138	3001	30000
Maipú	θ_{30}	1.071	0.0884	6.168E-4	0.903	1.069	1.25	3001	30000
Melipilla	θ_{31}	1.068	0.142	0.001609	0.8062	1.062	1.36	3001	30000
Macul	θ_{32}	1.197	0.1448	0.001471	0.9304	1.191	1.497	3001	30000
Nunoa	θ_{33}	0.83	0.08581	7.163E-4	0.6704	0.8269	1.008	3001	30000
Peñaflor	θ_{34}	1.448	0.2148	0.001954	1.065	1.435	1.905	3001	30000
Padre Hurtado	θ_{35}	1.167	0.2125	0.002826	0.7926	1.153	1.622	3001	30000
Puente Alto	θ_{36}	1.178	0.09582	5.472E-4	0.9981	1.175	1.375	3001	30000
Quilicura	θ_{37}	1.158	0.1599	0.00112	0.8722	1.15	1.489	3001	30000
Renca	θ_{38}	1.052	0.1428	9.473E-4	0.7933	1.045	1.354	3001	30000
Calera de Tango	θ_{39}	1.09	0.2503	0.005275	0.6581	1.069	1.646	3001	30000
San Bernardo	θ_{40}	1.115	0.1131	0.001087	0.9056	1.111	1.348	3001	30000
San José de Maipo	θ_{41}	1.139	0.2725	0.007196	0.7091	1.103	1.773	3001	30000
Pirque	θ_{42}	0.9654	0.2193	0.003412	0.5896	0.947	1.45	3001	30000
San Joaquín	θ_{43}	0.6912	0.112	0.001198	0.4887	0.6862	0.9257	3001	30000
San Miguel	θ_{44}	0.9747	0.1266	9.718E-4	0.7405	0.9694	1.237	3001	30000
San Ramón	θ_{45}	1.33	0.1876	0.001283	0.9918	1.318	1.728	3001	30000
La Granja	θ_{46}	1.128	0.1528	0.001039	0.8533	1.12	1.445	3001	30000
Providencia	θ_{47}	0.7571	0.09716	0.001859	0.5807	0.7517	0.9644	3001	30000
Santiago	θ_{48}	0.7698	0.07897	7.367E-4	0.6216	0.7683	0.9305	3001	30000
El Monte	θ_{49}	1.17	0.2514	0.005199	0.7345	1.148	1.716	3001	30000
Talagante	θ_{50}	1.34	0.2204	0.003012	0.9478	1.326	1.813	3001	30000
San Pedro	θ_{51}	0.9473	0.2894	0.003304	0.4716	0.9157	1.602	3001	30000
Alhué	θ_{52}	0.8805	0.2698	0.003074	0.4426	0.8497	1.499	3001	30000

Tabla 4.7: Modelo 3 ERC: Parámetros estimados para θ

Resultados Ajuste del Modelo

Modelo	Dbar	Dhat	pD	DIC
Modelo 1	322.2	315.6	6.54	328.7

Tabla 4.8: DIC Modelo Propuesto

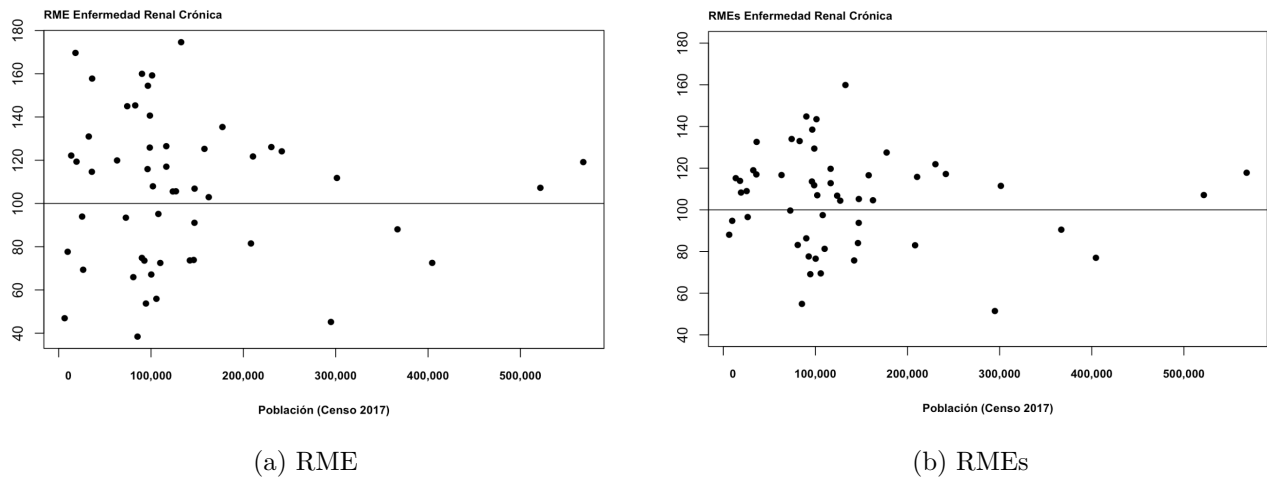


Figura 4.9: Gráfico de dispersión de RMEs Enfermedad Renal Crónica versus número de habitantes por comuna según Censo 2017

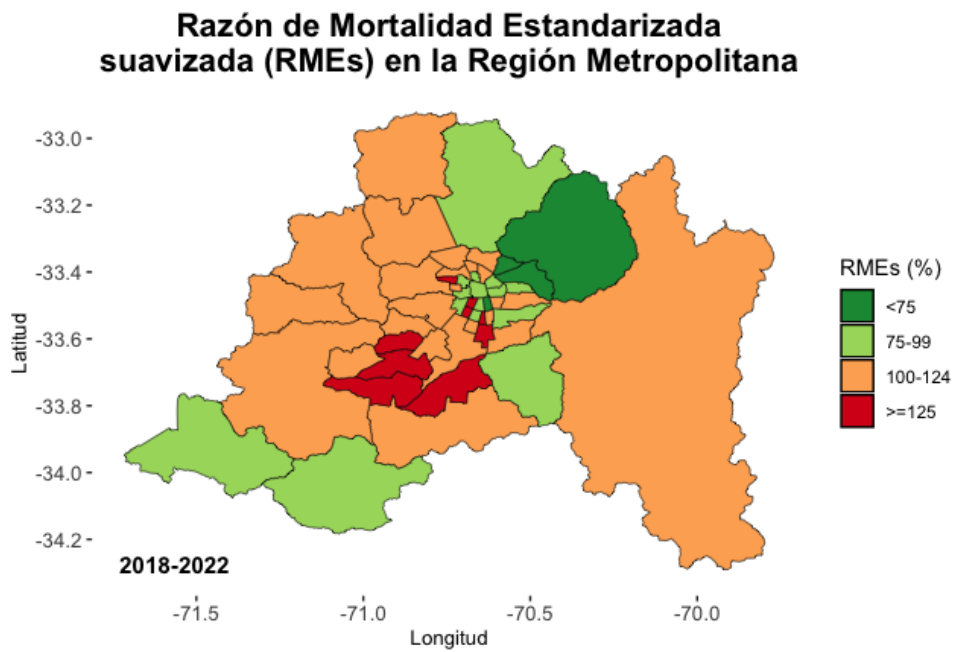


Figura 4.10: RMEs en la Región Metropolitana

En la Figura (4.10) se presentan los riesgos de mortalidad suavizados para la Región Metropolitana durante el período de 2018-2022. Utilizando la misma paleta de colores utilizada en las representaciones geográficas anteriores de riesgos suavizados, es posible observar las disparidades en los niveles de riesgo de mortalidad por enfermedad renal crónica. En esta figura, resalta que comunas como Cerro Navia, Peñaflor, Pedro Aguirre Cerda, Buin, Talagante, San Ramón, Isla de Maipo, Lo Espejo y La Pintana presentan un exceso significativo de riesgo (mayor o igual a 125). En contraste, otras comunas como Las Condes, Vitacura, San Joaquín, Lo Barnechea, Providencia, Independencia, Santiago y La Reina, entre otras que se aprecian en el mapa, muestran niveles de riesgo más bajos (entre 75 y 99).

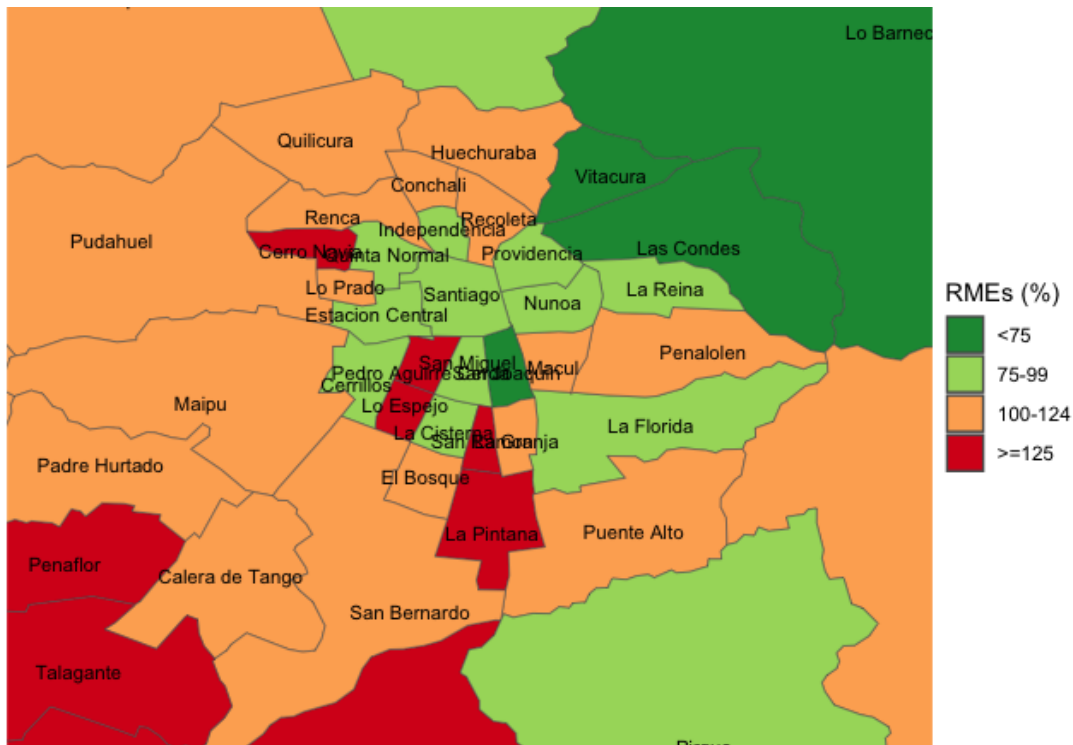


Figura 4.11: Zoom: RMEs en la Región Metropolitana

En la Figura (4.10) se presentan los riesgos de mortalidad suavizados para la Región Metropolitana durante el período de 2018-2022. Utilizando la misma paleta de colores utilizada en las representaciones geográficas anteriores de riesgos suavizados, es posible observar las disparidades en los niveles de riesgo de mortalidad por enfermedad renal crónica. En esta figura, resalta que comunas como Cerro Navia, Peñaflor, Pedro Aguirre Cerda, Buin, Talagante, San Ramón, Isla de Maipo, Lo Espejo y La Pintana presentan un exceso significativo de riesgo (mayor o igual a 125). En contraste, otras comunas como Las Condes, Vitacura, San Joaquín, Lo Barnechea, Providencia, Independencia, Santiago y La Reina, entre otras que se aprecian en el mapa, muestran niveles de riesgo más bajos (entre 75 y 99).

Posteriormente, se calcula la probabilidad de que los riesgos estimados de mortalidad por enfermedad renal crónica en la Región Metropolitana sean mayores a 100 para cada comuna.

Probabilidad que la Razón de Mortalidad Estandarizada sea mayor a 100

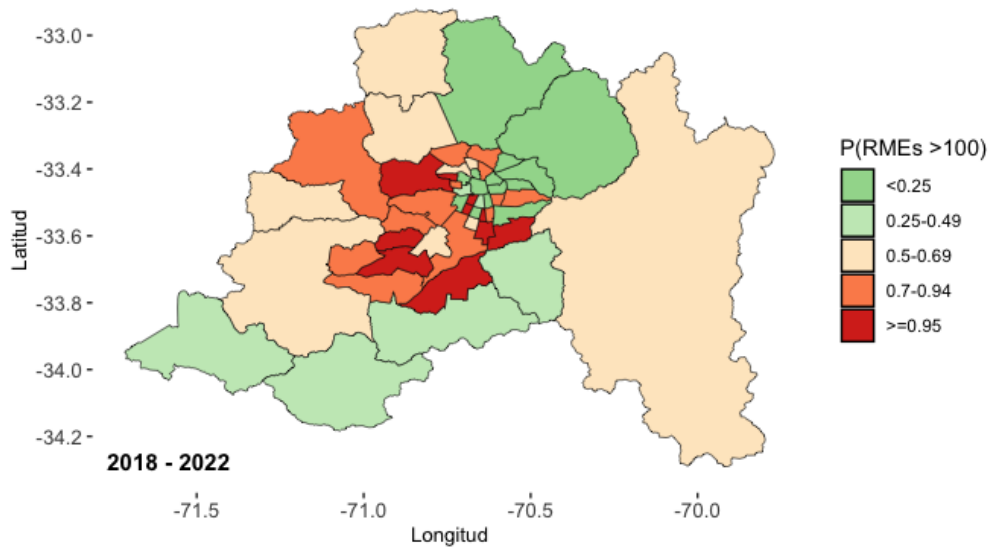
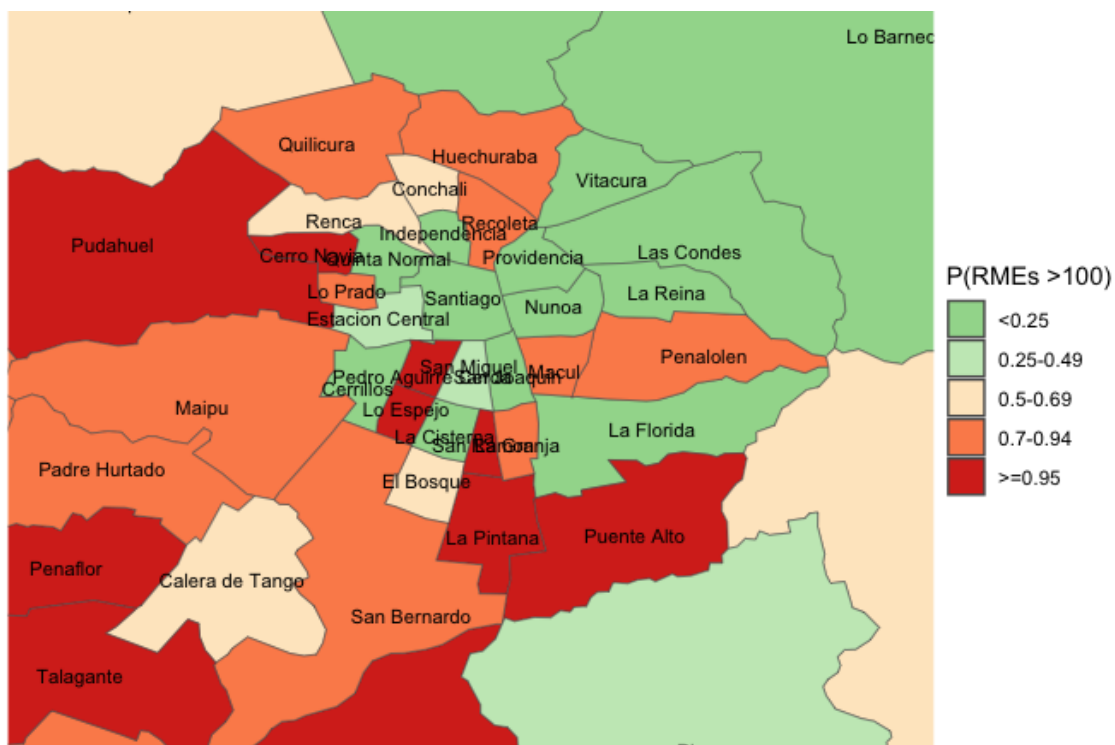


Figura 4.12: Probabilidad que la RMEs >100

En la Figura (4.12) se presenta la probabilidad de que los riesgos estimados superen el valor de 100 para cada comuna. Esto se hace siguiendo las tonalidades, segmentaciones e interpretaciones que ya se han detallado en el apartado anterior. Al analizar el gráfico, se puede observar un patrón interesante: varias comunas, como Cerro Navia, Peñaflores, Pedro Aguirre Cerda, Buin, Talagante, San Ramón, Isla de Maipo, Lo Espejo y La Pintana, que previamente presentaban un riesgo de mortalidad asociado a enfermedad renal crónica suavizado superior a 125 según la Figura 4.10, ahora muestran una alta probabilidad de que el riesgo estimado sea mayor que 100, con una probabilidad mayor o igual al 0.95.

Además, cabe mencionar que comunas como Recoleta, Quilicura, San Bernardo, La Granja, Peñalolén, Ñuñoa y Melipilla, entre otras que se visualizan en el mapa, tengan una probabilidad significativa de que el riesgo estimado sea mayor que 100, con una probabilidad que se encuentra entre 0.7 y 0.94.



La función de densidad de los riesgos suavizados se representa en el (Anexo C.1), proporcionando una representación más detallada de la distribución de los riesgos en las diferentes comunas.

Modelo 4: Enfermedad Renal Crónica y Deprivación

Siguiendo la metodología utilizada en análisis anteriores en diferentes regiones, se procederá a analizar la Razón de Mortalidad Estandarizada en cada comuna de la Región Metropolitana. En este modelo propuesto, se estudiará la relación entre la mortalidad por enfermedad renal crónica (ERC) y el índice de deprivación. Este análisis mantendrá su enfoque en el período comprendido entre los años 2018 y 2022.

Veáse en el Anexo (C.7 y F.1) los datos utilizados para la implementación de este modelo.

Estadísticos a posterioris

Comuna	Nodo	Media	Desv. Est	MC error	2,5 %	Mediana	97.5 %	start	sample
—	alpha	-1.537	0.2394	0.003404	-2.006	-1.539	-1.064	3001	30000
—	beta	2.962	0.4507	0.006383	2.069	2.967	3.845	3001	30000
Paine	θ_1	1.076	0.1451	0.001207	0.804	1.071	1.377	3001	30000
Buín	θ_2	1.215	0.1623	0.001756	0.942	1.2	1.572	3001	30000
Pudahuel	θ_3	1.178	0.1212	9.373E-4	0.9588	1.171	1.435	3001	30000
Cerro Navia	θ_4	1.553	0.1652	0.001788	1.258	1.543	1.9	3001	30000
Colina	θ_5	0.8977	0.1191	0.001009	0.6729	0.8943	1.144	3001	30000
Tiltil	θ_6	0.9186	0.1579	0.001172	0.6515	0.9025	1.276	3001	30000
Lampa	θ_7	0.9991	0.1361	9.713E-4	0.7564	0.9893	1.294	3001	30000
Huechuraba	θ_8	1.085	0.1398	0.001392	0.8411	1.073	1.393	3001	30000
Conchalí	θ_9	1.112	0.1167	8.254E-4	0.8933	1.108	1.351	3001	30000
María Pinto	θ_{10}	1.151	0.1945	0.001427	0.8111	1.135	1.582	3001	30000
Curacaví	θ_{11}	1.328	0.1901	0.001559	0.9813	1.317	1.733	3001	30000
La Pintana	θ_{12}	1.424	0.1547	0.001175	1.135	1.42	1.739	3001	30000
El Bosque	θ_{13}	1.132	0.1207	0.001048	0.9036	1.13	1.375	3001	30000
Estación Central	θ_{14}	0.9626	0.09991	7.145E-4	0.7751	0.9598	1.168	3001	30000
Pedro Aguirre Cerda	θ_{15}	1.423	0.1517	0.00173	1.154	1.413	1.748	3001	30000
Recoleta	θ_{16}	1.203	0.118	0.001018	0.9886	1.197	1.454	3001	30000
Independencia	θ_{17}	0.8786	0.1124	0.001448	0.6635	0.8774	1.103	3001	30000
Isla de Maipo	θ_{18}	1.222	0.1818	0.001563	0.9112	1.204	1.631	3001	30000
Lo Espejo	θ_{19}	1.341	0.1495	0.001062	1.068	1.333	1.659	3001	30000
La Cisterna	θ_{20}	0.8849	0.1077	0.00104	0.6782	0.8836	1.1	3001	30000
La Florida	θ_{21}	0.9065	0.0759	5.599E-4	0.7603	0.9057	1.06	3001	30000
Peñalolen	θ_{22}	1.179	0.1128	8.692E-4	0.9728	1.172	1.418	3001	30000
Las Condes	θ_{23}	0.514	0.0547	6.545E-4	0.4113	0.5126	0.6248	3001	30000
La Reina	θ_{24}	0.751	0.09462	6.439E-4	0.5778	0.746	0.9494	3001	30000
Lo Barnechea	θ_{25}	0.6478	0.09386	7.062E-4	0.4738	0.6439	0.8426	3001	30000
Vitacura	θ_{26}	0.5117	0.07377	7.455E-4	0.3727	0.5097	0.662	3001	30000
Quinta Normal	θ_{27}	0.8876	0.1077	0.001242	0.6842	0.8857	1.104	3001	30000
Lo Prado	θ_{28}	1.191	0.1372	8.886E-4	0.9331	1.186	1.479	3001	30000
Cerrillos	θ_{29}	0.958	0.1323	0.001587	0.7048	0.9568	1.218	3001	30000
Maipú	θ_{30}	1.036	0.0805	6.374E-4	0.8864	1.033	1.202	3001	30000
Melipilla	θ_{31}	1.17	0.1328	0.001516	0.9191	1.167	1.439	3001	30000
Macul	θ_{32}	1.126	0.1236	0.001212	0.9096	1.117	1.39	3001	30000
Ñuñoa	θ_{33}	0.7906	0.07469	4.33E-4	0.6533	0.7877	0.946	3001	30000
Peñaflor	θ_{34}	1.304	0.1688	0.00185	1.014	1.29	1.67	3001	30000
Padre Hurtado	θ_{35}	1.03	0.1456	0.00148	0.7775	1.017	1.353	3001	30000
Puente Alto	θ_{36}	1.156	0.08824	6.627E-4	0.9925	1.153	1.337	3001	30000
Quilicura	θ_{37}	1.14	0.1312	9.494E-4	0.9052	1.132	1.423	3001	30000
Renca	θ_{38}	1.154	0.1304	9.69E-4	0.9072	1.151	1.421	3001	30000
Calera de Tango	θ_{39}	1.117	0.1721	0.002017	0.8041	1.108	1.486	3001	30000
San Bernardo	θ_{40}	1.158	0.1075	9.872E-4	0.9516	1.156	1.375	3001	30000
San José de Maipo	θ_{41}	1.02	0.1648	0.001425	0.7456	1.001	1.397	3001	30000
Pirque	θ_{42}	0.7525	0.1219	0.001176	0.5361	0.7443	1.02	3001	30000
San Joaquín	θ_{43}	0.8298	0.1145	0.001744	0.6119	0.8275	1.057	3001	30000
San Miguel	θ_{44}	0.8911	0.1026	7.916E-4	0.7061	0.8838	1.11	3001	30000
San Ramón	θ_{45}	1.371	0.1586	0.001316	1.085	1.362	1.708	3001	30000
La Granja	θ_{46}	1.2	0.1331	9.695E-4	0.9514	1.195	1.477	3001	30000
Providencia	θ_{47}	0.6297	0.07967	8.787E-4	0.4894	0.6244	0.7999	3001	30000
Santiago	θ_{48}	0.7207	0.06912	4.557E-4	0.5909	0.7181	0.865	3001	30000
El Monte	θ_{49}	1.233	0.1813	0.001778	0.9019	1.223	1.625	3001	30000
Talagante	θ_{50}	1.316	0.1716	0.001609	1.013	1.302	1.69	3001	30000
San Pedro	θ_{51}	0.7349	0.1329	0.001037	0.5009	0.7251	1.03	3001	30000
Alhué	θ_{52}	0.7151	0.1295	0.001185	0.4812	0.7084	0.9972	3001	30000

Tabla 4.9: Modelo 4 ERC: Parámetros estimados para θ

Resultados Ajuste del Modelo

Modelo	Dbar	Dhat	pD	DIC
Modelo 1	322.2	315.6	6.54	328.7
Modelo 2 RM (depriv)	322.1	318.2	3.952	326.1

Tabla 4.10: DIC Modelo Propuesto

La inclusión de la deprivación como variable explicativa en el modelo demostró ser significativa para estimar el riesgo de mortalidad por Enfermedad Renal Crónica en las comunas de la Región Metropolitana. Además, según el Criterio de Información Deviance (DIC), el ajuste del modelo fue claramente superior al del modelo nulo.

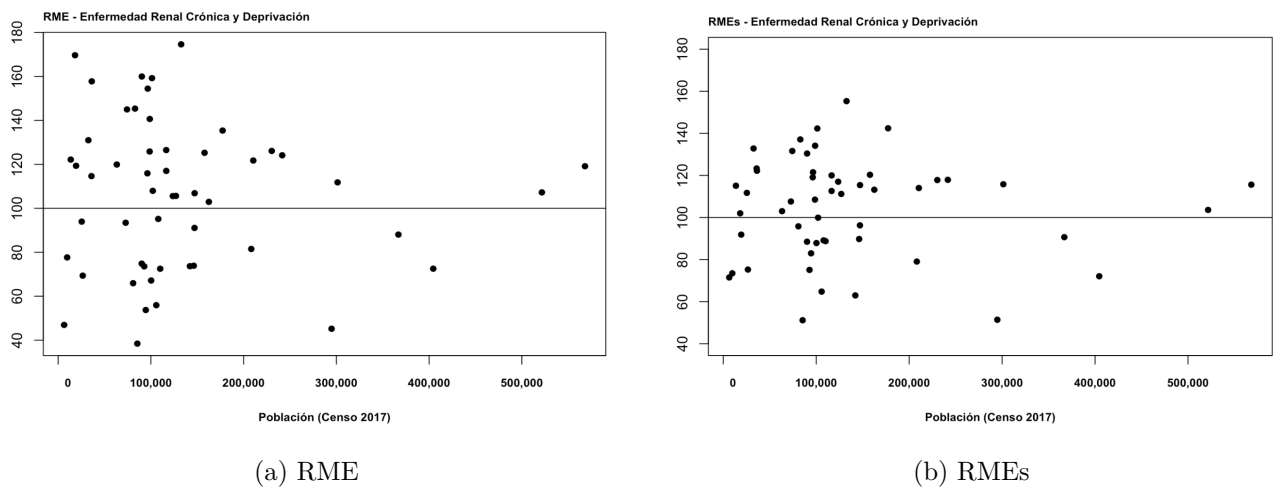


Figura 4.13: Gráfico de dispersión de RMEs Enfermedad Renal Crónica versus número de habitantes por comuna según Censo 2017

La Figura (4.14) muestra los riesgos de mortalidad suavizados para la Región Metropolitana durante el período de 2018 a 2022. En esta instancia, se llevará a cabo una comparación con la RMEs presentada en la Figura (4.10). El objetivo es contrastar estos resultados y evaluar si las comunas incrementan, disminuyen o mantienen el riesgo de mortalidad por ERC en relación con su índice de deprivación.

Razón de Mortalidad Estandarizada suavizada (RMEs) en la Región Metropolitana

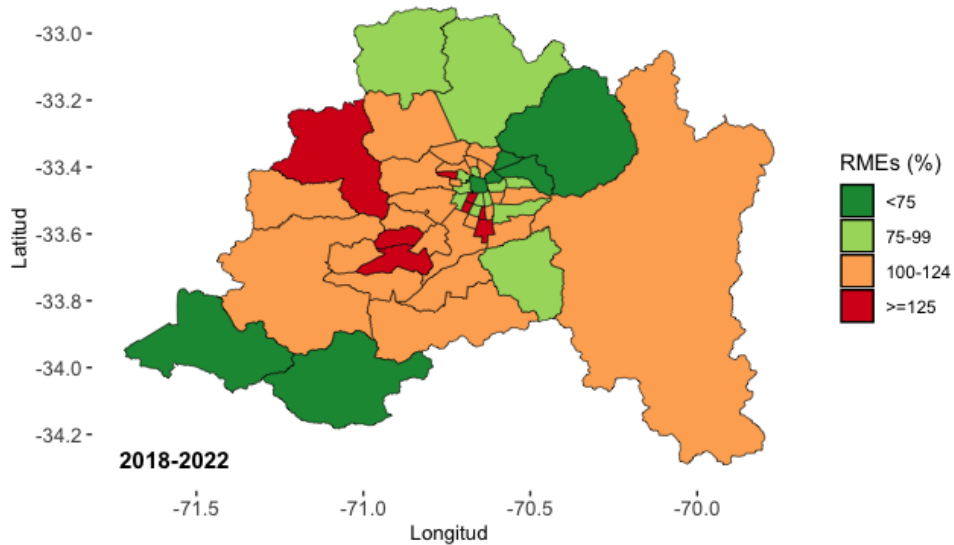


Figura 4.14: RMEs para ERC en la Región Metropolitana

Al comparar la Figura actual con el mapa presentado en la sección anterior, se observa una notoria similitud entre los mapas que representan los riesgos suavizados y los riesgos ajustados por la deprivación. Las comunas que presentaban un alto riesgo de mortalidad por enfermedad renal crónica (ERC) también lo reflejaron después de tomar en cuenta la deprivación. Esto se manifiesta claramente, como se puede apreciar en las comunas de Cerro Navia, La Pintana, Pedro Aguirre Cerda, San Ramón, Lo Espejo, Curacaví, Talagante y Peñaflor.

Un aspecto interesante es la inclusión de Curacaví, que anteriormente tenía un riesgo situado en el rango de 100-124. Sin embargo, debido al nivel de deprivación, su riesgo de mortalidad ha aumentado por encima de e 125. Además, es interesante notar diferencias y variaciones en las comunas de Buin e Isla de Maipo.. Estas comunas tenían previamente una RMEs por encima de 125, pero ahora muestran un riesgo disminuido, ubicado entre 100 y 124.

El siguiente mapa muestra el efecto aleatorio espacial después de tener en cuenta la deprivación, es decir, una representación suavizada espacialmente del riesgo de mortalidad por ERC. En el mapa ampliado, podemos observar con más detalle los elementos mencionados anteriormente, así como también cómo comunas como Vitacura, Las Condes, Providencia y Santiago son seguidas por La Reina, Ñuñoa y La Florida, entre otras. El riesgo de mortalidad en la población observada es menor de lo que se esperaría en comparación con el promedio de la Región Metropolitana.

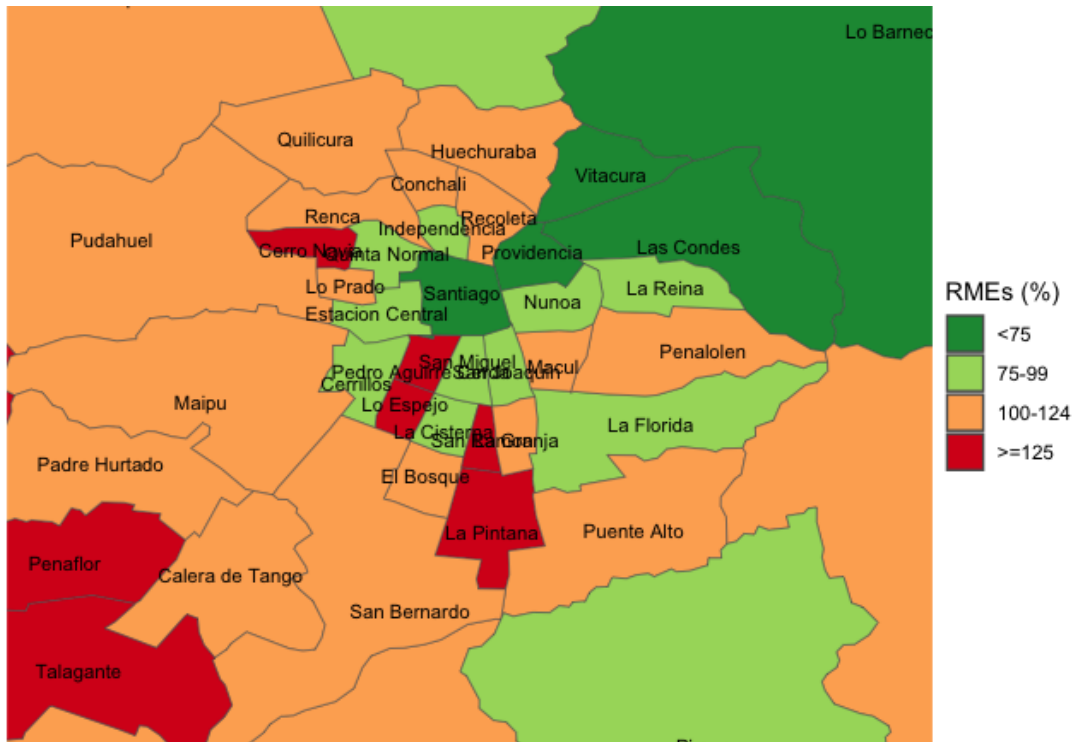


Figura 4.15: Zoom: RMEs en la Región Metropolitana

Al analizar las RMEs en la Región Metropolitana (RM), los mapas muestran una concentración de mayor riesgo en el área norponiente y en el sector sur, con un riesgo de mortalidad significativamente alto (probabilidad mayor a 0,7-0,94). En cambio, en el sector oriente se concentran las tres comunas con las RMEs más bajas de la RM: Vitacura, Las Condes y Providencia, comunas con un riesgo de mortalidad significativamente bajo (probabilidad menor a 0,5) (Figura 4.33).

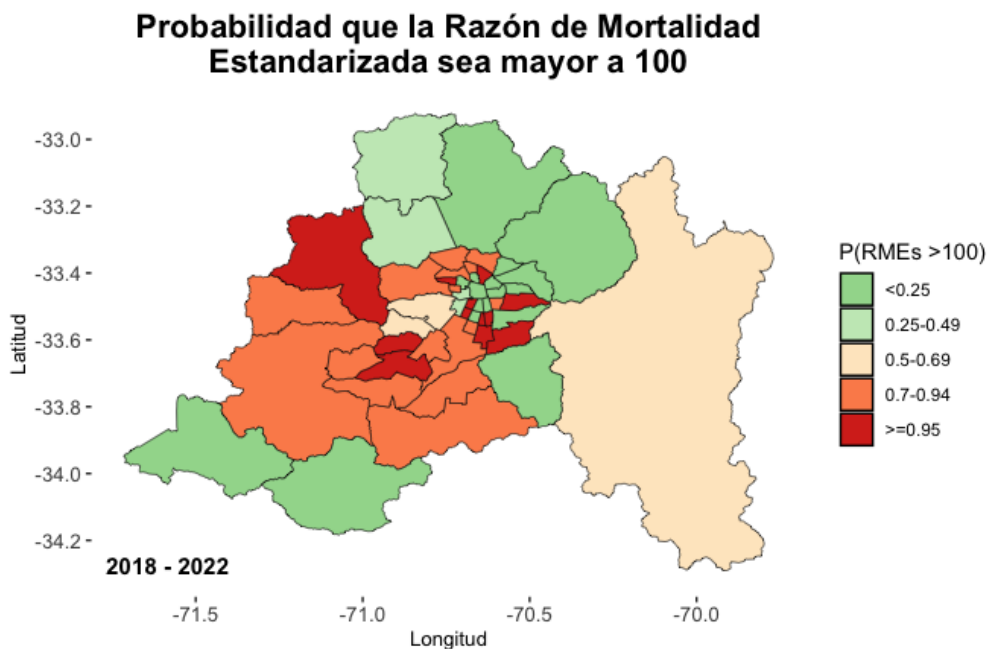


Figura 4.16: Probabilidad que la RMEs>100

Estadísticos a posterioris

Región	Nodo	Media	Desv. Estándar	MC error	2,5 %	Mediana	97.5 %	start	sample
—	alpha	-0.01295	0.03622	0.002004	-0.08376	-0.01414	0.06379	3001	30000
Arica y Parinacota	θ_1	0.9453	0.04153	3.024E-4	0.8656	0.9445	1.029	3001	30000
Tarapacá	θ_2	1.139	0.04354	2.872E-4	1.055	1.138	1.226	3001	30000
Antofagasta	θ_3	0.9866	0.03069	2.075E-4	0.9276	0.9863	1.048	3001	30000
Atacama	θ_4	0.8621	0.03596	2.989E-4	0.7927	0.8614	0.9338	3001	30000
Coquimbo	θ_5	0.809	0.02019	1.354E-4	0.7699	0.8088	0.8491	3001	30000
Valparaíso	θ_6	1.222	0.01559	1.062E-4	1.191	1.221	1.252	3001	30000
Metropolitana	θ_7	1.004	0.007903	4.533E-5	0.9888	1.004	1.02	3001	30000
O'Higgins	θ_8	0.9193	0.01976	1.253E-4	0.8812	0.9192	0.9584	3001	30000
Maule	θ_9	0.8578	0.01783	1.129E-4	0.8233	0.8578	0.8928	3001	30000
Ñuble	θ_{10}	1.212	0.02959	2.206E-4	1.155	1.212	1.271	3001	30000
Biobío	θ_{11}	0.9511	0.01571	9.115E-5	0.9203	0.9509	0.982	3001	30000
La Araucanía	θ_{12}	0.7953	0.01782	1.174E-4	0.7606	0.7952	0.8305	3001	30000
Los Ríos	θ_{13}	0.9415	0.03017	1.946E-4	0.8833	0.9409	1.002	3001	30000
Los Lagos	θ_{14}	1.099	0.02352	1.358E-4	1.053	1.098	1.146	3001	30000
Aysén	θ_{15}	1.014	0.06339	6.024E-4	0.8936	1.013	1.142	3001	30000
Magallanes	θ_{16}	1.151	0.05273	3.993E-4	1.051	1.15	1.257	3001	30000

Tabla 4.11: Modelo 1 E. Isquémicas: Parámetros estimados para θ

Resultados Ajuste del Modelo

Modelo	Dbar	Dhat	pD	DIC
Modelo 1	161.4	237.8	-76.36	85.07

Tabla 4.12: DIC Modelo Propuesto

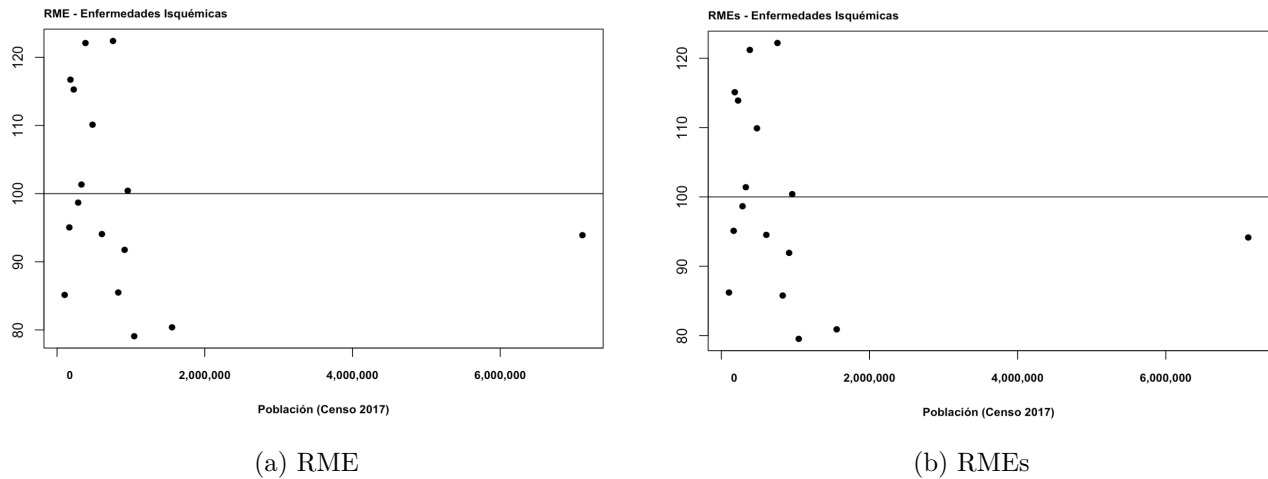


Figura 4.18: Gráfico de dispersión de RMEs Enfermedades Isquémicas versus número de habitantes por región según Censo 2017

La siguiente figura presenta la Razón de Mortalidad Estandarizada Suavizada (RMEs) debido a enfermedades isquémicas del corazón para las 16 regiones de Chile durante el período comprendido entre 2018 y 2022. En el mapa, se observa un exceso significativo de riesgo de mortalidad en las regiones de Valparaíso y Ñuble, seguidas por las regiones de Tarapacá, Los Lagos y Magallanes. Por otro lado, las regiones que muestran un riesgo de mortalidad significativamente bajo son Arica y Parinacota, Atacama, Coquimbo, O'Higgins, Maule, Biobío, La Araucanía y Los Ríos.

Razón de Mortalidad Estandarizada suavizada (RMEs)

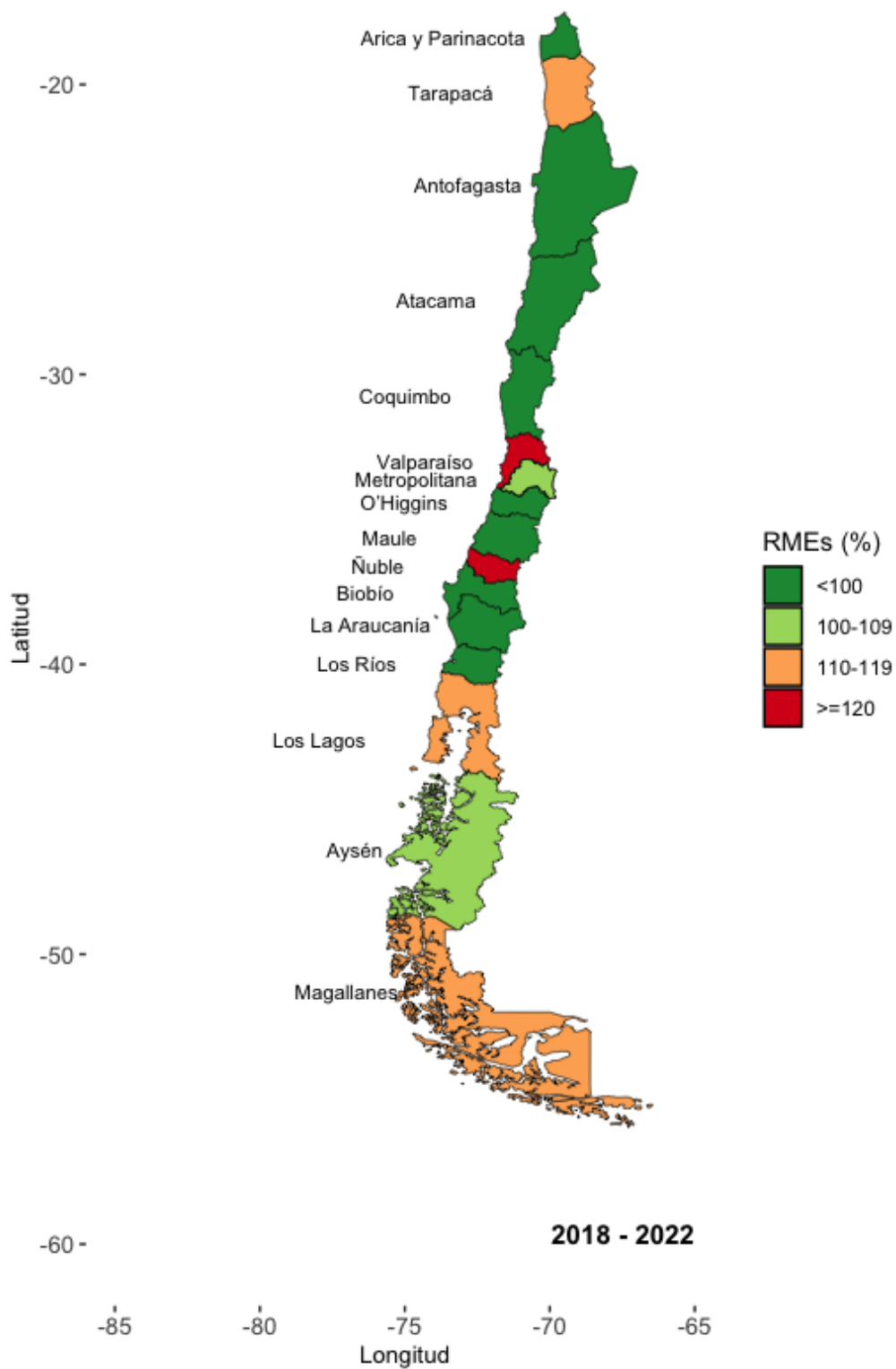


Figura 4.19: RMEs por Enfermedades Isquémicas en Chile

Probabilidad que la Razón de Mortalidad Estandarizada sea mayor a 100

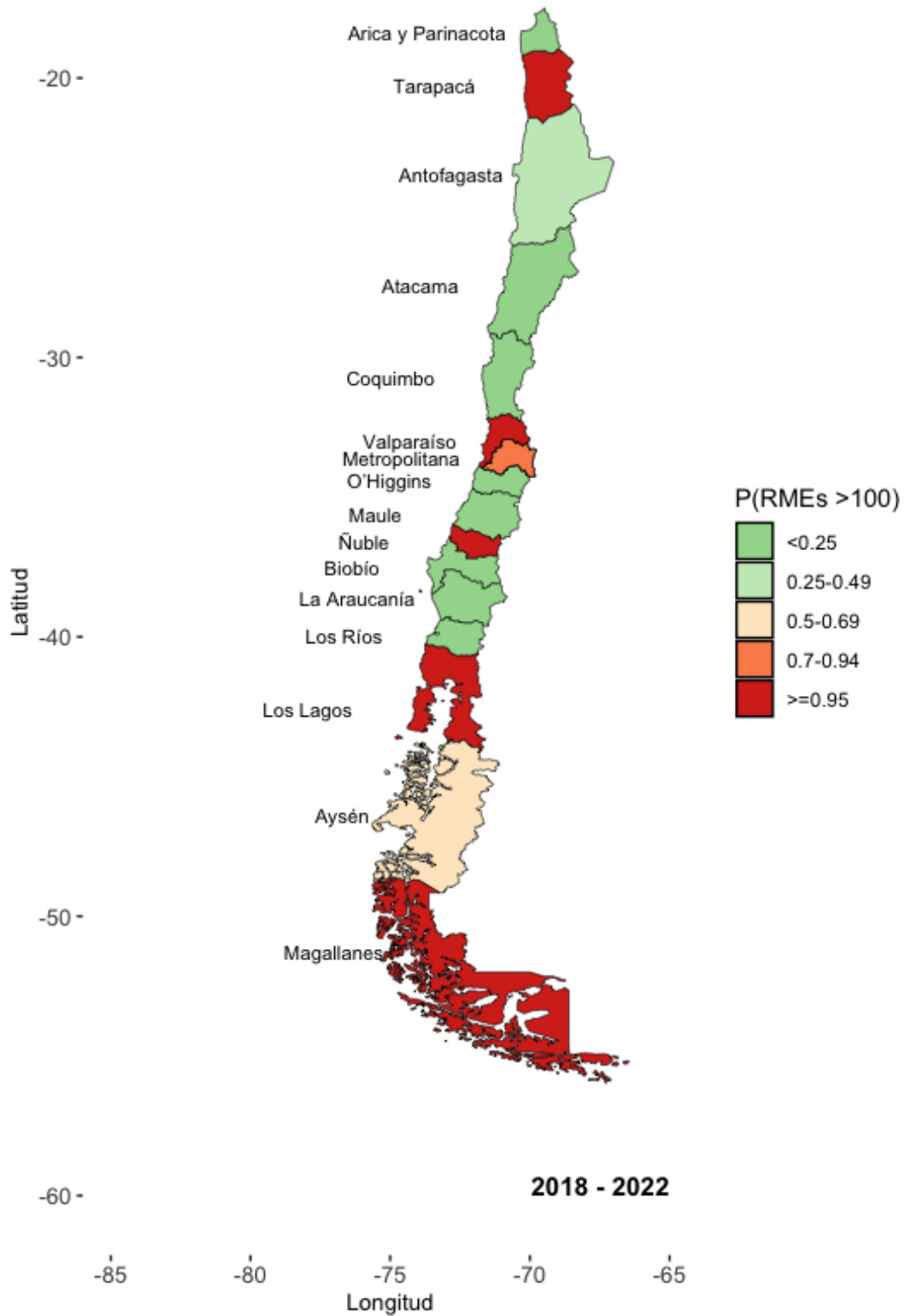


Figura 4.20: Probabilidad que la RMEs>100

El mapa de probabilidades de los riesgos suavizados muestra que las regiones de Tarapacá, Valparaíso, Maule, Ñuble, Los Lagos y Magallanes, que presentaban un exceso de riesgo de mortalidad por enfermedades isquémicas en comparación con el resto de Chile, tienen una probabilidad superior al 0,95. Esto significa que es muy probable que las personas que residen en estas regiones tengan un mayor riesgo de fallecer debido a enfermedades isquémicas en comparación con las personas que viven en otras regiones del país.

Modelo 2: Enfermedades Isquémicas y Deprivación

La implementación de este Modelo en OpenBugs se puede revisar en (4.5) y los datos utilizados se muestran en el (Anexo C.11).

Estadísticos a posterioris

Región	Nodo	Media	Desv. Estándar	MC error	2,5 %	Mediana	97.5 %	start	sample
—	alpha	1.109	1.014	0.06821	-0.2467	0.9881	3.938	3001	30000
—	beta	-2.048	1.722	0.1126	-6.998	-1.857	0.4211	3001	30000
Arica y Parinacota	θ_1	0.9378	0.04242	3.436E-4	0.8568	0.9369	1.022	3001	30000
Tarapaca	θ_2	1.14	0.04525	8.347E-4	1.054	1.139	1.231	3001	30000
Antofagasta	θ_3	0.9889	0.0309	2.374E-4	0.9295	0.9884	1.05	3001	30000
Atacama	θ_4	0.8577	0.03716	5.13E-4	0.786	0.8574	0.9316	3001	30000
Coquimbo	θ_5	0.8059	0.02031	1.983E-4	0.7667	0.8056	0.8463	3001	30000
Valparaíso	θ_6	1.223	0.01552	1.319E-4	1.193	1.223	1.253	3001	30000
Metropolitana	θ_7	1.004	0.007877	4.5E-5	0.9887	1.004	1.02	3001	30000
O'Higgins	θ_8	0.919	0.01986	1.672E-4	0.8803	0.919	0.958	3001	30000
Maule	θ_9	0.856	0.01784	1.206E-4	0.8214	0.8559	0.8911	3001	30000
Ñuble	θ_{10}	1.214	0.03033	5.013E-4	1.156	1.214	1.275	3001	30000
Biobío	θ_{11}	0.9506	0.01574	9.846E-5	0.9195	0.9505	0.9816	3001	30000
La Araucanía	θ_{12}	0.7932	0.018	1.965E-4	0.7582	0.7931	0.8283	3001	30000
Los Ríos	θ_{13}	0.9423	0.03048	2.754E-4	0.8828	0.9422	1.003	3001	30000
Los Lagos	θ_{14}	1.1	0.02351	1.888E-4	1.054	1.1	1.147	3001	30000
Aysén	θ_{15}	1.006	0.06575	6.685E-4	0.8824	1.004	1.139	3001	30000
Magallanes	θ_{16}	1.168	0.05383	5.229E-4	1.064	1.167	1.276	3001	30000

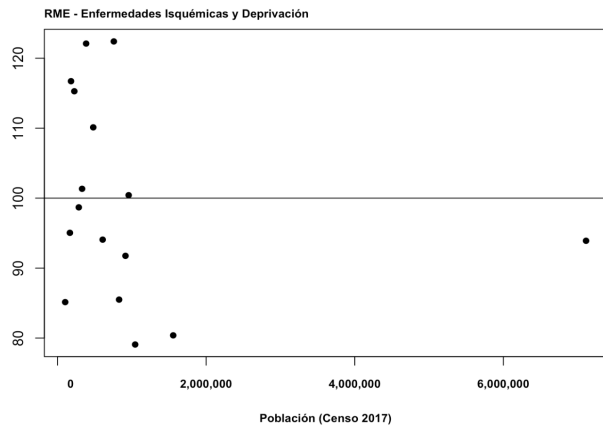
Tabla 4.13: Modelo 2 E. Isquémicas: Parámetros estimados para θ

Resultados Ajuste del Modelo

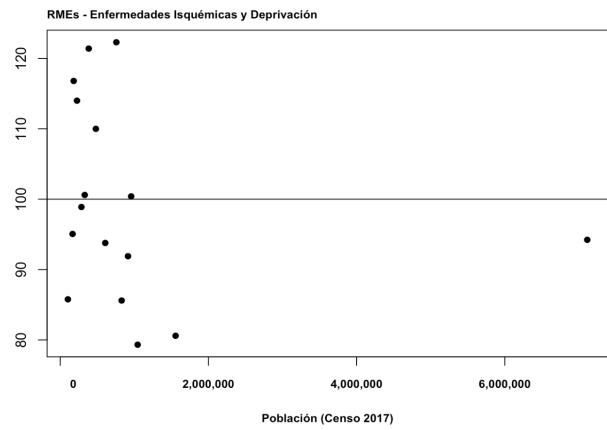
Modelo	Dbar	Dhat	pD	DIC
Modelo 1	161.4	237.8	-76.36	85.07
Modelo 2 depriv	161.5	177.4	-15.97	145.5

Tabla 4.14: DIC Modelo Propuesto

La variable de deprivación introducida en el modelo, no resultó ser significativa en la explicación del Riesgo de Mortalidad por Enfermedades Isquémicas en las regiones. En este caso, el modelo nulo mostró un mejor ajuste en comparación con el modelo que incluyó la variable de deprivación, según el DIC (Criterio de Información Deviance).



(a) RME



(b) RMEs

Figura 4.21: Gráfico de dispersión de RMEs Enfermedades Isquémicas versus número de habitantes por región según Censo 2017

A continuación, se presenta la Razón de Mortalidad Estandarizada Suavizada (RMEs) por enfermedades isquémicas del corazón al considerar el factor de deprivación. Posteriormente, se muestra la probabilidad de que la RMEs supere el valor de 100.

Razón de Mortalidad Estandarizada suavizada (RMEs)

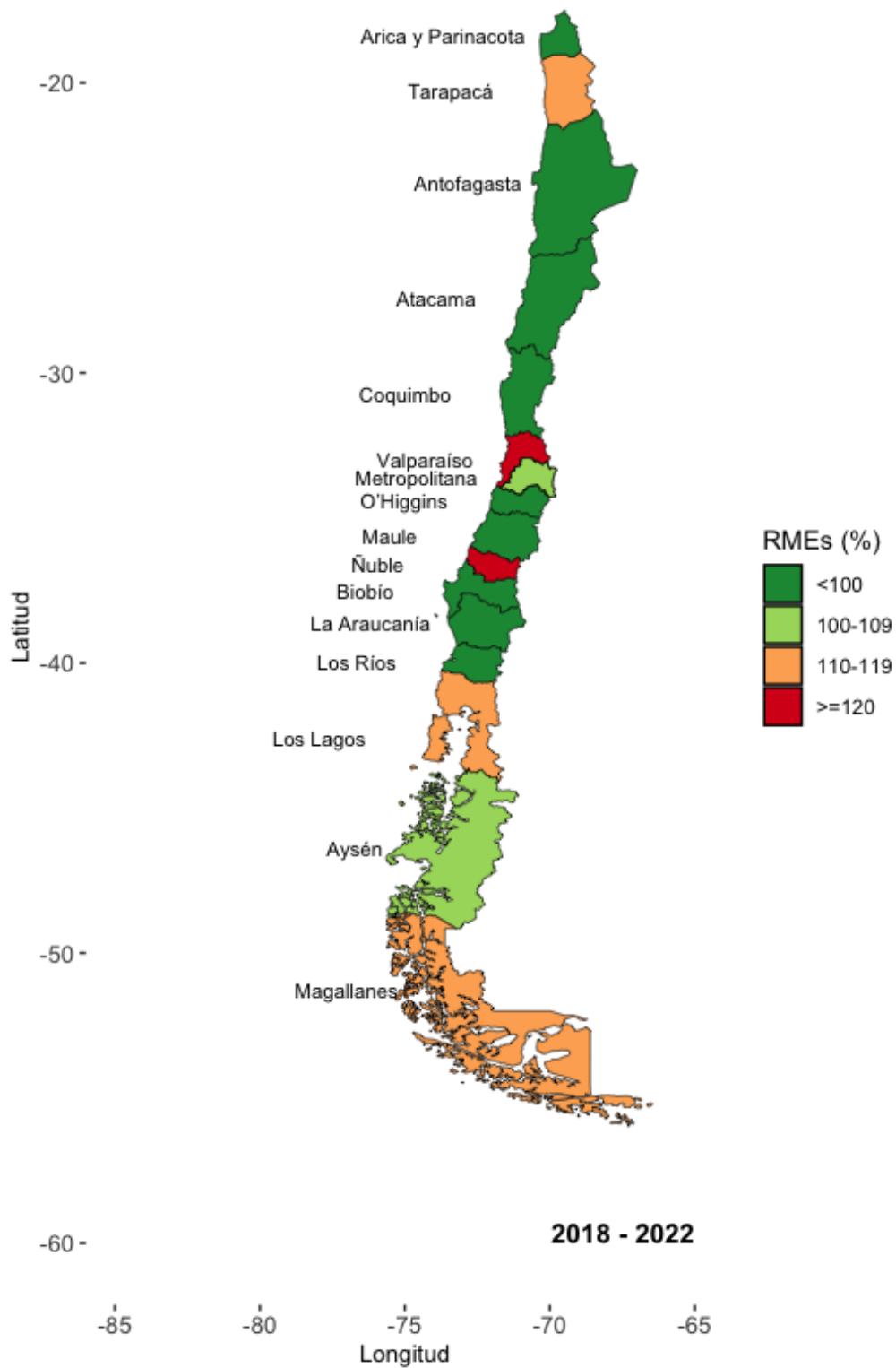


Figura 4.22: RMEs por Enfermedades Isquémicas en Chile

Probabilidad que la Razón de Mortalidad Estandarizada sea mayor a 100

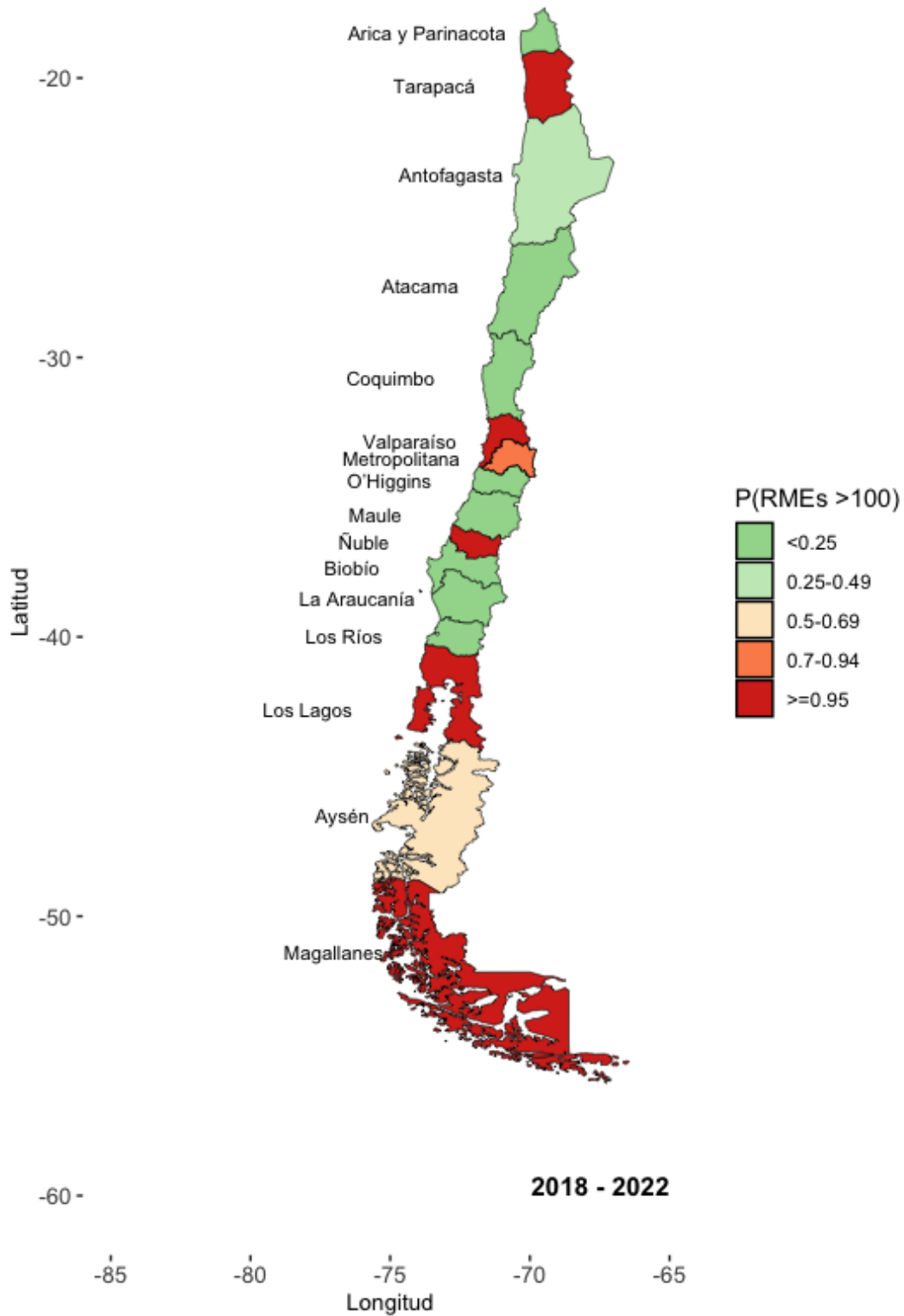


Figura 4.23: Probabilidad (RMEs>100)

Se analizó la media de las distribuciones de los riesgos suavizados de mortalidad por enfermedades isquémicas en Chile, ajustados por la deprivación. Al comparar esta figura con la figura anterior, se observa que prácticamente las Razones de Mortalidad Estandarizadas (RMEs) son similares, y no se encuentran grandes diferencias en la distribución espacial al ajustar los RMEs por la deprivación regional.

4.7. Modelo Espaciales Región Metropolitana

Modelo 3: Enfermedades Isquémicas

La especificación del modelo para su implementación en OpenBugs es el mismo que se empleó anteriormente, (Veáse Figura 4.1), los datos utilizados para este modelo se adjuntan en el (Anexo C.13).

Estadísticos a posterioris

Comuna	Nodo	Media	Desv. Est	MC error	2,5 %	Mediana	97.5 %	start	sample
Paine	alpha	0.009937	0.01907	4.432E-4	-0.0283	0.009791	0.04983	3001	30000
Paine	θ_1	1.012	0.07353	4.695E-4	0.8744	1.01	1.163	3001	30000
Buin	θ_2	1.106	0.07101	4.594E-4	0.9711	1.104	1.251	3001	30000
Pudahuel	θ_3	1.106	0.04899	2.99E-4	1.011	1.105	1.204	3001	30000
Cerro Navia	θ_4	1.315	0.06287	4.521E-4	1.196	1.313	1.442	3001	30000
Colina	θ_5	1.068	0.06578	3.735E-4	0.9459	1.067	1.201	3001	30000
Tiltil	θ_6	0.929	0.1164	9.612E-4	0.7139	0.9241	1.175	3001	30000
Lampa	θ_7	1.349	0.08822	6.101E-4	1.182	1.347	1.528	3001	30000
Huechuraba	θ_8	1.184	0.07461	0.001005	1.043	1.182	1.336	3001	30000
Conchalí	θ_9	1.156	0.05396	2.938E-4	1.052	1.155	1.265	3001	30000
Maria Pinto	θ_{10}	0.8954	0.1214	9.038E-4	0.6716	0.8909	1.149	3001	30000
Curacaví	θ_{11}	1.207	0.1036	7.386E-4	1.015	1.203	1.423	3001	30000
La Pintana	θ_{12}	1.211	0.05956	3.674E-4	1.098	1.21	1.331	3001	30000
El Bosque	θ_{13}	1.115	0.05202	4.647E-4	1.015	1.114	1.219	3001	30000
Estacion Central	θ_{14}	0.8475	0.04237	5.015E-4	0.7649	0.8473	0.9316	3001	30000
Pedro Aguirre Cerda	θ_{15}	1.211	0.06026	4.324E-4	1.096	1.21	1.332	3001	30000
Recoleta	θ_{16}	1.078	0.04832	2.94E-4	0.9852	1.076	1.175	3001	30000
Independencia	θ_{17}	1.091	0.05874	4.175E-4	0.98	1.09	1.21	3001	30000
Isla de Maipo	θ_{18}	1.017	0.09232	6.091E-4	0.8449	1.013	1.206	3001	30000
Lo Espejo	θ_{19}	0.9841	0.0587	6.645E-4	0.872	0.9833	1.102	3001	30000
La Cisterna	θ_{20}	1.079	0.05906	5.43E-4	0.9665	1.078	1.199	3001	30000
La Florida	θ_{21}	0.8822	0.03066	1.922E-4	0.8234	0.8817	0.9434	3001	30000
Penalolén	θ_{22}	0.9469	0.04169	3.73E-4	0.8674	0.9461	1.031	3001	30000
Las Condes	θ_{23}	0.7788	0.02764	1.888E-4	0.7252	0.7786	0.8335	3001	30000
La Reina	θ_{24}	1.001	0.05721	5.813E-4	0.8926	1.0	1.116	3001	30000
Lo Barnechea	θ_{25}	0.7019	0.05428	4.921E-4	0.5992	0.7006	0.8118	3001	30000
Vitacura	θ_{26}	0.6962	0.04465	3.163E-4	0.6102	0.6953	0.7867	3001	30000
Quinta Normal	θ_{27}	1.176	0.05701	3.846E-4	1.067	1.175	1.29	3001	30000
Lo Prado	θ_{28}	1.034	0.05948	4.399E-4	0.9201	1.033	1.153	3001	30000
Cerrillos	θ_{29}	1.031	0.06704	4.123E-4	0.9046	1.03	1.167	3001	30000
Maipú	θ_{30}	0.9271	0.02937	1.971E-4	0.8701	0.9268	0.9851	3001	30000
Melipilla	θ_{31}	1.072	0.05576	4.951E-4	0.9652	1.071	1.184	3001	30000
Macul	θ_{32}	0.829	0.04559	3.667E-4	0.7425	0.8284	0.9198	3001	30000
Nunoa	θ_{33}	0.8302	0.03329	1.847E-4	0.7668	0.8295	0.8972	3001	30000
Peñaflor	θ_{34}	1.03	0.06747	4.391E-4	0.9049	1.028	1.167	3001	30000
Padre Hurtado	θ_{35}	1.019	0.07889	4.961E-4	0.8722	1.017	1.179	3001	30000
Puente Alto	θ_{36}	0.9055	0.02964	1.828E-4	0.8478	0.9054	0.9636	3001	30000
Quilicura	θ_{37}	0.9044	0.0526	7.234E-4	0.8033	0.9038	1.01	3001	30000
Renca	θ_{38}	1.15	0.05908	4.018E-4	1.036	1.149	1.268	3001	30000
Calera de Tango	θ_{39}	0.972	0.101	7.828E-4	0.7865	0.9676	1.183	3001	30000
San Bernardo	θ_{40}	1.219	0.04576	5.191E-4	1.132	1.218	1.311	3001	30000
San José de Maipo	θ_{41}	1.031	0.1178	0.003076	0.8185	1.024	1.281	3001	30000
Pirque	θ_{42}	0.8804	0.0915	7.381E-4	0.7082	0.8775	1.067	3001	30000
San Joaquín	θ_{43}	0.9731	0.05443	3.982E-4	0.8684	0.972	1.082	3001	30000
San Miguel	θ_{44}	1.07	0.05425	3.826E-4	0.9661	1.069	1.18	3001	30000
San Ramón	θ_{45}	1.369	0.07565	5.158E-4	1.224	1.368	1.522	3001	30000
La Granja	θ_{46}	1.034	0.05679	4.0E-4	0.9265	1.033	1.149	3001	30000
Providencia	θ_{47}	1.001	0.04464	4.529E-4	0.9156	1.0	1.091	3001	30000
Santiago	θ_{48}	1.009	0.03529	2.281E-4	0.9411	1.009	1.08	3001	30000
El Monte	θ_{49}	0.8894	0.08698	6.482E-4	0.7287	0.8861	1.067	3001	30000
Talagante	θ_{50}	1.034	0.07423	4.634E-4	0.8937	1.032	1.182	3001	30000
San Pedro	θ_{51}	0.8759	0.1249	0.001519	0.6457	0.8705	1.136	3001	30000
Alhúe	θ_{52}	0.9721	0.1431	0.001335	0.7141	0.9634	1.278	3001	30000

Tabla 4.15: Modelo 3 E. Isquémicas: Parámetros estimados para θ

Resultados Ajuste del Modelo

Modelo	Dbar	Dhat	pD	DIC
Modelo 1	429.5	467.1	-37.58	391.9

Tabla 4.16: DIC Modelo Propuesto

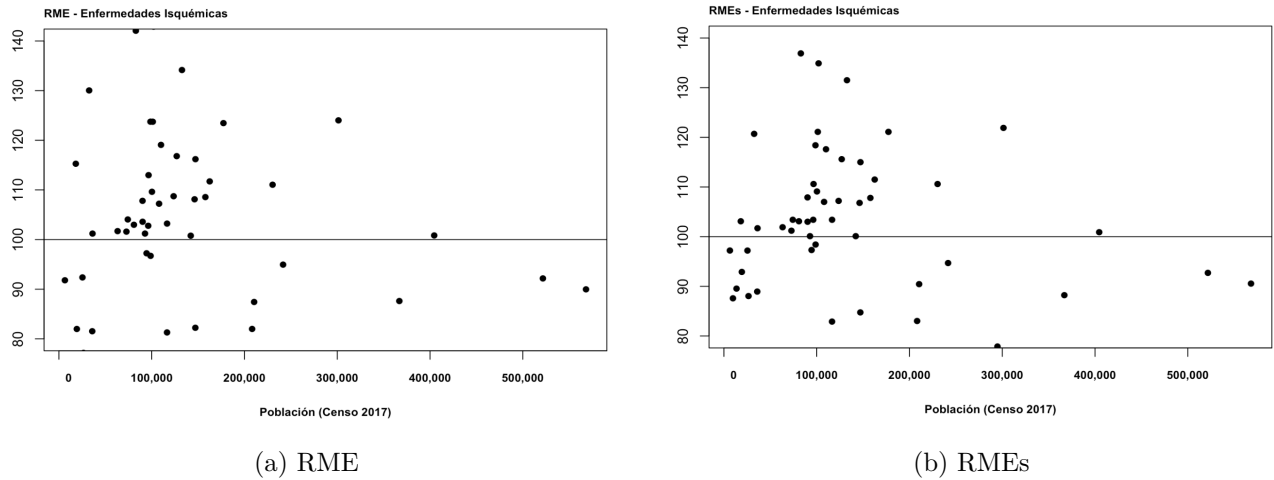


Figura 4.24: Gráfico de dispersión de RMEs Enfermedades Isquémicas versus número de habitantes por comuna según Censo 2017

Siguiendo el enfoque anterior, se representan gráficamente los resultados de los riesgos de mortalidad por enfermedades isquémicas en la Región Metropolitana.

A la vista de los mapas representados en las figuras a continuación, se puede apreciar que se destaca una concentración de mayor riesgo de mortalidad significativamente alta en las comunas de San Ramón, Lampa y Cerro Navia (probabilidad mayor igual a 0.95).

Razón de Mortalidad Estandarizada suavizada (RMEs) en la Región Metropolitana

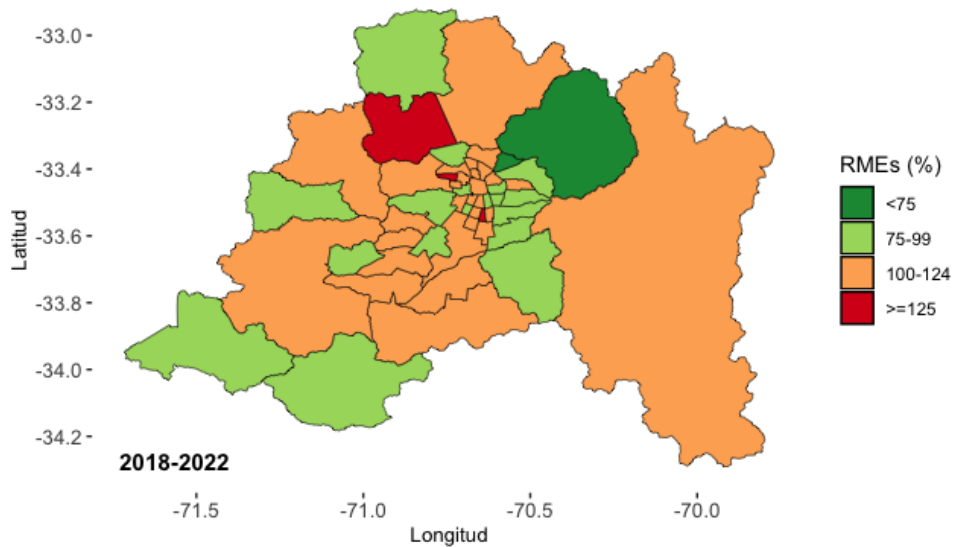


Figura 4.25: RMEs por Enfermedades Isquémicas en la RM

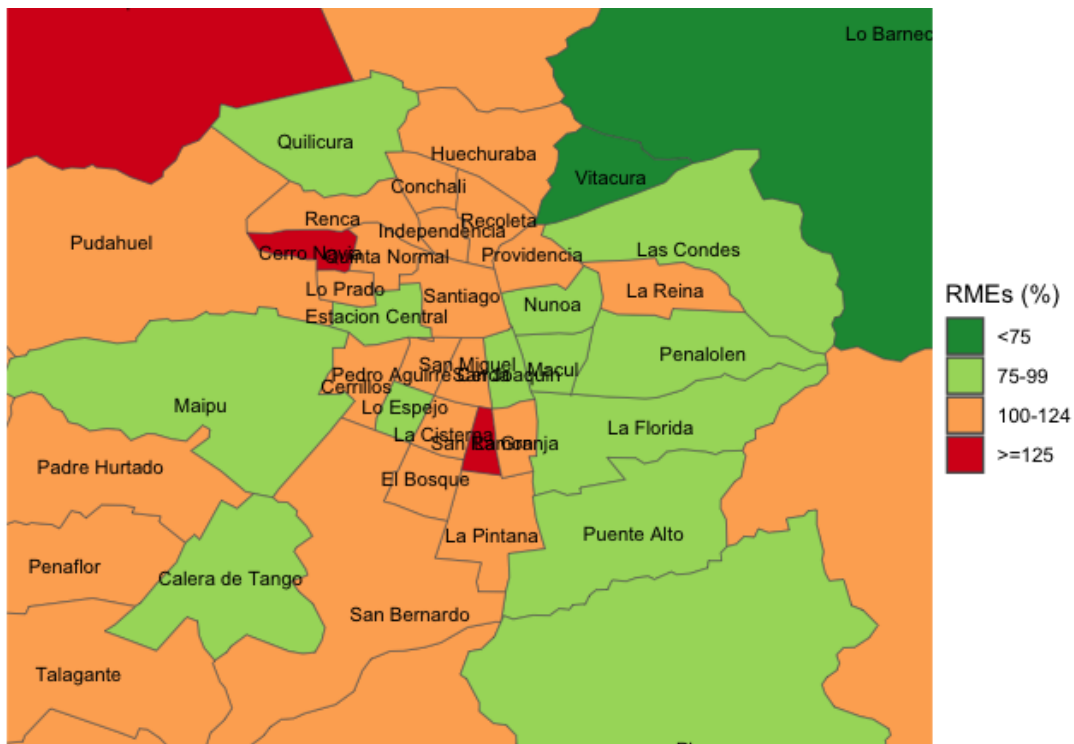


Figura 4.26: Zoom: RMEs Enfermedades Isquémicas en la RM

En el mapa de zoom de las comunas, la disparidad es aún más notable. Las comunas en rojo tienen una probabilidad superior a 0.9, lo que significa que el riesgo de mortalidad está por encima del promedio en la Región Metropolitana (RM), destacando las comunas de El Bosque, La Pintana, El Bosque y San Bernardo.

En cambio, en el sector oriente se concentran las comunas con RMEs extremadamente bajas en la RM, con una probabilidad menor a 0.5.

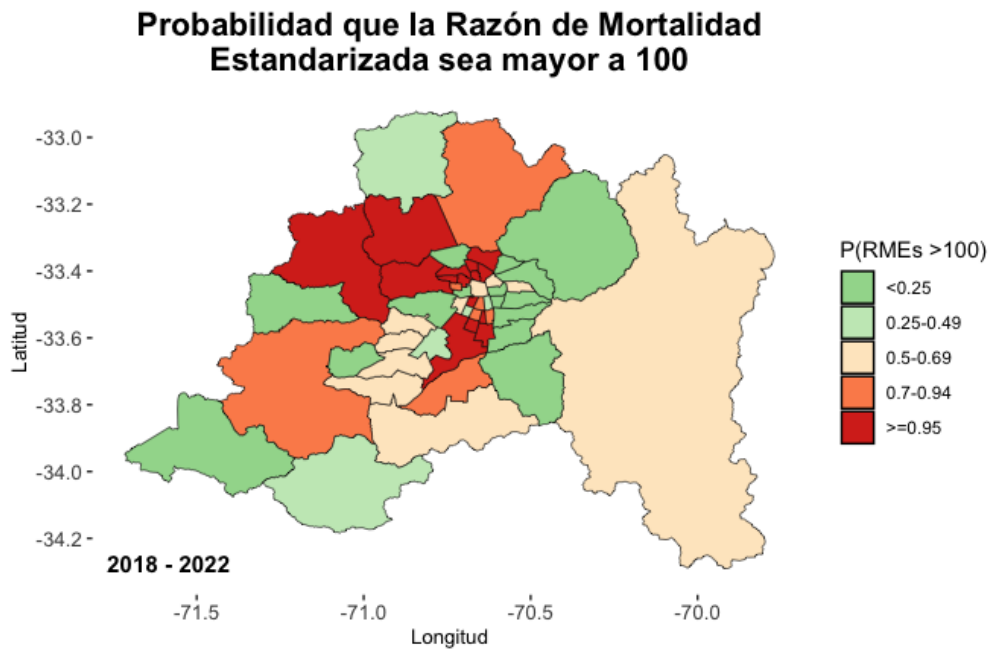


Figura 4.27: Probabilidad que la (RMEs>100)

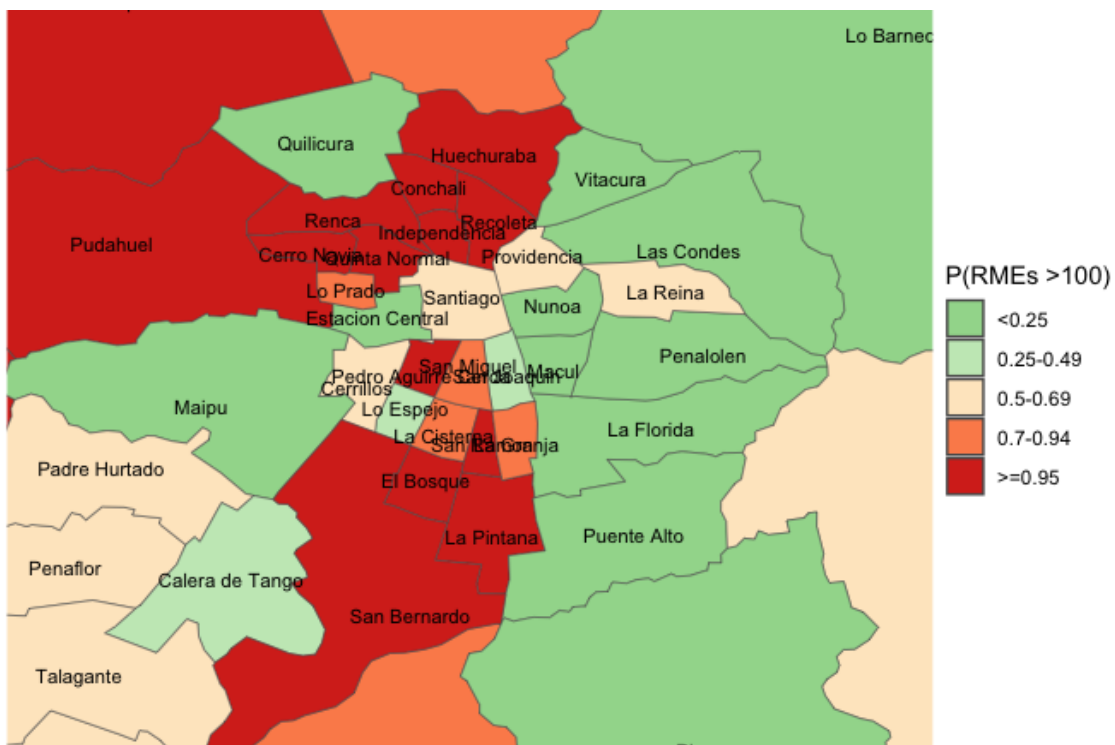


Figura 4.28: Zoom: Probabilidad (RMEs>100)

Modelo 4: Enfermedades Isquémicas y Deprivación

La implementación de este Modelo en OpenBugs se puede revisar en (4.5) y los datos utilizados se muestran en el (Anexo C.15).

Estadísticos a posterioris

Comuna	Nodo	Media	Desv. Est	MC error	2,5 %	Mediana	97.5 %	start	sample
—	alpha	-0.6826	0.148	0.003844	-0.9736	-0.6835	-0.3928	3001	30000
—	beta	1.331	0.2813	0.007241	0.7815	1.332	1.887	3001	30000
Paine	θ_1	1.028	0.07117	4.927E-4	0.8949	1.027	1.172	3001	30000
Buín	θ_2	1.097	0.06769	4.875E-4	0.9686	1.096	1.234	3001	30000
Pudahuel	θ_3	1.102	0.04867	2.925E-4	1.009	1.101	1.2	3001	30000
Cerro Navia	θ_4	1.313	0.06134	4.426E-4	1.196	1.312	1.435	3001	30000
Colina	θ_5	1.065	0.06324	3.987E-4	0.9455	1.064	1.193	3001	30000
Tiltil	θ_6	0.9102	0.09772	9.004E-4	0.7296	0.9055	1.115	3001	30000
Lampa	θ_7	1.311	0.08555	6.714E-4	1.151	1.307	1.484	3001	30000
Huechuraba	θ_8	1.181	0.07121	5.475E-4	1.048	1.179	1.326	3001	30000
Conchalí	θ_9	1.16	0.05289	3.766E-4	1.059	1.159	1.266	3001	30000
Maria Pinto	θ_{10}	0.9483	0.1069	0.001178	0.7474	0.9455	1.168	3001	30000
Curacavi	θ_{11}	1.236	0.09931	7.071E-4	1.052	1.231	1.442	3001	30000
La Pintana	θ_{12}	1.231	0.05929	3.591E-4	1.116	1.23	1.349	3001	30000
El Bosque	θ_{13}	1.119	0.05061	3.058E-4	1.023	1.118	1.22	3001	30000
Estacion Central	θ_{14}	0.8522	0.04119	3.233E-4	0.7731	0.8519	0.9352	3001	30000
Pedro Aguirre Cerda	θ_{15}	1.216	0.05922	3.775E-4	1.104	1.215	1.335	3001	30000
Recoleta	θ_{16}	1.085	0.04771	3.101E-4	0.9931	1.085	1.181	3001	30000
Independencia	θ_{17}	1.088	0.05725	4.02E-4	0.9807	1.087	1.204	3001	30000
Isla de Maipo	θ_{18}	1.027	0.08663	6.707E-4	0.8652	1.024	1.205	3001	30000
Lo Espejo	θ_{19}	1.001	0.05777	4.004E-4	0.8909	0.9997	1.117	3001	30000
La Cisterna	θ_{20}	1.066	0.05722	3.988E-4	0.9562	1.064	1.181	3001	30000
La Florida	θ_{21}	0.8839	0.03052	1.936E-4	0.8251	0.8836	0.9445	3001	30000
Penalolen	θ_{22}	0.9593	0.04142	2.797E-4	0.8791	0.959	1.042	3001	30000
Las Condes	θ_{23}	0.7736	0.0273	1.573E-4	0.7212	0.7734	0.8277	3001	30000
La Reina	θ_{24}	0.9882	0.05458	3.439E-4	0.8851	0.9866	1.099	3001	30000
Lo Barnechea	θ_{25}	0.6984	0.05177	4.07E-4	0.5992	0.6972	0.8039	3001	30000
Vitacura	θ_{26}	0.6823	0.04281	3.432E-4	0.5996	0.6815	0.7677	3001	30000
Quinta Normal	θ_{27}	1.167	0.0559	3.811E-4	1.061	1.166	1.279	3001	30000
Lo Prado	θ_{28}	1.044	0.05761	3.61E-4	0.9328	1.043	1.159	3001	30000
Cerrillos	θ_{29}	1.039	0.06427	4.634E-4	0.9192	1.037	1.17	3001	30000
Maipú	θ_{30}	0.925	0.02909	1.835E-4	0.8691	0.9248	0.9826	3001	30000
Melipilla	θ_{31}	1.091	0.05499	3.874E-4	0.9862	1.09	1.201	3001	30000
Macul	θ_{32}	0.8401	0.04494	3.457E-4	0.7538	0.8396	0.9291	3001	30000
Ñuñoa	θ_{33}	0.8263	0.03259	2.049E-4	0.7633	0.8263	0.891	3001	30000
Peñaflor	θ_{34}	1.035	0.06506	5.145E-4	0.9089	1.034	1.165	3001	30000
Padre Hurtado	θ_{35}	1.004	0.07411	4.955E-4	0.866	1.002	1.156	3001	30000
Puente Alto	θ_{36}	0.9079	0.02934	1.798E-4	0.8509	0.9075	0.9668	3001	30000
Quilicura	θ_{37}	0.9092	0.05118	5.144E-4	0.8106	0.9086	1.012	3001	30000
Renca	θ_{38}	1.157	0.05804	4.256E-4	1.045	1.156	1.273	3001	30000
Calera de Tango	θ_{39}	0.9969	0.09515	6.738E-4	0.8188	0.9947	1.192	3001	30000
San Bernardo	θ_{40}	1.226	0.04532	3.498E-4	1.139	1.226	1.316	3001	30000
San Jose de Maipo	θ_{41}	1.039	0.1043	0.001191	0.8485	1.033	1.261	3001	30000
Pirque	θ_{42}	0.8343	0.08155	7.009E-4	0.6821	0.8316	1.001	3001	30000
San Joaquín	θ_{43}	0.984	0.05333	3.228E-4	0.8821	0.9824	1.091	3001	30000
San Miguel	θ_{44}	1.049	0.05249	3.656E-4	0.9485	1.049	1.154	3001	30000
San Ramón	θ_{45}	1.367	0.07269	5.468E-4	1.23	1.365	1.515	3001	30000
La Granja	θ_{46}	1.046	0.05568	3.825E-4	0.9383	1.045	1.158	3001	30000
Providencia	θ_{47}	0.9736	0.04371	3.169E-4	0.8897	0.9727	1.061	3001	30000
Santiago	θ_{48}	0.9967	0.03461	2.255E-4	0.9294	0.9964	1.066	3001	30000
El Monte	θ_{49}	0.9406	0.08412	7.93E-4	0.7823	0.9387	1.112	3001	30000
Talagante	θ_{50}	1.055	0.07163	5.613E-4	0.9186	1.053	1.2	3001	30000
San Pedro	θ_{51}	0.8286	0.09896	0.001013	0.6443	0.8243	1.036	3001	30000
Alhué	θ_{52}	0.8805	0.1099	0.001095	0.6814	0.8756	1.113	3001	30000

Tabla 4.17: Modelo 4 E. Isquémicas: Parámetros estimados para θ

Resultados Ajuste del Modelo

Modelo	Dbar	Dhat	pD	DIC
Modelo 1	429.5	467.1	-37.58	391.9
Modelo 2 depriv	429.5	543.5	-114	315.5

Tabla 4.18: DIC Modelo Propuesto

Según los resultados del Criterio de Información Deviance (DIC) que se muestran en la tabla anterior, la incorporación de la variable de deprivación en el modelo reveló su significancia en la explicación del riesgo de mortalidad por enfermedades isquémicas en las comunas de la Región Metropolitana. Esto implica que la inclusión de la deprivación en el modelo aporta información esencial para entender y anticipar los patrones de mortalidad asociados a estas enfermedades en la Región Metropolitana.

Además, se observó que el modelo mejoró su ajuste, lo que respalda aún más la relevancia de la variable de deprivación en la explicación de la mortalidad por enfermedades isquémicas en las comunas de la Región Metropolitana.

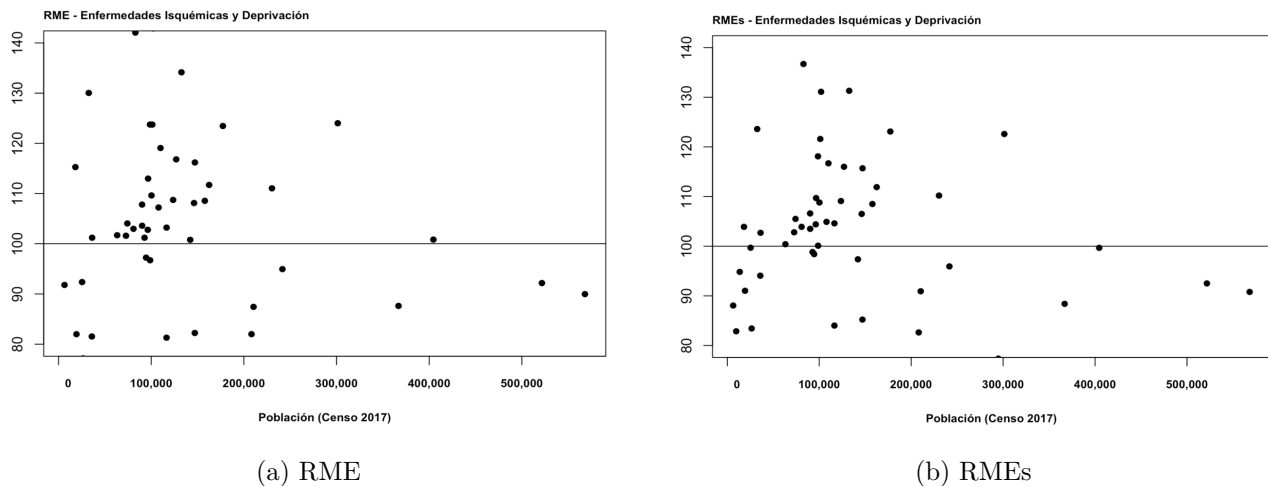


Figura 4.29: Gráfico de dispersión de RMEs Enfermedades Isquémicas versus número de habitantes por comuna según Censo 2017

Por último, al considerar la relación entre el riesgo y el índice de deprivación como variable para predecir el riesgo de mortalidad por enfermedades coronarias en la Región Metropolitana (RM), los resultados de la Razón de Mortalidad Estandarizada Suavizada (RMEs) para las 52 comunas de la RM y la probabilidad de que la RMEs sea mayor a 100 se presentan a continuación.

Razón de Mortalidad Estandarizada suavizada (RMEs) en la Región Metropolitana

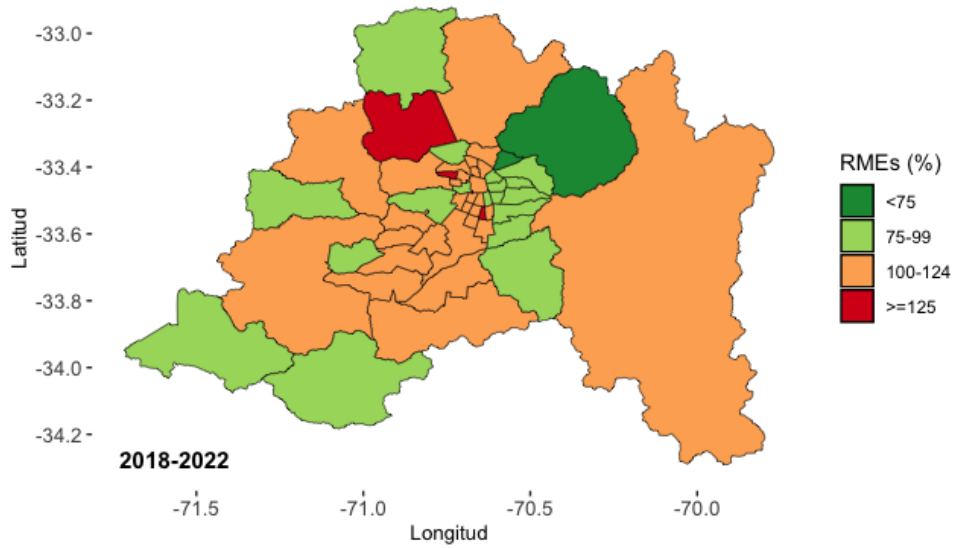


Figura 4.30: Mapa de Razón de Mortalidad Estandarizada suavizada (RMEs) para ERC

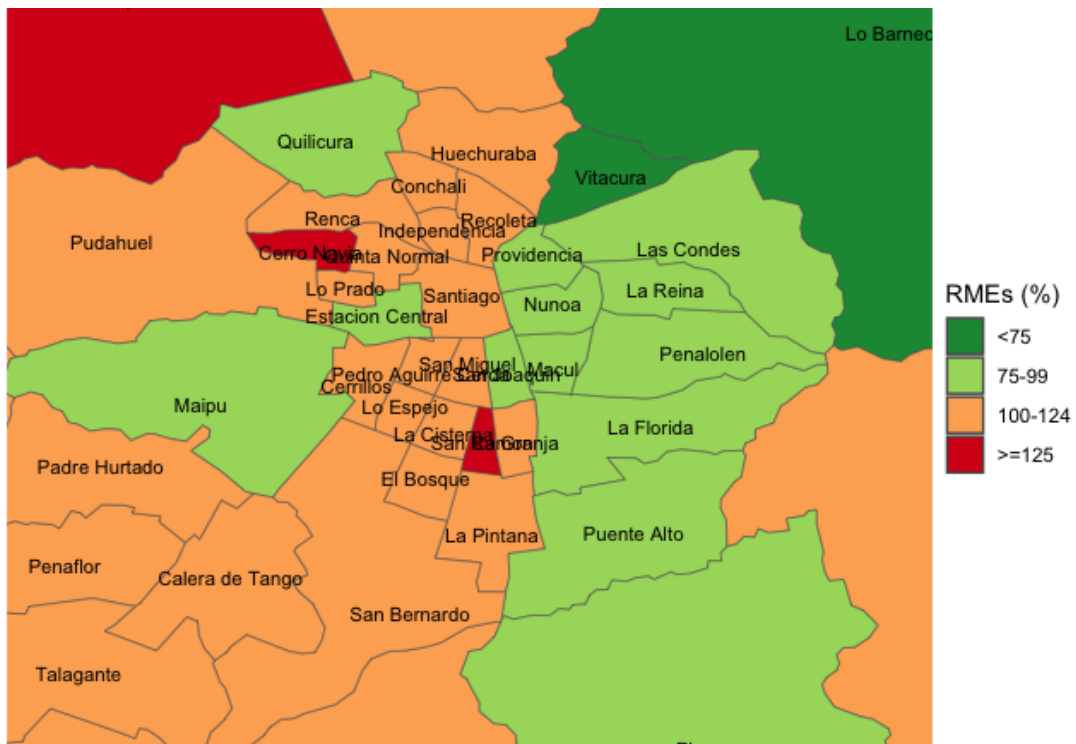


Figura 4.31: Mapa de Razón de Mortalidad Estandarizada suavizada (RMEs) para ERC

Probabilidad que la Razón de Mortalidad Estandarizada sea mayor a 100

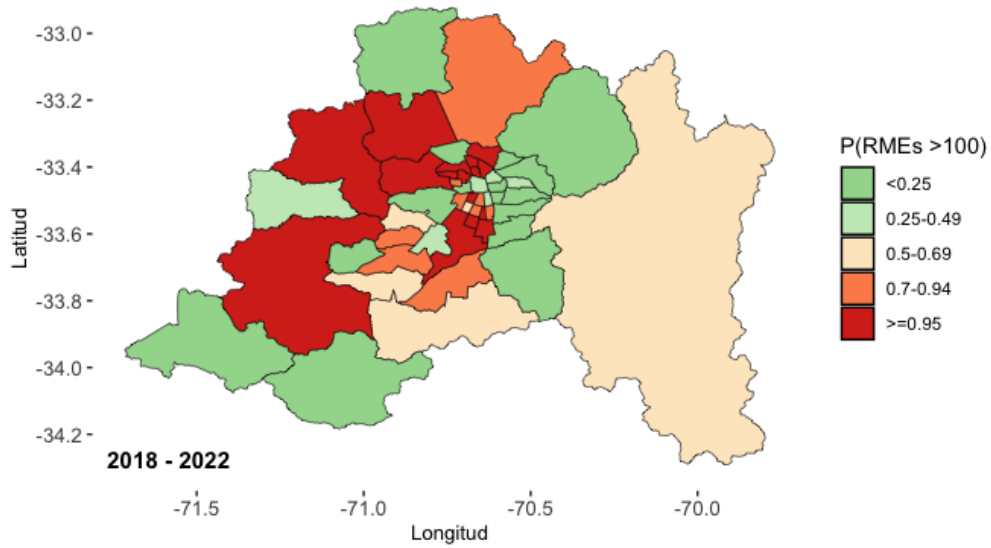


Figura 4.32: Mapa de Razón de Mortalidad Estandarizada suavizada (RMEs) para ERC

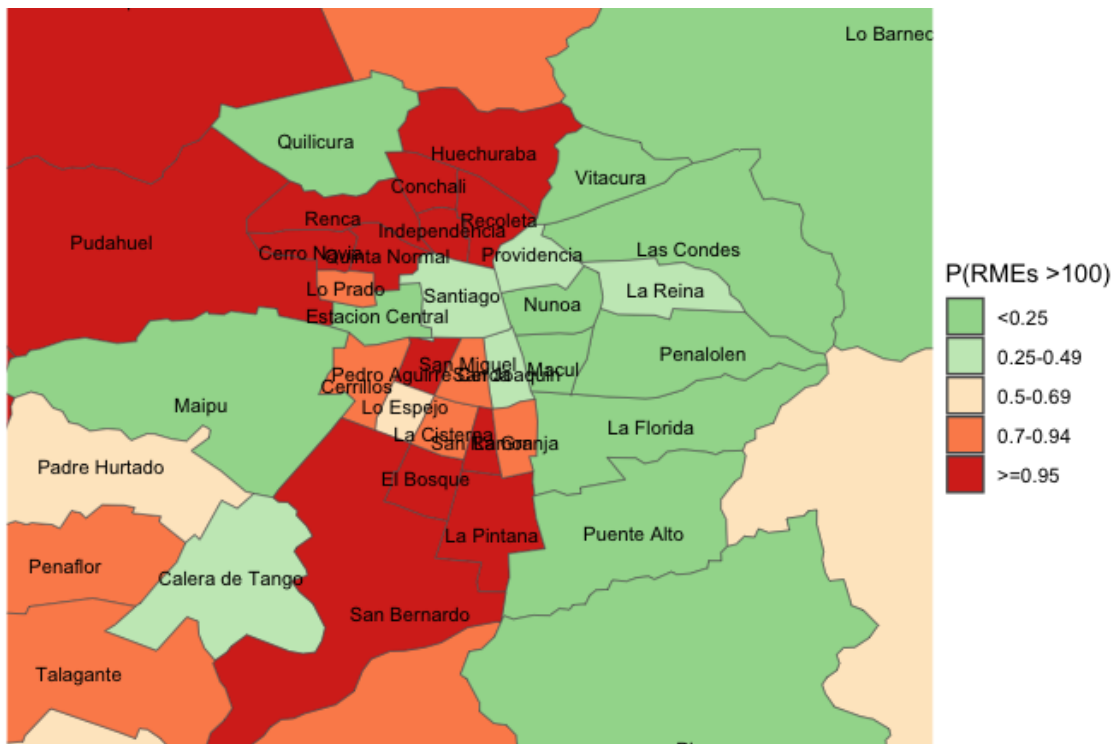


Figura 4.33: Mapa de Razón de Mortalidad Estandarizada suavizada (RMEs) para ERC

Comparación de Modelos

Nivel	MODELO	Nº Variables	Variables Significativas	DIC
Regional	Modelo 1 (ERC)	–	–	124.7
	Modelo 2 (ERC + Depriv.)	1	0	133.2
	Modelo 1 (E. Isq)	–	–	85.07
	Modelo 2 (E.Isq + Depriv)	1	0	145.5
Comunas de la RM	Modelo 3 (ERC)	–	–	328.7
	Modelo 4 (ERC + Depriv)	1	1	326.1
	Modelo 3 (E. Isq)	-	-	391.9
	Modelo 4 (E.Isq + Depriv)	1	1	315.5

Tabla 4.19: Resumen Modelos Propuestos

Capítulo 5

Conclusiones

En el marco de este Seminario de Tesis, se planteó el objetivo de modelar la mortalidad atribuida a la Enfermedad Renal Crónica y a las Enfermedades Isquémicas en las distintas regiones y comunas de la Región Metropolitana. Para abordar este desafío, se emplearon Modelos Espaciales Bayesianos, los cuales toman en consideración la dependencia geográfica, generando así mapas de mortalidad más uniformes y suavizados.

A través de la aplicación del Modelo Condicional Autorregresivo (CAR) para ajustar las tasas de mortalidad de estas patologías, se logró suavizar los riesgos entre regiones contiguas. Este proceso redujo el impacto del tamaño poblacional de cada región y comuna sobre la variabilidad del riesgo de mortalidad.

En total, se exploraron ocho modelos propuestos, cuatro para cada tipo de enfermedad, considerando tanto el nivel regional como comunal.

En lo que respecta a los resultados obtenidos en las regiones:

- Al aplicar el modelo espacial a la mortalidad por Enfermedad Renal Crónica en las regiones y luego incorporar el índice de deprivación, no se observó una significancia estadística en la explicación del riesgo de mortalidad por esta enfermedad en las regiones de Chile. Esto implica que la deprivación no aporta una mejora significativa en la comprensión de la mortalidad por Enfermedad Renal Crónica en las regiones.
- Del mismo modo, al analizar la mortalidad debida a Enfermedades Isquémicas en las regiones, la variable de deprivación no demostró ser significativa. Esto sugiere que la deprivación no juega un papel determinante en la explicación de la mortalidad por Enfermedades Isquémicas a nivel regional.

Por otro lado, en el análisis de las comunas de la Región Metropolitana:

- Tanto para las Enfermedades Renales Crónicas como para las Enfermedades Isquémicas, se observó un mejor ajuste en el modelo que incorporaba el índice de deprivación por cada comuna, evidenciado por un valor DIC inferior en comparación con el modelo nulo. Esto indica que la deprivación se revela como una variable significativa en la explicación del riesgo de mortalidad por estas enfermedades a nivel comunal en la Región Metropolitana.

En resumen, los resultados indican que, si bien la deprivación no tiene un impacto significativo en la mortalidad por Enfermedad Renal Crónica y Enfermedades Isquémicas a nivel regional en

Chile, sí desempeña un papel relevante a nivel comunal en la Región Metropolitana. Esto se puede atribuir a las conclusiones generadas a partir del índice de deprivación, donde se observa que la variabilidad interregional explicada por este indicador es menos pronunciada que en áreas más pequeñas, como las comunas. Por lo que, la deprivación se convierte en un factor local importante que influyente para comprender los patrones de mortalidad.

Esta observación también se alinea con la literatura y otros trabajos desarrollados como el de (Domínguez-Berjón et al., 2008), donde los índices de deprivación suelen emplearse en zonas censales o áreas más pequeñas que una región, donde las diferencias socioeconómicas y de calidad de vida son más evidentes.

5.1. Pasos a Seguir

Es esencial considerar la posibilidad de sesgo de agregación temporal cuando se analizan cambios en la mortalidad a lo largo del tiempo y los patrones geográficos que observamos pueden atribuirse a cambios temporales en lugar de cambios espaciales. No obstante, las diferencias geográficas reflejan un efecto acumulativo de desigualdad que se observa en períodos de tiempo probablemente superiores a diez años (Icaza et al., 2013). En este estudio, al igual que en el Atlas de Mortalidad, se minimiza este sesgo utilizando un período de tiempo más corto, en este caso, de solo cinco años.

En este trabajo, se presenta la distribución regional y comunal, así como la tendencia temporal durante un período específico. Sin embargo, la siguiente etapa de esta investigación implicará llevar a cabo un análisis espacio-temporal a nivel comunal en la Región Metropolitana. Este análisis permitirá monitorear los cambios tanto geográficos como temporales de manera simultánea y proporcionará una comprensión más completa de la evolución de los patrones de mortalidad en esta área.

Como futuros pasos en esta línea de investigación, se podría considerar el análisis de otra estadística relacionada con la salud, como la morbilidad. Se sabe que el tratamiento de la Enfermedad Renal Crónica (ERC) conlleva costos significativos y que su impacto en la calidad de vida de los pacientes es considerable. Por lo tanto, sería relevante explorar la morbilidad de los pacientes en las comunas de la Región Metropolitana, teniendo en cuenta las distintas etapas de la enfermedad.

Dado que el tratamiento de la ERC abarca desde el acceso a exámenes de detección temprana hasta las fases más avanzadas, como la diálisis y el trasplante, se podría acceder a datos adicionales por comuna en la Región Metropolitana. Esto permitiría analizar la deprivación en función de las diversas etapas de la enfermedad. Por ejemplo, se podría investigar cómo la disponibilidad de servicios médicos, la accesibilidad a tratamientos específicos y la calidad de vida de los pacientes varían a lo largo de estas etapas.

Este enfoque más detallado podría proporcionar una comprensión más completa de la relación entre la deprivación y la morbilidad por Enfermedad Renal Crónica en la Región Metropolitana.

Bibliografía

- Alonso, F., Nazzari, C., y Alvarado, M. (2010). Mortalidad por cardiopatía isquémica en Chile: quiénes, cuántos y dónde. *Rev Panam Salud Pública*, 28:319–25.
- Best, N., Richardson, S., y Thomson, A. (2005). A comparison of bayesian spatial models for disease mapping. *Statistical Methods in Medical Research 2005-feb vol. 14 iss. 1*, 14.
- Carrasco Castillo, D. P., Chuecas, L., Flores, P., y Bórquez, T. (2021). Tasa de mortalidad por enfermedad renal crónica en Chile 1997-2017, una enfermedad que acecha a la población chilena. *Revista Enfermedades Metabólicas y Salud*, 9.
- Châtelet, V., Bayat-Makoei, S., Vigneau, C., Launoy, G., y Lobbedez, T. (2018). Renal transplantation outcome and social deprivation in the french healthcare system: a cohort study using the european deprivation index. *Transplant International*, 31(10):1089–1098.
- Clayton, D. G. y Kaldor, J. (1987). Empirical bayes estimates of age-standardized relative risks for use in disease mapping. *Biometrics*, 43(3):671–681.
- Departamento de Estadísticas e Información en Salud (DEIS), Ministerio de Salud de Chile (Año de acceso). Defunciones por causa 1990 - 2020 cifras oficiales. Sitio web del Departamento de Estadísticas e Información en Salud (DEIS), Ministerio de Salud de Chile. <https://deis.minsal.cl/#datosabiertos>.
- Domínguez-Berjón, M. F. y Borrell, C. (2005). Mortalidad y privación socioeconómica en las secciones censales y los distritos de Barcelona. *Gaceta Sanitaria*, 19:363–369.
- Domínguez-Berjón, M. F., Borrell, C., Cano-Serral, G., Esnaola, S., Nolasco, A., Pasarín, M. I., Ramis, R., Saurina, C., y Escolar-Pujolar, A. (2008). Construcción de un índice de privación a partir de datos censales en grandes ciudades españolas: (proyecto medea). *Gaceta Sanitaria*, 22(3):179–187.
- Fleiss, J. L., Levin, B., y Myunghee Cho Paik, J. F. (2003). *Statistical Methods for Rates Proportions*. Wiley-Interscience, 3rd edition.
- Gandarillas, A., Domínguez, M., Duque, I., Cebrecos, A., Aránguez, E., Ordóñez, J., Cervigón, P., y Elosegí, U. (2021). *Tercer atlas de mortalidad y desigualdades socioeconómicas en la Comunidad de Madrid, 2008-2015*. Consejería de Sanidad, Madrid.
- Gómez-Barroso, D., Prieto-Flores, M.-E., Mellado San Gabino, A., y Moreno Jiménez, A. (2015a). Análisis espacial de la mortalidad por enfermedades cardiovasculares en la ciudad de Madrid, España. *Revista Española de Salud Pública*, 89(1):27–37.
- Gómez-Barroso, D., Prieto-Flores, M.-E., Mellado San Gabino, A., y Moreno Jiménez, A. (2015b).

- Análisis espacial de la mortalidad por enfermedades cardiovasculares en la ciudad de Madrid, España. *Revista Española de Salud Pública*, 89(1):27–37.
- Hair, J. F. y Suárez, M. G. (2010). *Análisis multivariante*. Prentice-Hall, 5a. edición.
- Haynes, R. (1982). Mapas de distribución de tasas de mortalidad en Chile. *Revista De Geografía Norte Grande*, 9:21–40.
- Icaza, G., Núñez, L., Torr es-Avil es, F., D ax, N., Villaroel, JEm Soto, A., y Correa, G. (2013). *Atlas de Mortalidad en Chile 2001-2008*. Editorial Universidad de Talca.
- Icaza, M. G., N n ez, M. L., Torres, F. J., Díaz, L., y V rela, D. E. (2007). Distribución geográfica de mortalidad por tumores malignos de estómago, tráquea, bronquios y pulmón, Chile 1997-2004. *Revista médica de Chile*, 135(11):1397–1405.
- Instituto Nacional de Estadísticas de Chile (INE) (2023). Proyecciones de población. Sitio web del Instituto Nacional de Estadísticas de Chile. <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion>.
- Lawson, A. B. (2006). *Statistical Methods in Spatial Epidemiology, Second Edition*. Wiley Series in Probability and Statistics. Wiley, 2nd edition.
- Lawson, A. B., Browne, W. J., y Rodeiro, C. L. V. (2003). *Disease mapping with WinBUGS and MLwiN*, volume 11. John Wiley & Sons.
- Muñoz Ponce, E. (2023). *Análisis Intracomunal de la Deprivación en Chile*. Tesis de grado, Universidad de Santiago de Chile, Facultad de Ciencia, Departamento de Matemática y Ciencia de la Computación.
- Rodríguez Blanco, D. P. y Salinas Rebolledo, E. A. (2005). *Análisis de la distribución espacial del riesgo de hepatitis en Chile*. Tesis de grado, Universidad de Santiago de Chile, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Geográfica.
- Spiegelhalter, D., Thomas, A., Best, N., y Lunn, D. (2003). *WinBUGS User Manual*. Version 1.4.
- Spiegelhalter, D. J., Best, N. G., Carlin, B. P., y van der Linde, A. (2002). Bayesian measures of model complexity and fit (with discussion). *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, 64(4):583–639.
- Walter R, G., Sylvia, R., Walter R, G., Sylvia, R., y David J, S. (1996). *Markov Chain Monte Carlo in Practice*. Springer US.
- Whitehead, M. y Dahlgren, G. (1991). What can be done about inequalities in health? *The Lancet*, 338, Issue 8774(10):1059–1063.

Apéndice

Anexo A. Deprivación por Región

Región	Índice de Deprivación
Arica y Parinacota	0.6041
Tarapacá	0.577
Antofagasta	0.5205
Atacama	0.5464
Coquimbo	0.5785
Valparaíso	0.5045
Metropolitana	0.5144
O'Higgins	0.5274
Maule	0.5748
Ñuble	0.5624
Biobío	0.5586
Araucanía	0.5594
Los Ríos	0.5135
Los Lagos	0.5221
Aysén	0.5576
Magallanes	0.4602

Tabla A.1: Índice de deprivación por región

Anexo B. Deprivación por Comuna en la Región Metropolitana

Comuna	Índice de Deprivación
Santiago	0.4063
Cerrillos	0.5606
Cerro Navia	0.6055
Conchali	0.5763
El Bosque	0.5991
Estacion Central	0.5277
Huechuraba	0.5123
Independencia	0.5395
La Cisterna	0.5161
La Florida	0.5049
La Granja	0.5894
La Pintana	0.6562
La Reina	0.4237
Las Condes	0.3561
Lo Barnechea	0.3891
Lo Espejo	0.6011
Lo Prado	0.5831
Macul	0.5047
Maipu	0.4949
Nunoa	0.4194
Pedro Aguirre Cerda	0.5852
Penalolen	0.5431
Providencia	0.3072
Pudahuel	0.5401
Quilicura	0.5417
Quinta Normal	0.5336
Recoleta	0.5602
Renca	0.5912
San Joaquin	0.5403
San Miguel	0.4597
San Ramon	0.6065
Vitacura	0.3351
Puente Alto	0.5345
Pirque	0.4196
San Jose de Maipo	0.4908
Colina	0.512
Lampa	0.5027
Tiltil	0.4723
San Bernardo	0.5853
Buin	0.518
Calera de Tango	0.5577
Paine	0.5596
Melipilla	0.6001
Alhue	0.4144
Curacavi	0.6095
Maria Pinto	0.5585
Talagante	0.584
El Monte	0.5885
Isla de Maipo	0.5517
Padre Hurtado	0.5005
Peñaflor	0.545

Tabla B.1: Índice de deprivación por comuna

Anexo C. Modelo Bayesiano Espacial

C.1. Prioris Testeadas

Priori	Dbar	Dhat	pD	DIC
A	142.99	146.784	-3.794	139.196
B	139.7	145.9	-6.2	133.5
C	137.1	142.9	-5.8	131.3
D	133.2	141.7	-8.528	124.7

Tabla C.1: DIC prioris testeadas Modelo 1: ERC por Región

Priori	Dbar	Dhat	pD	DIC
A	137.3	134.9	2.4	139.7
B	143.19	138.784	4.406	147.596
C	139.9	137.9	2	141.9
D	133.4	133.7	-0.285	133.2

Tabla C.2: DIC prioris testeadas Modelo 2: ERC y deprivación por Región

Priori	Dbar	Dhat	pD	DIC
A	326.43	317.98	8.45	334.88
B	328.7	316.5	12.2	340.9
C	322.2	315.6	6.54	328.7
D	326.1	317.4	8.7	334.8

Tabla C.3: DIC prioris testeadas Modelo 3: ERC en Comunas de la RM

Priori	Dbar	Dhat	pD	DIC
A	322.1	318.148	3.952	326.052
B	325.9	319.35	6.55	332.45
C	326.6	321.95	4.65	331.35
D	326.33	320.53	5.8	332.13

Tabla C.4: DIC prioris testeadas Modelo 4: ERC y deprivación en Comunas de la RM

Priori	Dbar	Dhat	pD	DIC
A	165.9	241.6	-75.7	90.2
B	171.6	242.48	-70.88	100.72
C	165.2	239	-73.8	91.4
D	161.4	237.8	-76.36	85.07

Tabla C.5: DIC prioris testeadas Modelo : Enfermedades Isquémicas por región

Priori	Dbar	Dhat	pD	DIC
A	171.29	183.089	-11.794	159.496
B	168	181.6	-13.6	154.4
C	161.5	177.4	-15.97	145.5
D	165.4	178.6	-13.2	152.2

Tabla C.6: DIC prioris testeadas Modelo : Enfermedades Isquémicas y deprivación por región

Priori	Dbar	Dhat	pD	DIC
A	433.3	468.3	-35	398.3
B	439.7	471.78	-32.08	407.62
C	433.7	470.9	-37.2	396.6
D	429.5	467.1	-37.58	391.9

Tabla C.7: DIC prioris testeadas Modelo 3: Enfermedades Isquémicas en Comunas RM

Priori	Dbar	Dhat	pD	DIC
A	433.4	545.3	-111.9	321.5
B	433.73	545.88	-112.15	321.58
C	429.5	543.5	-114	315.5
D	433.4	544.7	-111.3	322.1

Tabla C.8: DIC prioris testeadas Modelo 4: Enfermedades Isquémicas y deprivación en Comunas RM

Modelo 1 RMEs: ERC por Región

```
# Datos

list(N = 16,
      O = c(95, 73, 150, 96,
            272, 681, 2078, 305,
            361, 153, 489, 394,
            128, 305, 23, 61),

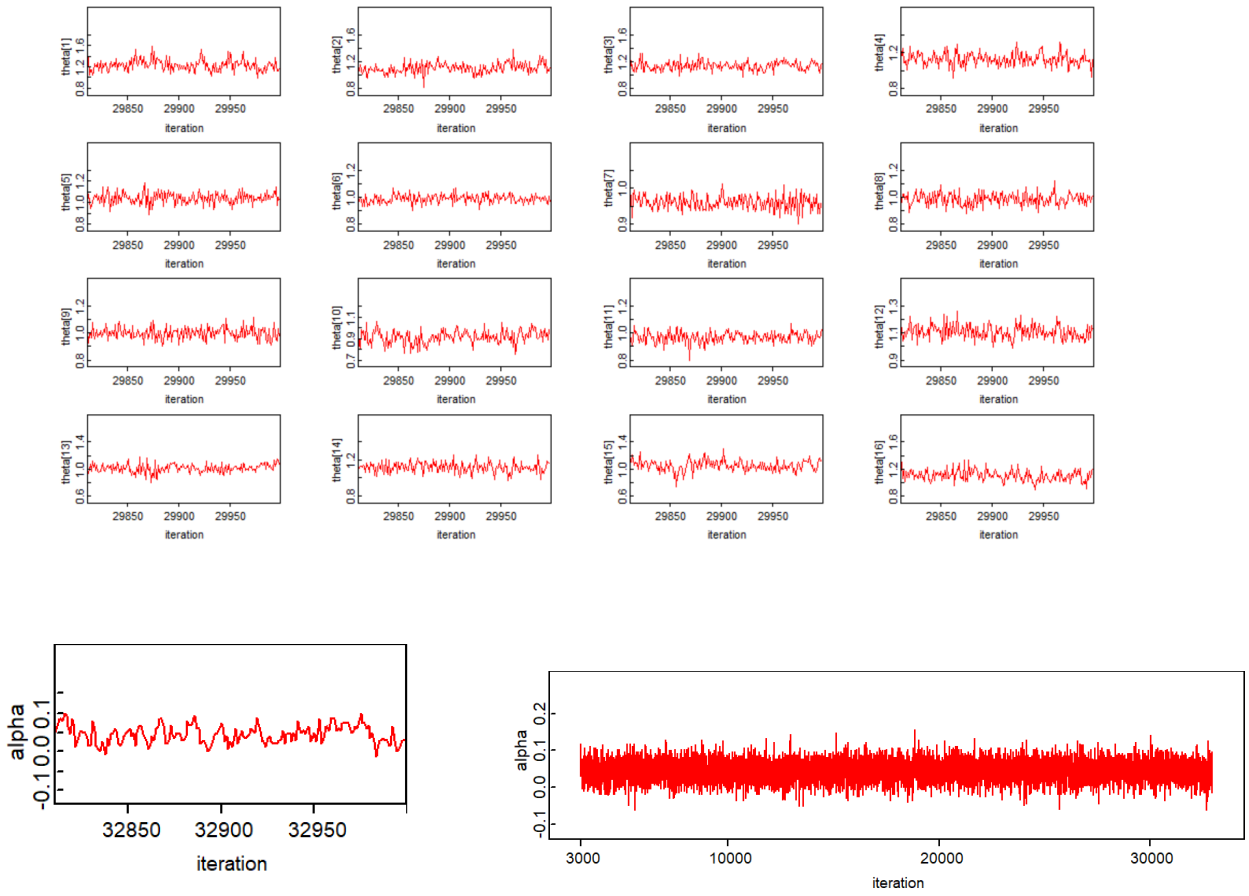
      E = c(67.8, 73.2, 128.3, 80.3,
            262, 693.5, 2173.2, 312,
            360.1, 185.4, 511.1, 338.8,
            134.7, 263.6, 27.5, 52.5),

      num = c(1,2,2,2,
              2,3,2,3,
              2,2,2,2,
              2,2,2,1),

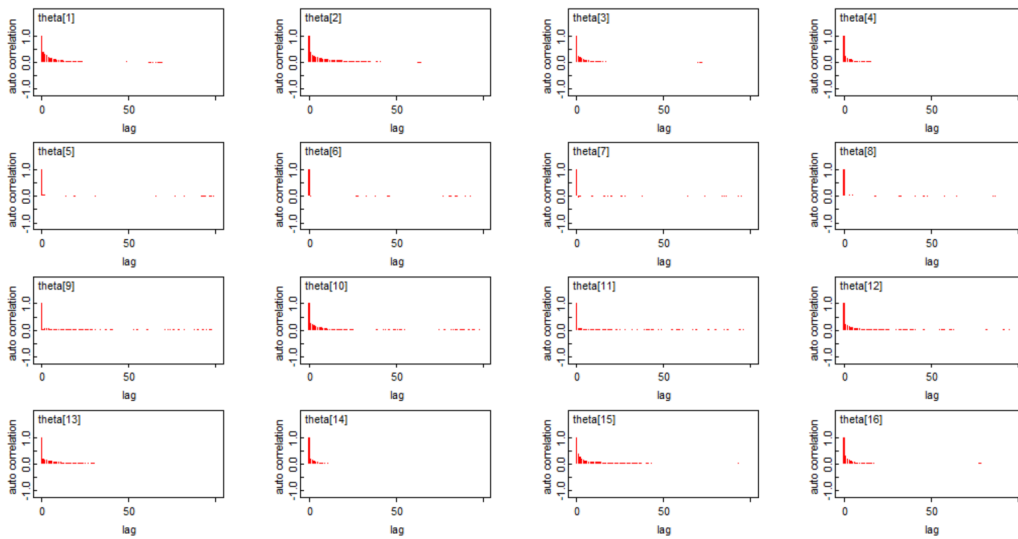
      adj = c(
2,
1,3,
2,4,
3,5,
4,6,
5,7,8,
6,8,
7,9,6,
8,10,
9,11,
10,12,
11,13,
12,14,
13,15,
14,16,
15),
      sumNumNeigh = 32)
```

Figura C.1: Datos Modelo 1 ERC

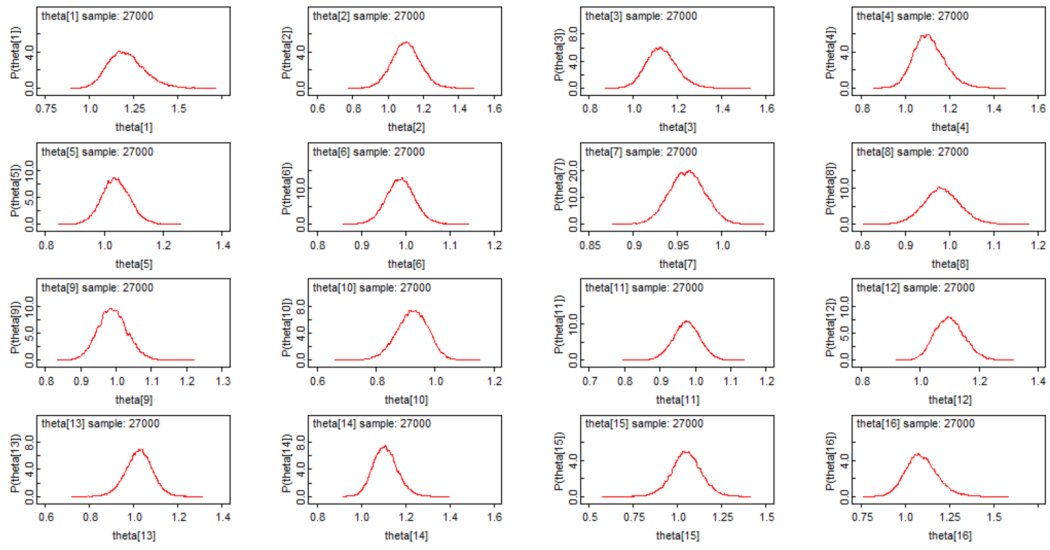
Traza



Autocorrelación



Densidad posterior



Modelo 2 RMEs: ERC y deprivación por región

```
# Datos
list(N = 16,
      O = c(95, 73, 150, 96,
            272, 681, 2078, 305,
            361, 153, 489, 394,
            128, 305, 23, 61),

      E = c(67.8, 73.2, 128.3, 80.3,
            262, 693.5, 2173.2, 312,
            360.1, 185.4, 511.1, 338.8,
            134.7, 263.6, 27.5, 52.5),

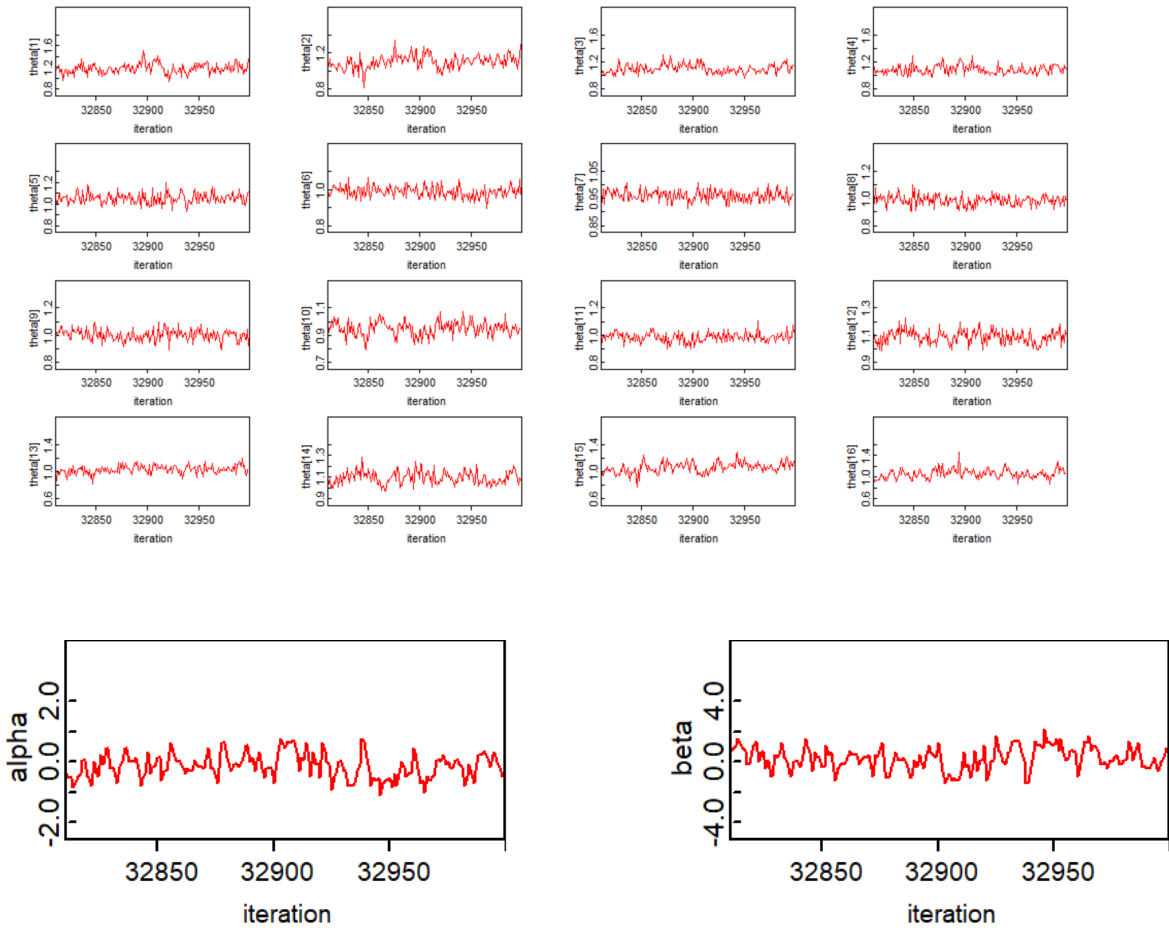
      depriv = c(0.6041, 0.5770, 0.5205, 0.5464,
                0.5785, 0.5045, 0.5144, 0.5274,
                0.5748, 0.5624, 0.5586, 0.5594,
                0.5135, 0.5221, 0.5576, 0.4602),

      num = c(1, 2, 2, 2,
              2, 3, 2, 3,
              2, 2, 2, 2,
              2, 2, 2, 1),

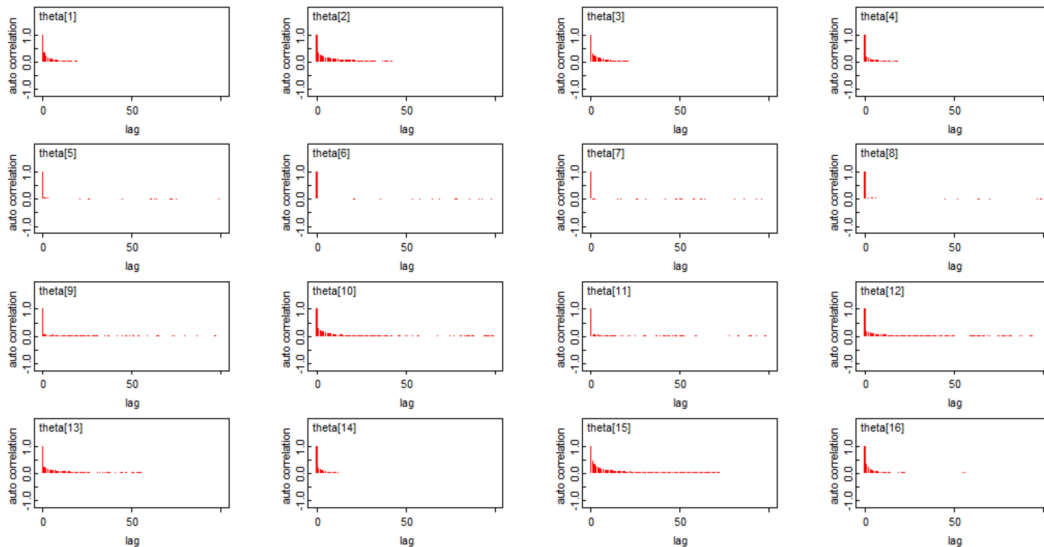
      adj = c(
2,
1, 3,
2, 4,
3, 5,
4, 6,
5, 7, 8,
6, 8,
7, 9, 6,
8, 10,
9, 11,
10, 12,
11, 13,
12, 14,
13, 15,
14, 16,
15),
      sumNumNeigh = 32)
```

Figura C.3: Datos Modelo 2 ERC

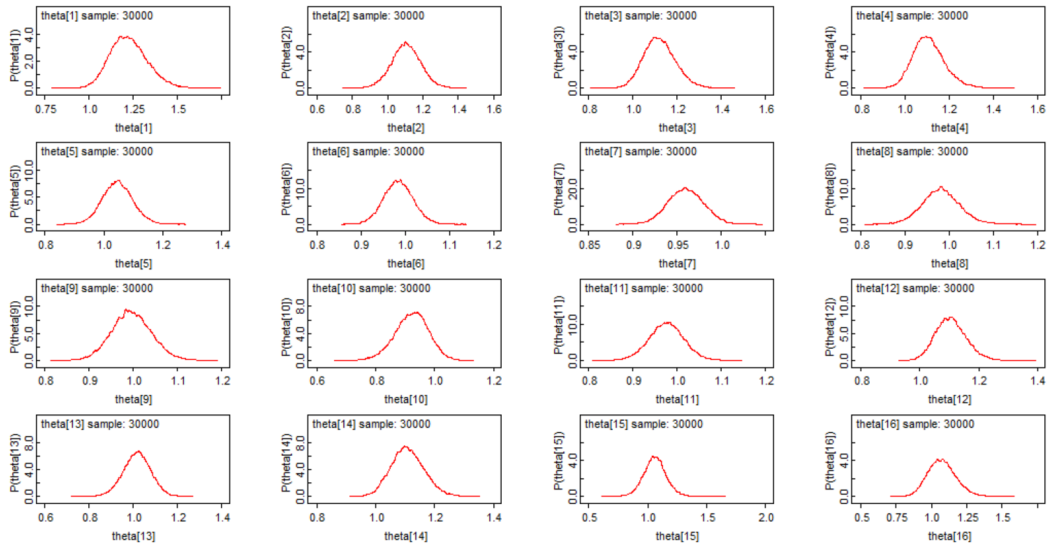
Traza



Autocorrelación



Densidad posterior

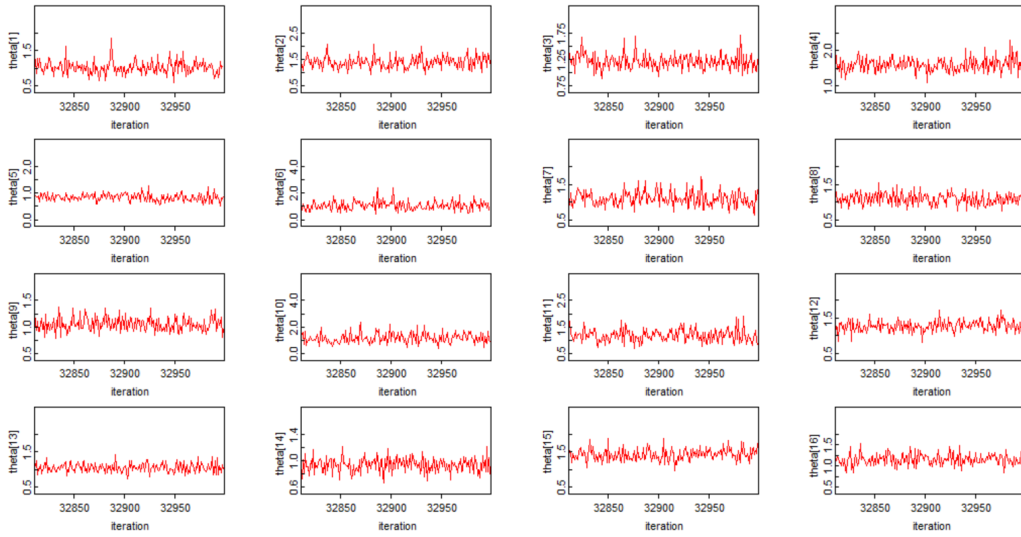


Modelo 3 RMEs: ERC en la Región Metropolitana

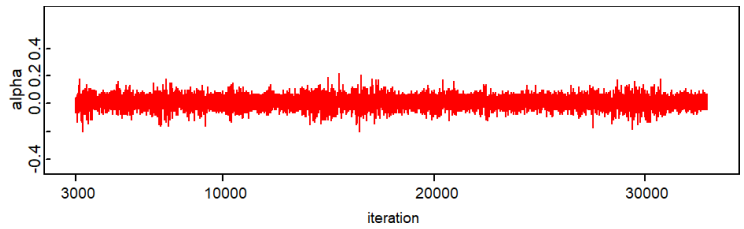
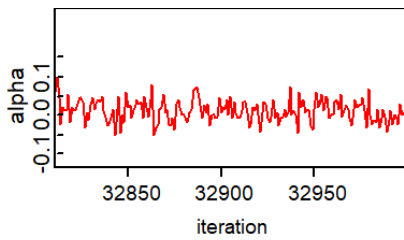
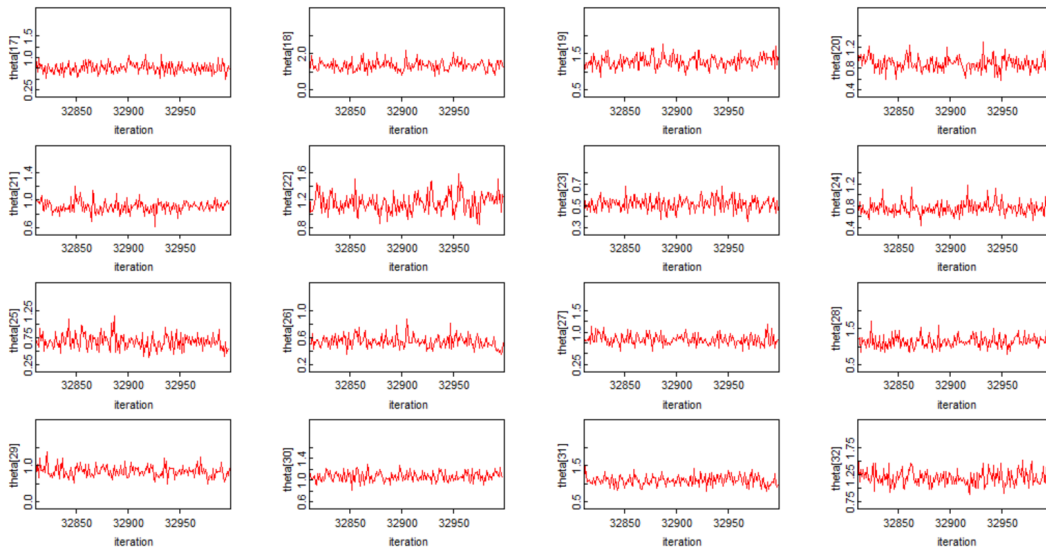
```
# Datos
list(N = 52,
      O = c(17,35,63,68,
            18,6,19,29,
            51,5,13,48,
            50,53,64,69,
            25,15,45,27,
            98,76,60,27,
            13,16,31,39,
            16,133,40,60,
            78,37,18,139,
            40,38,6,75,
            9,5,20,41,
            41,42,48,71,
            11,27,3,0),
      E = c(18.2,22.7,50.0,38.9,
            24.4,5.0,17.6,23.0,
            48.3,4.1,9.9,35.5,
            48.6,58.2,40.2,55.1,
            37.2,9.5,32.0,36.1,
            111.3,61.2,132.8,36.7,
            23.3,41.6,42.8,33.6,
            24.3,124.0,37.9,47.4,
            95.7,23.1,15.0,116.7,
            32.9,35.6,6.4,67.1,
            5.3,7.2,37.2,43.1,
            28.2,35.9,65.2,97.9,
            9.6,18.6,3.9,2.1)
```

Figura C.5: Datos Modelo 3 ERC

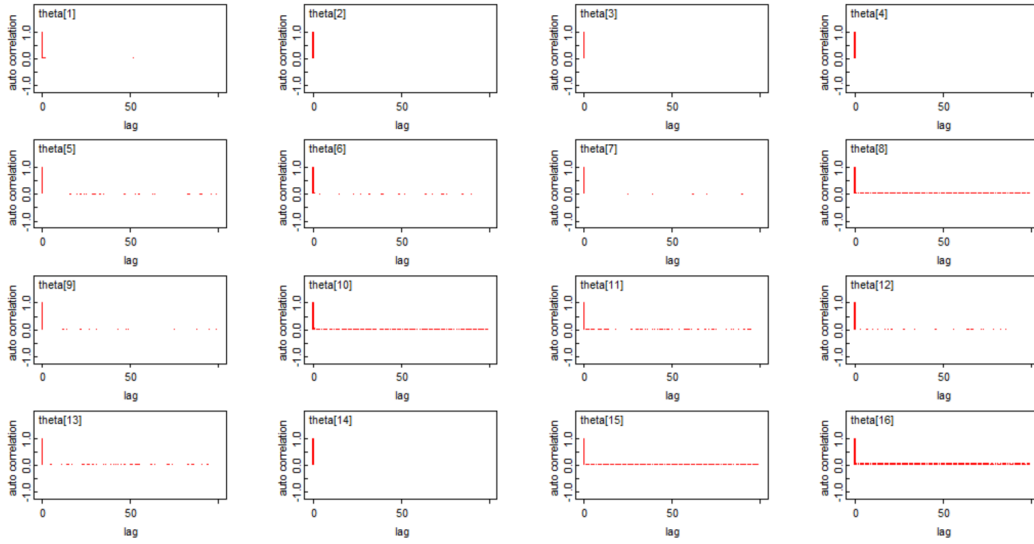
Traza



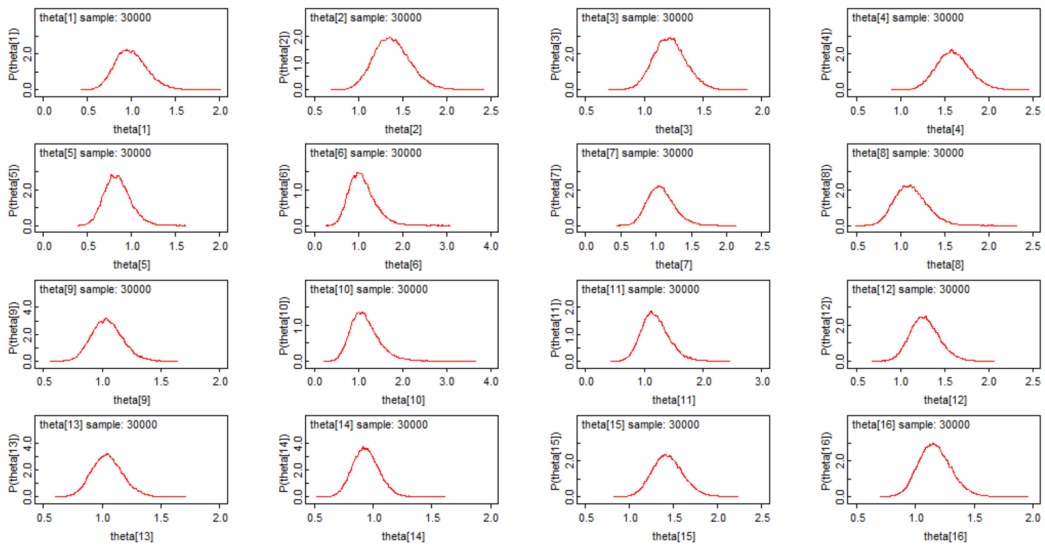
Traza



Autocorrelación



Densidad posterior



Modelo 4 RMEs: ERC y privación en la RM

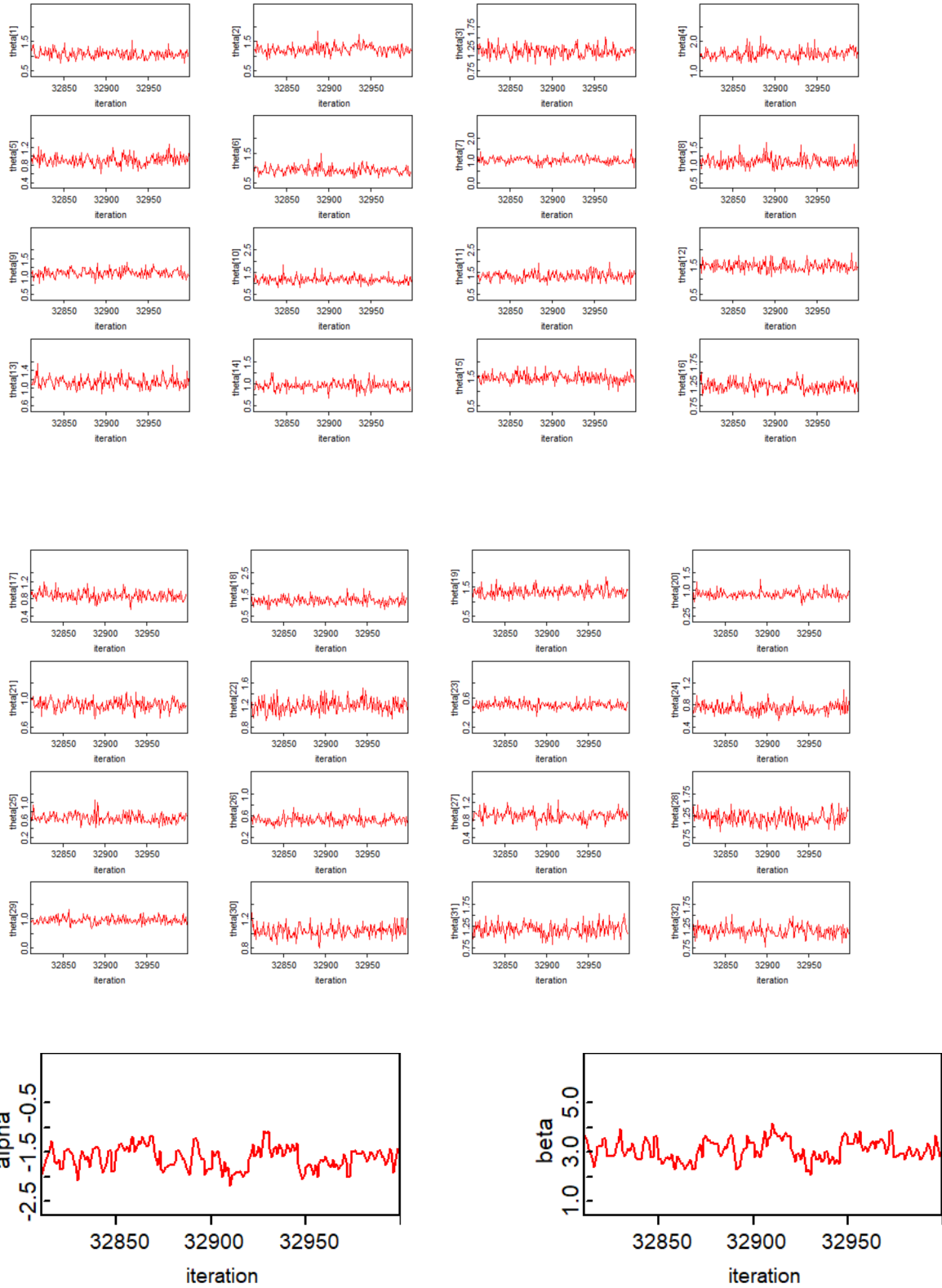
```
# Datos
list(N = 52,
      O = c(17,35,63,68,
            18,6,19,29,
            51,5,13,48,
            50,53,64,69,
            25,15,45,27,
            98,76,60,27,
            13,16,31,39,
            16,133,40,60,
            78,37,18,139,
            40,38,6,75,
            9,5,20,41,
            41,42,48,71,
            11,27,3,0),

      E = c(18.2,22.7,50.0,38.9,
            24.4,5.0,17.6,23.0,
            48.3,4.1,9.9,35.5,
            48.6,58.2,40.2,55.1,
            37.2,9.5,32.0,36.1,
            111.3,61.2,132.8,36.7,
            23.3,41.6,42.8,33.6,
            24.3,124.0,37.9,47.4,
            95.7,23.1,15.0,116.7,
            32.9,35.6,6.4,67.1,
            5.3,7.2,37.2,43.1,
            28.2,35.9,65.2,97.9,
            9.6,18.6,3.9,2.1)

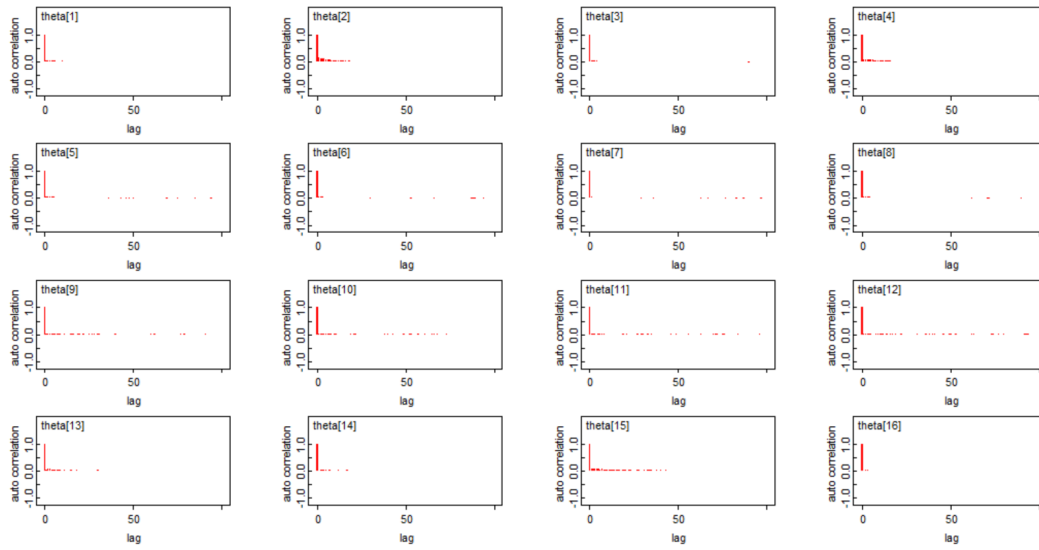
      depriv = c(0.5596,0.5180,0.5401,0.6055,
                0.5120,0.4723,0.5027,0.5123,
                0.5763,0.5585,0.6095,0.6562,
                0.5991,0.5277,0.5852,0.5602,
                0.5395,0.5517,0.6011,0.5161,
                0.5049,0.5431,0.3561,0.4237,
                0.3891,0.3351,0.5336,0.5831,
                0.5606,0.4949,0.6001,0.5047,
                0.4194,0.5450,0.5005,0.5345,
                0.5417,0.5912,0.5577,0.5853,
                0.4908,0.4196,0.5403,0.4597,
                0.6065,0.5894,0.3072,0.4063,
                0.5885,0.5840,0.41,0.4144),
```

Figura C.7: Datos Modelo 4 ERC

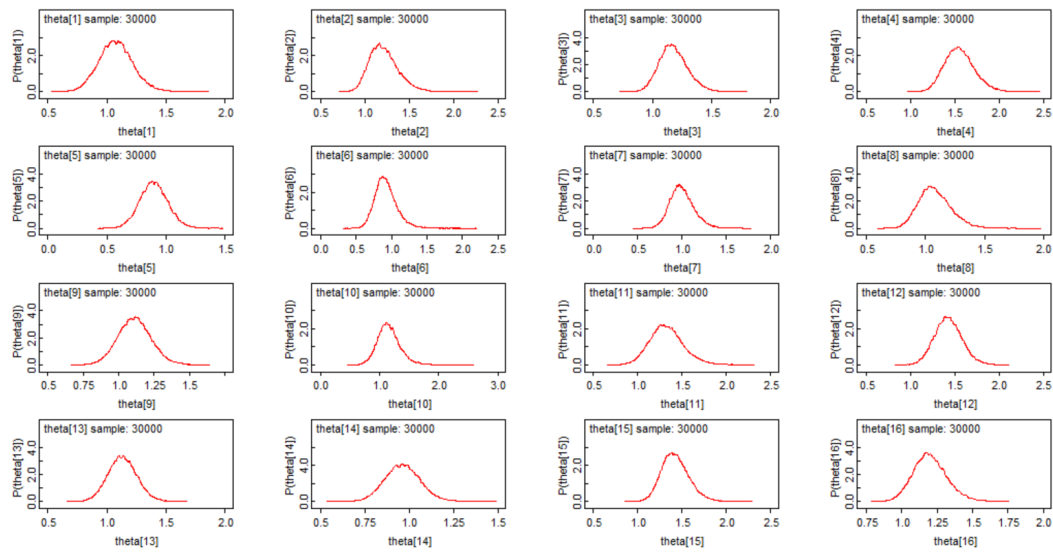
Traza



Autocorrelación



Densidad posterior



Modelo 1 RMEs: Enfermedades Isquémicas por región

```
# Datos
list(N = 16,
      O = c(475, 654, 993, 516,
            1539, 6145, 16262, 2124,
            2283, 1651, 3603, 1947,
            927, 2153, 210, 457),

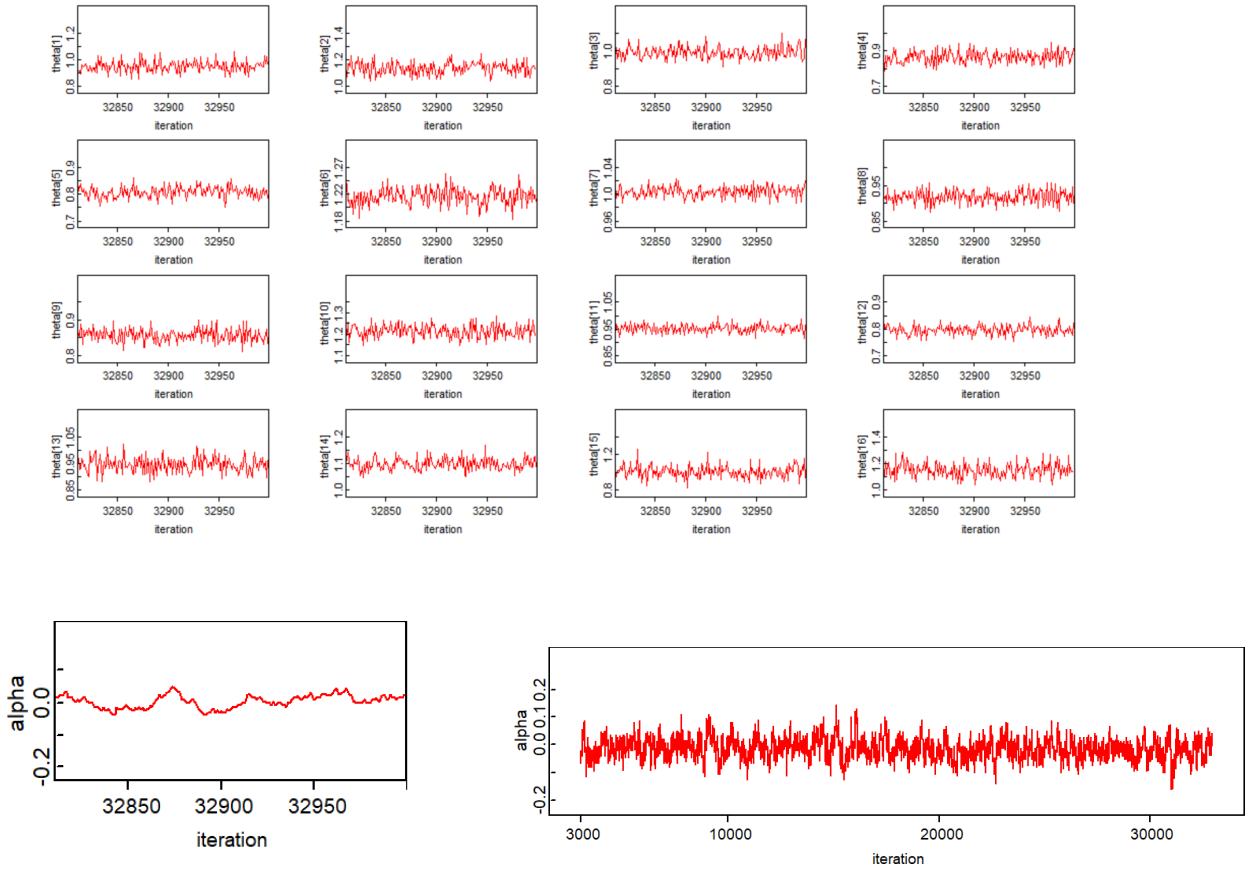
      E = c(505.0, 567.3, 1006.2, 606.1,
            1914.5, 5020.5, 16194.0, 2314.9,
            2670.3, 1352.2, 3790.9, 2462.1,
            987.2, 1955.2, 207.2, 391.5),

      num = c(1,2,2,2,
              2,3,2,3,
              2,2,2,2,
              2,2,2,1),

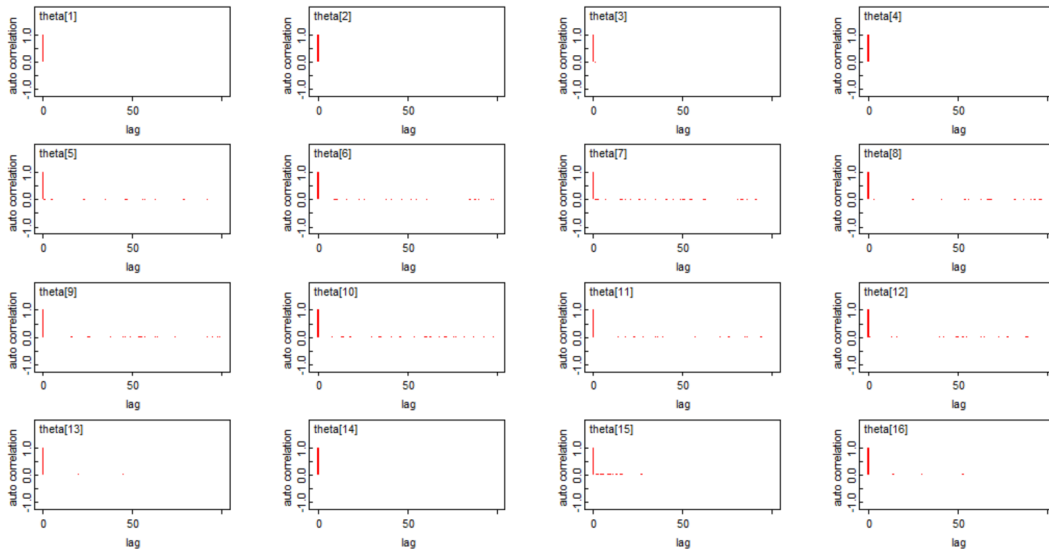
      adj = c(
2,
1,3,
2,4,
3,5,
4,6,
5,7,8,
6,8,
7,9,6,
8,10,
9,11,
10,12,
11,13,
12,14,
13,15,
14,16,
15),
      sumNumNeigh = 32)
```

Figura C.9: Datos Modelo 1 E. Isquémicas

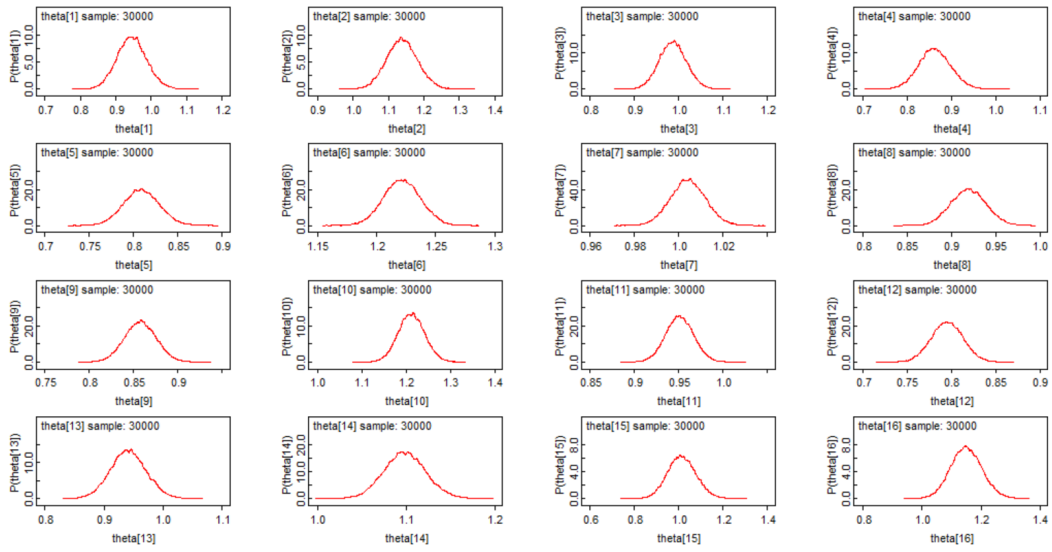
Traza



Autocorrelación



Densidad posterior



Modelo 2 RMEs: Enfermedades Isquémicas y deprivación

```
# Datos

list(N = 16,
      O = c(475, 654, 993, 516,
            1539, 6145, 16262, 2124,
            2283, 1651, 3603, 1947,
            927, 2153, 210, 457),

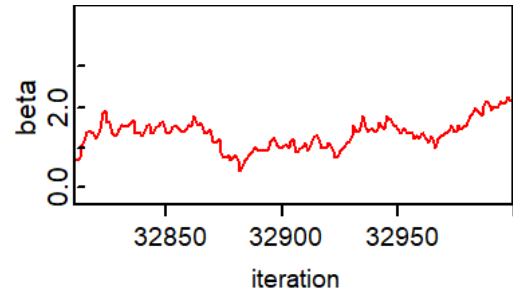
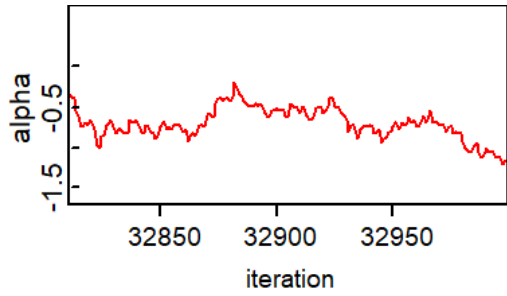
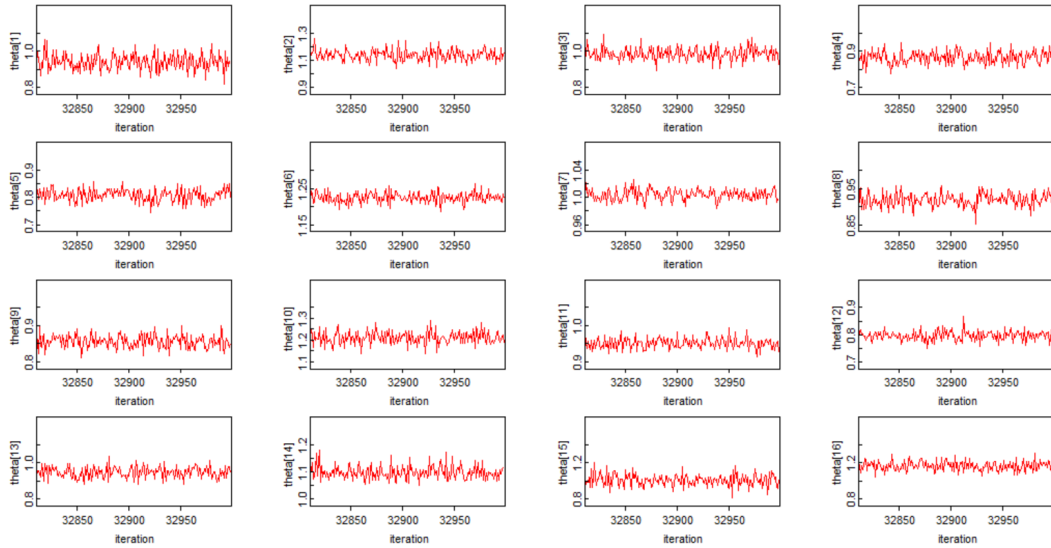
      E = c(505.0, 567.3, 1006.2, 606.1,
            1914.5, 5020.5, 16194.0, 2314.9,
            2670.3, 1352.2, 3790.9, 2462.1,
            987.2, 1955.2, 207.2, 391.5) ,

      depriv = c(0.6041, 0.5770,0.5205,0.5464,
                 0.5785, 0.5045,0.5144,0.5274,
                 0.5748, 0.5624, 0.5586,0.5594,
                 0.5135, 0.5221,0.5576,0.4602),

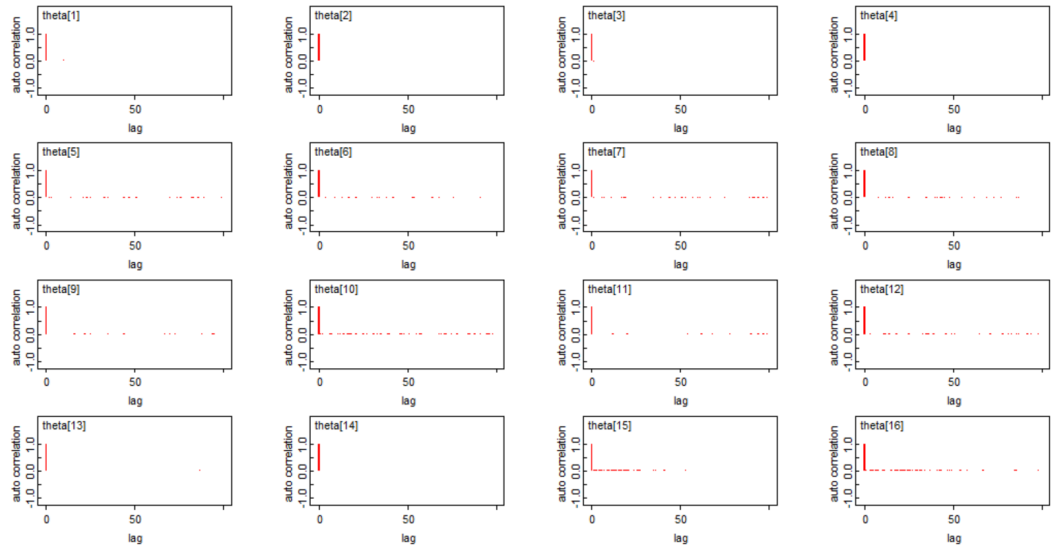
      num = c(1,2,2,2,
              2,3,2,3,
              2,2,2,2,
              2,2,2,1),
      adj = c(
2,
1,3,
2,4,
3,5,
4,6,
5,7,8,
6,8,
7,9,6,
8,10,
9,11,
10,12,
11,13,
12,14,
13,15,
14,16,
15),
      sumNumNeigh = 32)
```

Figura C.11: Datos Modelo 2 E. Isquémicas

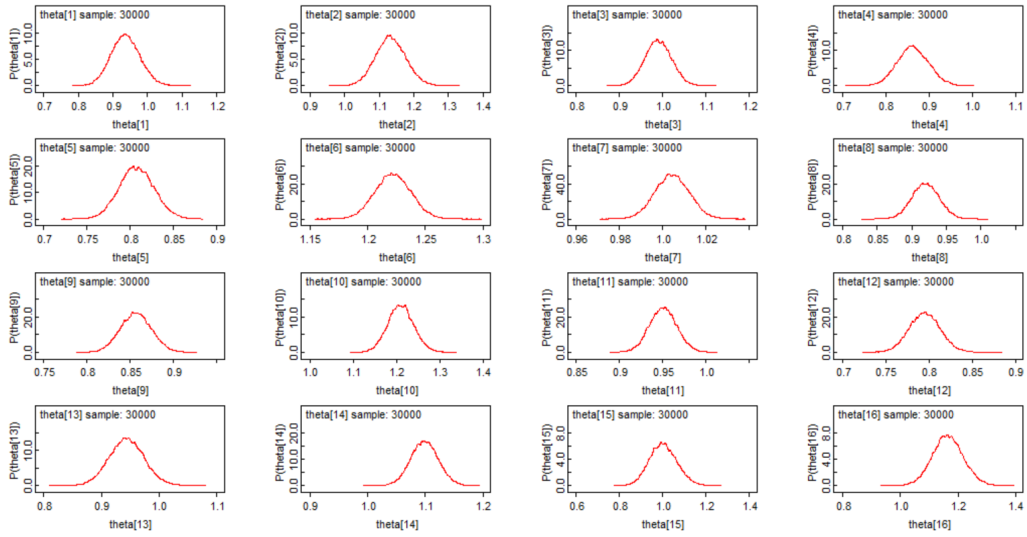
Traza



Autocorrelación



Densidad posterior

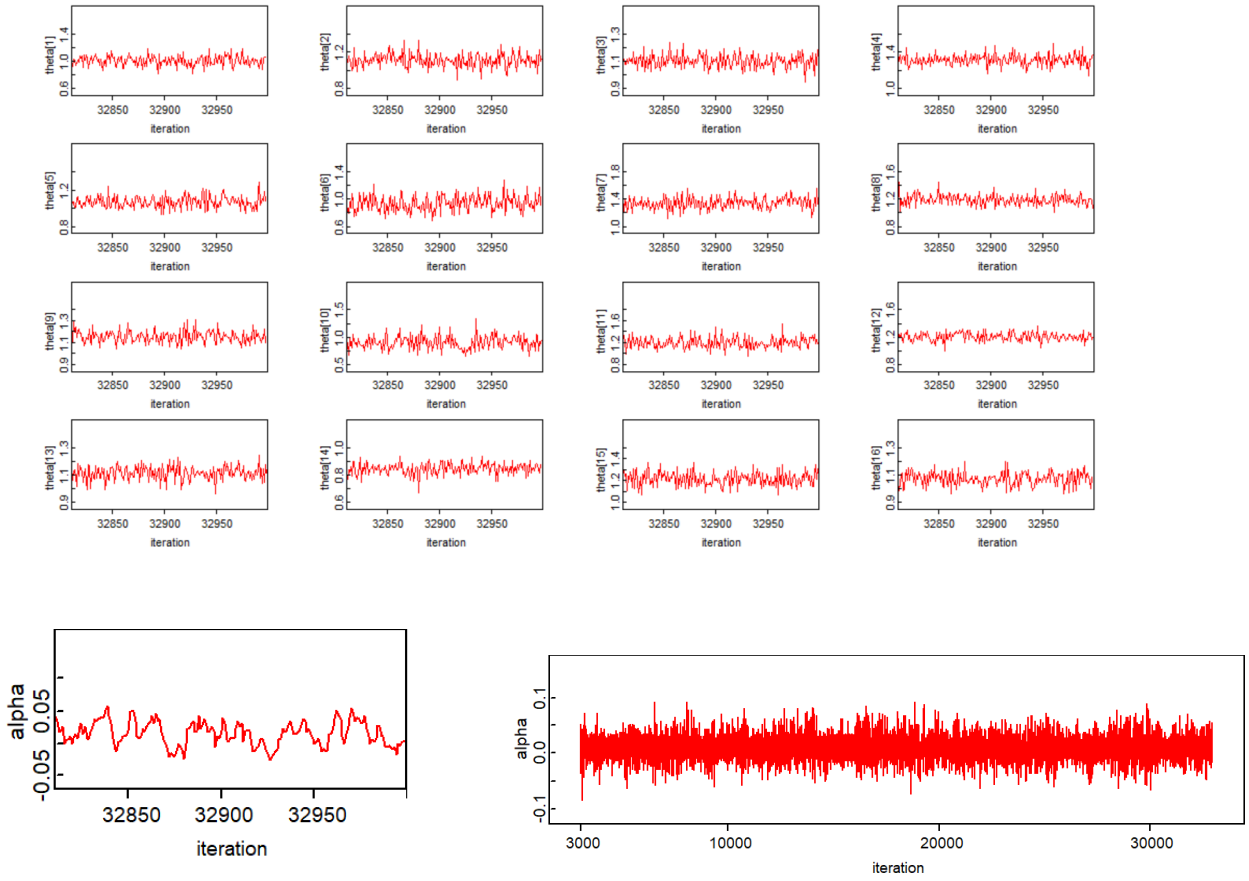


Modelo 3: Enfermedades Isquémicas en la RM

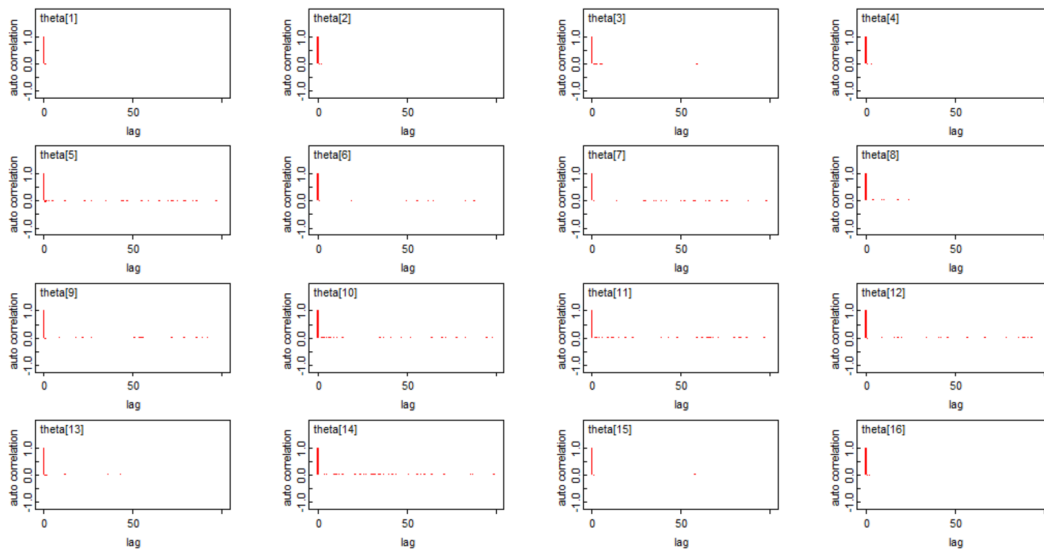
```
# Datos
list(N = 52,
      O = c(150,206,461,411,
            226,33,211,231,
            421,24,102,373,
            425,362,371,461,
            308,77,236,289,
            780,471,748,278,
            122,198,385,266,
            193,951,323,289,
            569,192,124,887,
            254,335,48,679,
            48,45,272,343,
            308,290,467,764,
            62,156,22,15),
      E = c(147.6,182.3,415.2,306.4,
            209.0,40.3,147.7,186.7,
            360.4,32.1,78.4,302.1,
            380.4,440.2,299.8,424.7,
            281.0,76.1,244.0,268.1,
            890.2,496.1,970.9,274.7,
            193.0,304.7,323.3,258.8,
            187.4,1031.8,297.1,355.5,
            693.9,185.4,121.9,985.9,
            290.5,288.3,52.0,547.5,
            41.6,58.3,279.7,319.9,
            216.8,281.0,463.4,757.7,
            76.0,149.9,29.7,16.3),
```

Figura C.13: Datos Modelo 3 E. Isquémicas

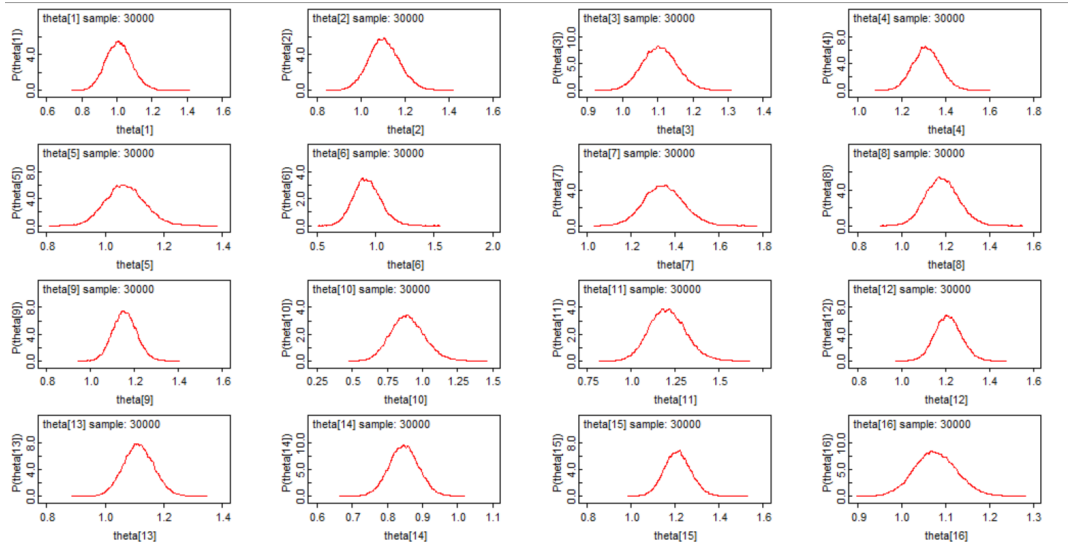
Traza



Autocorrelación



Densidad posterior



Modelo 4: Enfermedades Isquémicas y deprivación en la RM

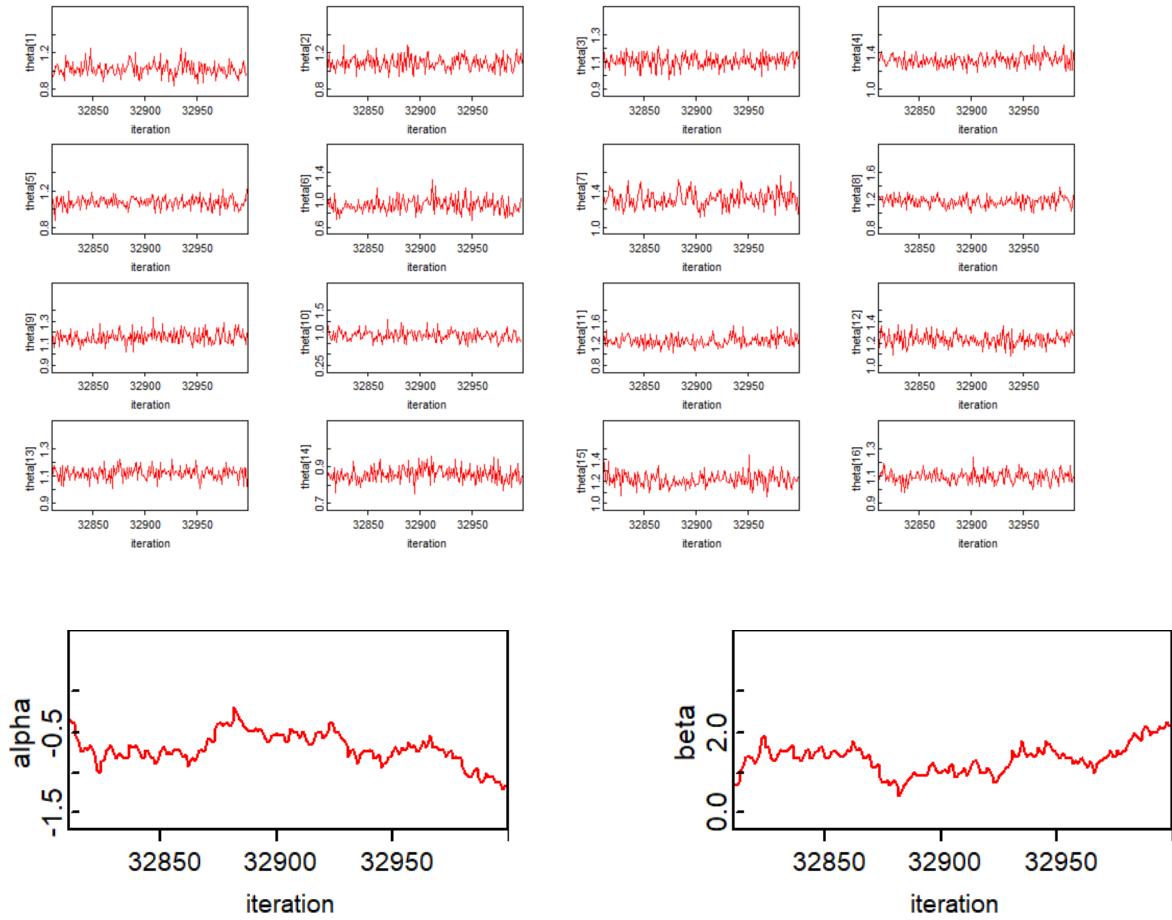
```
# Datos
list(N = 52,
      O = c(150,206,461,411,
            226,33,211,231,
            421,24,102,373,
            425,362,371,461,
            308,77,236,289,
            780,471,748,278,
            122,198,385,266,
            193,951,323,289,
            569,192,124,887,
            254,335,48,679,
            48,45,272,343,
            308,290,467,764,
            62,156,22,15),

      E = c(147.6,182.3,415.2,306.4,
            209.0,40.3,147.7,186.7,
            360.4,32.1,78.4,302.1,
            380.4,440.2,299.8,424.7,
            281.0,76.1,244.0,268.1,
            890.2,496.1,970.9,274.7,
            193.0,304.7,323.3,258.8,
            187.4,1031.8,297.1,355.5,
            693.9,185.4,121.9,985.9,
            290.5,288.3,52.0,547.5,
            41.6,58.3,279.7,319.9,
            216.8,281.0,463.4,757.7,
            76.0,149.9,29.7,16.3),

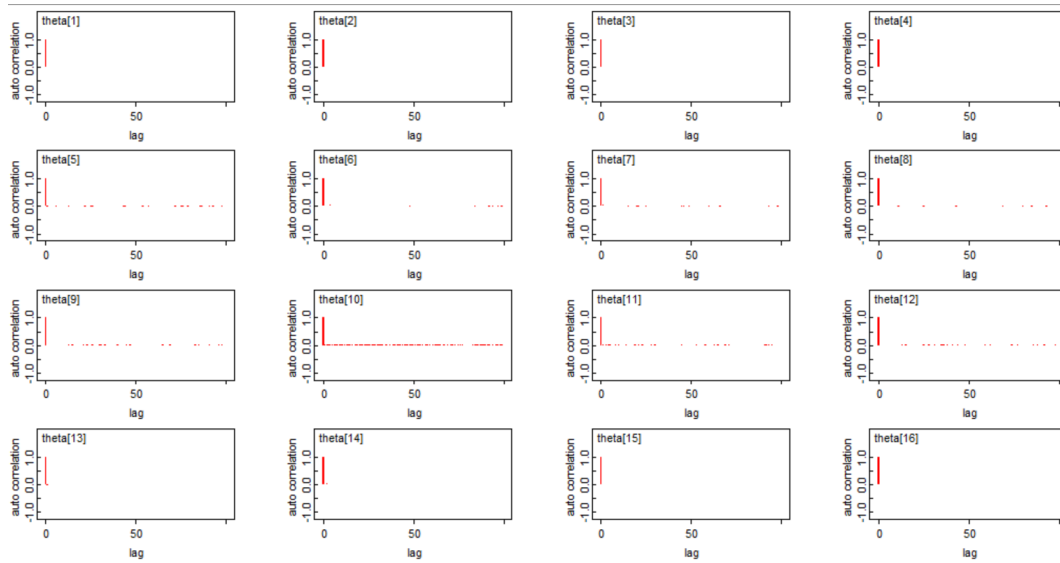
      depriv = (
            0.5596,0.5180,0.5401,0.6055,
            0.5120,0.4723,0.5027,0.5123,
            0.5763,0.5585,0.6095,0.6562,
            0.5991,0.5277,0.5852,0.5602,
            0.5395,0.5517,0.6011,0.5161,
            0.5049,0.5431,0.3561,0.4237,
            0.3891,0.3351,0.5336,0.5831,
            0.5606,0.4949,0.6001,0.5047,
            0.4194,0.5450,0.5005,0.5345,
            0.5417,0.5912,0.5577,0.5853,
            0.4908,0.4196,0.5403,0.4597,
            0.6065,0.5894,0.3072,0.4063,
            0.5885,0.5840,0.41,0.4144),
```

Figura C.15: Datos modelo 4 E. Isquémicas

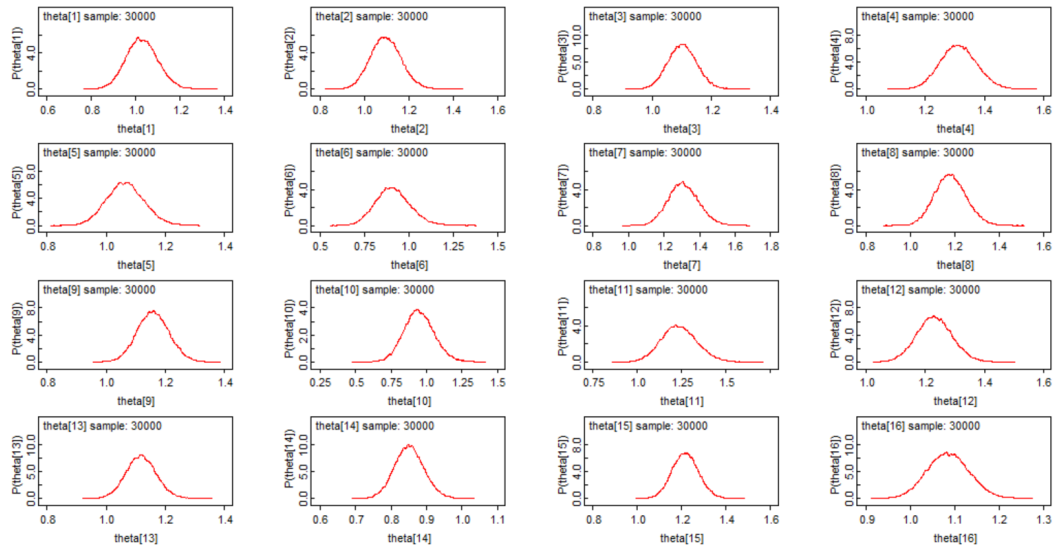
Traza



Autocorrelación



Densidad posterior



Anexo D. Resumen: RME vs RMEs

Enfermedad Renal Crónica por Comuna

Comuna	Observados	Esperados	RR sin suavizar	RR suavizados	2.5 %	97.5 %
Paine	17	18,2	93,420	99,66	67,67	138,7
Buín	35	22,7	154,449	138,50	101,2	182,9
Pudahuel	63	50,0	126,095	121,90	96,51	150,4
Cerro Navia	68	38,9	174,607	159,90	125,3	199,4
Colina	18	24,4	73,865	84,06	58,29	115,7
Tiltil	6	5,0	119,342	108,30	59,84	176,2
Lampa	19	17,6	107,949	107,00	73,73	148,2
Huechuraba	29	23,0	125,848	111,80	79,95	151,2
Conchali	51	48,3	105,635	104,40	80,74	131,8
Maria Pinto	5	4,1	122,168	115,20	62,83	192,7
Curacavi	13	9,9	130,979	119,00	78,61	170,9
La Pintana	48	35,5	135,375	127,50	97,48	162,4
El Bosque	50	48,6	102,923	104,60	80,98	131,8
Estacion Central	53	58,2	91,066	93,75	73,41	116,7
Pedro Aguirre Cerda	64	40,2	159,239	143,50	111,7	179,8
Recoleta	69	55,1	125,259	116,60	91,76	145,5
Independencia	25	37,2	67,145	76,55	54,42	102,2
Isla de Maipo	15	9,5	157,776	132,60	88,18	190
Lo Espejo	45	32,0	140,652	129,40	98,09	166,3
La Cisterna	27	36,1	74,820	86,33	62,19	113,5
La Florida	98	111,3	88,041	90,48	74,49	107,5
Penalolen	76	61,2	124,125	117,20	93,03	144,2
Las Condes	60	132,8	45,190	51,45	40,81	63,45
La Reina	27	36,7	73,567	77,63	55,31	104
Lo Barnechea	13	23,3	55,909	69,50	46,27	98,4
Vitacura	16	41,6	38,416	54,87	37,56	75,14
Quinta Normal	31	42,8	72,490	81,29	59,78	106
Lo Prado	39	33,6	115,907	113,60	84,56	147,7
Cerrillos	16	24,3	65,921	83,14	56,55	113,8
Maipo	133	124,0	107,242	107,10	90,3	125
Melipilla	40	37,9	105,559	106,80	80,62	136
Macul	60	47,4	126,493	119,70	93,04	149,7
Nunoa	78	95,7	81,496	83,00	67,04	100,8
Peñaflor	37	23,1	159,978	144,80	106,5	190,5
Padre Hurtado	18	15,0	119,913	116,70	79,26	162,2
Puente Alto	139	116,7	119,142	117,80	99,81	137,5
Quilicura	40	32,9	121,743	115,80	87,22	148,9
Renca	38	35,6	106,860	105,20	79,33	135,4
Calera de Tango	6	6,4	93,939	109,00	65,81	164,6
San Bernardo	75	67,1	111,802	111,50	90,56	134,8
San José de Maipo	9	5,3	169,651	113,90	70,91	177,3
Pirque	5	7,2	69,341	96,54	58,96	145
San Joaquín	20	37,2	53,719	69,12	48,87	92,57
San Miguel	41	43,1	95,158	97,47	74,05	123,7
San Ramón	41	28,2	145,358	133,00	99,18	172,8
La Granja	42	35,9	117,026	112,80	85,33	144,5
Providencia	48	65,2	73,654	75,71	58,07	96,44
Santiago	71	97,9	72,520	76,98	62,16	93,05
El Monte	11	9,6	114,654	117,00	73,45	171,6
Talagante	27	18,6	144,991	134,00	94,78	181,3
San Pedro	3	3,9	133 77,655	94,73	47,16	160,2
Alhué	1	2,1	46,923	88,05	44,26	149,9

Enfermedad Renal Crónica por Región

Región	Observados	Esperados	RR sin suavizar	RR suavizados	2.5 %	97.5 %
Arica y Parinacota	95	67,8	140,020	120,9	103,4	142,9
Tarapaca	73	73,2	99,758	110,3	94,93	126,3
Antofagasta	150	128,3	116,894	112,8	100,4	127
Atacama	96	80,3	119,621	110,8	98,3	126,5
Coquimbo	272	262,0	103,802	104	94,8	113,8
Valparaíso	681	693,5	98,202	98,83	92,53	105,3
Metropolitana de Santiago	2078	2173,2	95,619	96,08	92,18	100
Libertador General Bernardo O'Higgins	305	312,0	97,756	98,27	90,21	106,8
Maule	361	360,1	100,259	99,08	91,05	107,7
Ñuble	153	185,4	82,522	92,26	81,19	102,3
Biobío	489	511,1	95,669	97,53	90,07	104,9
La Araucanía	394	338,8	116,301	110,1	100,8	120,7
Los Ríos	128	134,7	95,009	102,4	90,21	114,2
Los Lagos	305	263,6	115,692	110,8	100,7	122,3
Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	23	27,5	83,674	105	88,01	121,9
Magallanes y de la Antártica Chilena	61	52,5	116,300	109,1	92,95	128,3

Enfermedades Isquémicas por Región

Region	Observados	Esperados	RR sin suavizar	RR suavizados	2.5 %	97.5 %
Arica y Parinacota	475	505,0	94,068	94,53	86,56	102,9
Tarapaca	654	567,3	115,278	113,9	105,5	122,6
Antofagasta	993	1006,2	98,685	98,66	92,76	104,8
Atacama	516	606,1	85,141	86,21	79,27	93,38
Coquimbo	1539	1914,5	80,388	80,9	76,99	84,91
Valparaiso	6145	5020,5	122,399	122,2	119,1	125,2
Metropolitana de Santiago	16262	16194,0	100,420	100,4	98,88	102
Libertador General Bernardo O'Higgins	2124	2314,9	91,754	91,93	88,12	95,84
Maule	2283	2670,3	85,495	85,78	82,33	89,28
Ñuble	1651	1352,2	122,093	121,2	115,5	127,1
Biobio	3603	3790,9	95,043	95,11	92,03	98,2
La Araucania	1947	2462,1	79,080	79,53	76,06	83,05
Los Rios	927	987,2	93,906	94,15	88,33	100,2
Los Lagos	2153	1955,2	110,118	109,9	105,3	114,6
Aysen del General Carlos Ibanez del Campo	210	207,2	101,335	101,4	89,36	114,2
Magallanes y de la Antartica Chilena	457	391,5	116,716	115,1	105,1	125,7

Enfermedades Isquémicas por Comuna

Comuna	Observados	Esperados	RR sin suavizar	RR suavizados	2.5 %	97.5 %
Paine	150	147,6	101,597	101,20	87,44	116,3
Buin	206	182,3	112,977	110,60	97,11	125,1
Pudahuel	461	415,2	111,043	110,60	101,1	120,4
Cerro Navia	411	306,4	134,150	131,50	119,6	144,2
Colina	226	209,0	108,112	106,80	94,59	120,1
Tiltil	33	40,3	81,988	92,90	71,39	117,5
Lampa	211	147,7	142,894	134,90	118,2	152,8
Huechuraba	231	186,7	123,743	118,40	104,3	133,6
Conchali	421	360,4	116,803	115,60	105,2	126,5
Maria Pinto	24	32,1	74,752	89,54	67,16	114,9
Curacavi	102	78,4	130,038	120,70	101,5	142,3
La Pintana	373	302,1	123,455	121,10	109,8	133,1
El Bosque	425	380,4	111,717	111,50	101,5	121,9
Estacion Central	362	440,2	82,231	84,75	76,49	93,16
Pedro Aguirre Cerda	371	299,8	123,734	121,10	109,6	133,2
Recoleta	461	424,7	108,555	107,80	98,52	117,5
Independencia	308	281,0	109,622	109,10	98	121
Isla de Maipo	77	76,1	101,204	101,70	84,49	120,6
Lo Espejo	236	244,0	96,717	98,41	87,2	110,2
La Cisterna	289	268,1	107,799	107,90	96,65	119,9
La Florida	780	890,2	87,618	88,22	82,34	94,34
Penalolen	471	496,1	94,948	94,69	86,74	103,1
Las Condes	748	970,9	77,041	77,88	72,52	83,35
La Reina	278	274,7	101,209	100,10	89,26	111,6
Lo Barnechea	122	193,0	63,220	70,19	59,92	81,18
Vitacura	198	304,7	64,972	69,62	61,02	78,67
Quinta Normal	385	323,3	119,071	117,60	106,7	129
Lo Prado	266	258,8	102,776	103,40	92,01	115,3
Cerrillos	193	187,4	102,976	103,10	90,46	116,7
Maipu	951	1031,8	92,172	92,71	87,01	98,51
Melipilla	323	297,1	108,728	107,20	96,52	118,4
Macul	289	355,5	81,293	82,90	74,25	91,98
Nunoa	569	693,9	81,994	83,02	76,68	89,72
Peñaflor	192	185,4	103,586	103,00	90,49	116,7
Padre Hurtado	124	121,9	101,698	101,90	87,22	117,9
Puente Alto	887	985,9	89,971	90,55	84,78	96,36
Quilicura	254	290,5	87,429	90,44	80,33	101
Renca	335	288,3	116,191	115,00	103,6	126,8
Calera de Tango	48	52,0	92,373	97,20	78,65	118,3
San Bernardo	679	547,5	124,009	121,90	113,2	131,1
San Jose de Maipo	48	41,6	115,273	103,10	81,85	128,1
Pirque	45	58,3	77,174	88,04	70,82	106,7
San Joaquin	272	279,7	97,236	97,31	86,84	108,2
San Miguel	343	319,9	107,222	107,00	96,61	118
San Ramon	308	216,8	142,063	136,90	122,4	152,2
La Granja	290	281,0	103,216	103,40	92,65	114,9
Providencia	467	463,4	100,779	100,10	91,56	109,1
Santiago	764	757,7	100,829	100,90	94,11	108
El Monte	62	76,0	81,535	88,94	72,87	106,7
Talagante	156	149,9	104,048	103,40	89,37	118,2
San Pedro	22	29,7	135 74,039	87,59	64,57	113,6
Alhue	15	16,3	91,797	97,21	71,41	127,8

Código Región	Nombre Región	Población
15	Arica y Parinacota	226.068
01	Tarapacá	330.558
02	Antofagasta	607.534
03	Atacama	286.168
04	Coquimbo	757.586
05	Valparaíso	1.815.902
13	Metropolitana de Santiago	7.112.808
06	Libertador General Bernardo O'Higgins	914.555
07	Maule	1.044.950
16	Ñuble	480.609
08	Biobío	1.556.805
09	La Araucanía	957.224
14	Los Ríos	384.837
10	Los Lagos	828.708
11	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	103.158
12	Magallanes y de la Antártica Chilena	166.533
Total País		17.574.003

Tabla D.1: Fuente: Censo 2017, Instituto Nacional de Estadísticas

Código Comuna	Nombre Comuna	Población
13101	Santiago	404.495
13102	Cerrillos	80.832
13103	Cerro Navia	132.622
13104	Conchalí	126.955
13105	El Bosque	162.505
13106	Estación Central	147.041
13107	Huechuraba	98.671
13108	Independencia	100.281
13109	La Cisterna	90.119
13110	La Florida	366.916
13111	La Granja	116.571
13112	La Pintana	177.335
13113	La Reina	92.787
13114	Las Condes	294.838
13115	Lo Barnechea	105.833
13116	Lo Espejo	98.804
13117	Lo Prado	96.249
13118	Macul	116.534
13119	Maipú	521.627
13120	Ñuñoa	208.237
13121	Pedro Aguirre Cerda	101.174
13122	Peñalolén	241.599
13123	Providencia	142.079
13124	Pudahuel	230.293
13125	Quilicura	210.410
13126	Quinta Normal	110.026
13127	Recoleta	157.851
13128	Renca	147.151
13129	San Joaquín	94.492
13130	San Miguel	107.954
13131	San Ramón	82.900
13132	Vitacura	85.384
13201	Puente Alto	568.106
13202	Pirque	26.521
13203	San José de Maipo	18.189
13301	Colina	146.207
13302	Lampa	102.034
13303	Tiltil	19.312
13401	San Bernardo	301.313
13402	Buín	96.614
13403	Calera de Tango	25.392
13404	Paine	72.759
13501	Melipilla	123.627
13502	Alhué	6.444
13503	Curacaví	32.579
13504	María Pinto	13.590
13505	San Pedro	9.726
13601	Talagante	74.237
13602	El Monte	35.923
13603	Isla de Maipo	36.219
13604	Padre Hurtado	63.250
13605	Peñaflor	90.201

Tabla D.2: Fuente: Censo 2017, Instituto Nacional de Estadísticas

Anexo E. Matriz de adyacencia Regiones - Chile

A continuación se define de norte a sur, la Matriz de adyacencia de las Regiones de Chile:

```
# Matriz de adyacencia
num = c(1,2,2,2,
        2,3,2,3,
        2,2,2,2,
        2,2,2,1),

adj = c(
2,
1,3,
2,4,
3,5,
4,6,
5,7,8,
6,8,
7,9,6,
8,10,
9,11,
10,12,
11,13,
12,14,
13,15,
14,16,
15),
sumNumNeigh = 32)
```

Figura E.1: Matriz de adyacencia Regiones Chile

Anexo F. Matriz de adyacencia Comunas Región Metropolitana

```
# Matriz de adyacencia

num = c(5, 5, 8, 4, 5, 2, 5, 6, 5, 2,
6, 6, 5, 7, 6, 6, 4, 6, 6, 6,
7, 6, 6, 4, 5, 5, 5, 4, 5, 7,
9, 4, 6, 5, 5, 6, 6, 7, 5, 12,
6, 5, 6, 7, 5, 5, 6, 10, 4, 5,
2, 3
),
adj = c(
52, 42, 31, 18, 2,
42, 40, 36, 18, 1,
38, 37, 30, 28, 14, 11, 7, 4,
38, 28, 27, 3,
37, 25, 8, 7, 6,
7, 5,
37, 11, 6, 5, 3,
37, 26, 25, 16, 9, 5,
38, 37, 17, 16, 8,
31, 11,
35, 31, 30, 10, 7, 3,
46, 45, 40, 36, 21, 13,
45, 40, 20, 19, 12,
48, 30, 29, 28, 27, 15, 3,
48, 44, 29, 20, 19, 14,
48, 47, 26, 17, 9, 8,
48, 38, 16, 9,
50, 49, 40, 31, 2, 1,
44, 40, 29, 20, 15, 13,
45, 44, 40, 19, 15, 13,
46, 43, 41, 36, 32, 22, 12,
41, 33, 32, 24, 23, 21,
47, 41, 26, 25, 24, 22,
47, 33, 23, 22,
41, 26, 23, 8, 5,
47, 25, 23, 16, 8,
48, 38, 28, 14, 4,
27, 14, 4, 3,
40, 30, 19, 15, 14,
40, 39, 35, 29, 14, 11, 3,
52, 51, 49, 35, 34, 18, 11, 10, 1,
43, 33, 22, 21,
48, 47, 43, 32, 24, 22,
50, 49, 39, 35, 31,
39, 34, 31, 30, 11,
42, 41, 40, 21, 12, 2,
38, 9, 8, 7, 5, 3,
48, 37, 27, 17, 9, 4, 3,
50, 40, 35, 34, 30,
50, 42, 39, 36, 30, 29, 20, 19, 18, 13, 12, 2,
42, 36, 25, 23, 22, 21,
41, 40, 36, 2, 1,
48, 46, 44, 33, 32, 21,
48, 46, 45, 43, 20, 19, 15,
46, 44, 20, 13, 12,
45, 44, 43, 21, 12,
48, 33, 26, 24, 23, 16,
47, 44, 43, 38, 33, 27, 17, 16, 15, 14,
50, 34, 31, 18,
49, 40, 39, 34, 18,
52, 31,
51, 31, 1
),
sumNumNeigh = 288)
```

Figura F.1: Matriz de adyacencia Comunas- Región Metropolitana