


ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=ca>

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=es>

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>



**EXPANSIÓN URBANA EN LA REGIÓN
METROPOLITANA DE SANTIAGO DE CHILE
ENTRE 1997 Y 2013:**

Una aproximación desde la planificación y la normativa urbana

Juan Pablo Schuster Olbrich | Octubre 2024 | *Tesis doctoral*

Diseño: Josefa Araya Concha

Imagen de portada: Google Earth (2024). Vista aérea
de Región Metropolitana de Santiago de Chile

Tesis Doctoral

**EXPANSIÓN URBANA EN LA REGIÓN METROPOLITANA
DE SANTIAGO DE CHILE ENTRE 1997 Y 2013:
Una aproximación desde la planificación
y la normativa urbana**

Programa de Doctorat en Geografia
Departament de Geografia
Universitat Autònoma de Barcelona

Autor:

Juan Pablo Schuster Olbrich

Directores:

Dr. Oriol Marquet

Dept. Geografia, Universitat Autònoma de Barcelona

Dr. Luis Fuentes

Pontificia Universidad Católica de Chile

Dra. Carme Miralles-Guasch

Dept. Geografia, Universitat Autònoma de Barcelona

Tutora:

Dra. Carme Miralles-Guasch

Octubre, 2024

P R E F A C I O

La presente tesis doctoral está elaborada bajo el formato de tesis doctorales por compendio de artículos científicos. Conforme a la normativa vigente aprobada en el RD 99/2011 y la disposición transitoria ratificada por la PAC el 13 de octubre de 2022, por la Comisión Académica del Programa de Doctorado del Departamento de Geografía de la Universitat Autònoma de Barcelona. Debo señalar que, la tesis incluye todos los apartados obligatorios y se estructura de la siguiente manera.

La parte I establece la introducción de la presente tesis, identificando las preguntas de investigación, el objetivo y la hipótesis general y específicas.

La parte II señala el marco teórico de la investigación, que da el marco general en el que se desarrollan los casos empíricos desarrollados en el apartado IV.

La parte III describe en términos generales la metodología empleada, sin perjuicio del detalle de la metodología aplicada para cada caso de estudio.

La parte IV presenta el núcleo de la tesis, integrando los tres casos de estudios presentados en formato de artículos científicos.

La parte V describe en conjunto las discusiones de los casos de estudio y las conclusiones generales.

La parte VI explica las fortalezas, limitaciones y las futuras líneas de investigación que surgen a partir de la presente tesis.

Finalmente, la parte VII señala las referencias utilizadas y los anexos respectivos.

Tal como se indica en la parte IV de la presente tesis, el presente trabajo aporta tres publicaciones desarrolladas a través de artículos científicos en revistas internacionales:

1) **Schuster Olbrich, J. P.**, Vich, G., Miralles-Guasch, C., Fuentes, L. (2022). Urban sprawl containment by the urban growth boundary: the case of the Regulatory Plan of the Metropolitan Region of Santiago of Chile. *Journal of Land Use Science*, 17(1),

324–338. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2022.2086312>

JCR (2022): Impact factor = 3.2, Journal Rank= Q1 (Multidisciplinary, Agriculture)

2) **Schuster-Olbrich, J. P.**, Vich, G., & Miralles-Guasch, C. (2024). Expansión urbana más allá del límite urbano: un análisis de Santiago de Chile desde la planificación urbana y sus contradicciones normativas territoriales. *Eure*, 50(150), 1–22. <https://doi.org/10.7764/eure.50.150.08>

JCR (2023): Impact factor = 0.6, Journal Rank= Q4 (Urban Studies)

3) **Schuster-Olbrich, J. P.**, Marquet, O., Miralles-Guasch, C., & Fuentes Arce, L. (2024). Spatial patterns and drivers of urban expansion: An exploratory spatial analysis of the Metropolitan Region of Santiago, Chile, from 1997 to 2013. *Cities*, 153, 105305. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.105305>

JCR (2023): Impact factor = 6.0, Journal Rank= Q1 (Urban studies)

El autor de la presente tesis doctoral ha recibido el apoyo económico para la realización de la investigación a través del Programa Becas Chile, convocatoria año 2019/72200289, de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo-Ministerio de Ciencias, Tecnología Conocimiento e Innovación de Chile.

AGRADECIMIENTOS

Como la mayoría que pasa por este proceso de escribir una tesis doctoral, sabemos que es un proceso vital y que va sucediendo mientras la vida también avanza. Desde que decidí comenzar a realizar el doctorado hace un poco más de 4 años atrás, ha sido todo un viaje llegar a este punto. Sin lugar a duda, me siento infinitamente agradecido por todas las personas que me acompañaron en este proceso y de las experiencias vitales que me atravesaron más allá de mi investigación, que convirtieron este proceso en una compleja y enriquecedora experiencia.

Apenas comencé mis estudios de derecho me interesé por los temas urbanos, espaciales, y relacionados a la planificación urbana, por lo que comencé a trabajar en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Católica de Chile y empaparne de otras miradas, aproximaciones y experiencias. Es así, como tuve la oportunidad de compartir con tremendos profesionales y personas en esos años que me empujaron a confirmar mi decisión de conocer más este mundo del urbanismo. En ese contexto, que conocí a la Dra. Carme Miralles-Guasch en el Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales UC de Chile, quien sería fundamental para dar el paso y cruzar “el charco”, convirtiéndose en mi tutora de tesis de doctorado durante los próximos 4 años. Gracias Carme por haberme recibido y guiado, por tu visión clara para darle la vuelta ante las más complejas y diversas situaciones. En definitiva, gracias por todo el soporte y certeros consejos para poder llegar hasta este gran momento.

A partir de esa conversación, es que con mi partner Amanda Paz, dimos un salto a vivir nuestro proyecto en Barcelona y extendimos nuestros límites laborales y académicos más allá de lo que conocimos. Logrando así, llevar nuestras experiencias y extender nuestras carreras a ámbitos y lugares que ni imaginábamos. Gracias eternas Amanda por tu valentía, por empujar este proyecto juntos, tu cariño, tu paciencia y por sobre todo, tu sabiduría en este intenso proceso.

Es así, como un 12 de febrero comencé el doctorado en Cataluña, un mes antes de lo que sería una de las experiencias vitales más complejas de este proceso – la pandemia por el covid 19. Tremendamente bien recibido por lo que sería más que

un grupo de investigación, un grupo de personas con altísima capacidad humana y profesional, con un amor y dedicación increíble a la investigación. Que, como sabemos, este trabajo proviene de todo ese soporte y apoyo constante. Gracias GEMOTT por hacer que este proceso fuese más llevadero, creativo y posible.

A mi reciente llegada, Carme me presentó e invita a codirigir mi tesis doctoral al Dr. Guillem Vich Callejo, y me atrevería decir que fue la decisión más oportuna y acertada de este proceso. Infinitas gracias Guillem, por tu legado que vive en estas palabras y en mi trabajo. Fuiste fundamental en mi carrera académica, tu dedicación, compromiso y enseñanzas de cada día sin duda me acompañarán por siempre en mi vida como investigador. No hay un sólo día que no hayas estado presente al escribir este documento. Gracias por enseñarme con acciones y no sólo con palabras, el amor que movía todo lo que hacías. GRACIAS!!

Además, quiero agradecer al excelente trabajo del doctor Oriol Marquet, quién asumió una difícil tarea, que era codirigir mi tesis cuando mi trabajo ya llevaba casi dos años. Gracias Oriol por asumir este desafío que sabemos que tenía tanto un componente emocional como académico. Te agradezco por haberte hecho parte de mi proceso y poder orientarlo a buen puerto. También quiero agradecer al doctor Luis Fuentes, quién me codirigió desde Santiago de Chile. Gracias por tus consejos, disposición y por facilitar siempre soluciones ante situaciones que se veían complejas de resolver. Gracias también por tu altísima calidad humana y de investigador, que han hecho posible este trabajo.

Además, quiero agradecer a la doctora Anna Hersperger quién lidera el grupo de investigación de “Land change science” en el Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL (ETH, Zurich) por haberme recibido esos meses en los inicios de la primavera de este año. Gracias Anna por tu acogida, excelentes comentarios e ideas y por recibirme de manera increíble para lograr una fructífera estancia de investigación. Gracias a mis colegas increíbles Rafael, Somi, Franziska, Simona, Stephanie, Vasco, Nico por su calidad y tener todo el tiempo disponible para explorar nuevas ideas.

Por último, quiero dar gracias a todas las maravillosas personas que estuvieron y están presente en esta etapa vivida y que el doctorado marca sólo un cierre del marco temporal. Gracias especialmente a mi familia, por hacerse sentir a pesar de las distancias geográficas y por estar en todas. Gracias a todos!!

RESUMEN

Las ciudades se están expandiendo a nivel mundial a escalas y ritmos acelerados, trayendo consecuencias sociales y ambientales negativas. Para controlar, orientar y mitigar el crecimiento urbano expansivo, los Estados han establecido estrategias y políticas desde la planificación urbana y la regulación del suelo.

En este desafío global, tomamos como caso de estudio una metrópolis latinoamericana, la Región Metropolitana de Santiago de Chile entre 1997 y 2013, y nos preguntamos: ¿Cuáles son los patrones espaciales y temporales de crecimiento urbano expansivo de la Región? ¿Qué rol ha jugado el Plan Regulador Metropolitano de Santiago para orientar dicha expansión? ¿Qué otros factores inciden en el proceso de expansión identificada?

La investigación inicia con las preguntas planteadas, teniendo como objetivo analizar los patrones espaciales de la expansión urbana de la Región Metropolitana de Santiago y el papel del Plan Regulador Metropolitano de Santiago en el crecimiento urbano expansivo, entre 1997 y 2013. Para lo anterior, la hipótesis plantea que en un contexto de expansión urbana, el Plan Regulador Metropolitano de Santiago ha sido ineficaz para controlar y frenar el crecimiento urbano expansivo en el período de analizado (1997-2013).

Para ello, la investigación utiliza un enfoque multimetodológico y multiescalar, para responder a las preguntas planteadas desde distintos enfoques. De esta manera, la tesis doctoral se sostiene en tres casos de estudios, en forma de artículos científicos publicados en revistas internacionales indexadas. Los resultados plantean líneas de investigación futura, principalmente, con miras a contribuir al desafío global de la expansión urbana acelerada y sus consecuencias negativas. Y por otro lado, robustecer a la literatura de la planificación y los estudios urbanos desde el análisis empírico de una ciudad del sur global.

ABSTRACT

Cities are expanding globally at accelerating rates, with negative social and environmental consequences. States have established strategies and policies through urban planning and land regulation to control, guide, and mitigate expansive urban growth.

In this global challenge, we take as a case study a Latin American metropolis, the Metropolitan Region of Santiago de Chile, between 1997 and 2013 and ask: What are the spatial and temporal patterns of expansive urban growth in the Region? What role has the Metropolitan Regulatory Plan of Santiago played in this urban expansion? What other factors influence the expansion process identified? The research begins with the questions posed to analyse the spatial patterns of urban expansion in the Metropolitan Region of Santiago and the role of the Santiago Metropolitan Regulatory Plan in the expansive urban growth between 1997 and 2013.

To this end, the research uses a multi-methodological and multi-scalar approach to answer the questions from different perspectives. In this regard, the doctoral thesis is supported by three case studies in the form of scientific articles published in international indexed journals. The results propose lines of future research, mainly to contribute to the global challenge of accelerated urban expansion and its negative consequences. On the other hand, it seeks to strengthen the literature on urban planning and urban studies from the empirical analysis of a city in the Global South.

CONTENIDOS

PREFACIO.....	6
AGRADECIMIENTOS.....	9
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	14
CONTENIDOS.....	16
TABLAS.....	20
FIGURAS.....	22
PARTE I: INTRODUCCIÓN.....	24
1.Presentación de la tesis.....	26
1.1 Objetivo General y específicos.....	29
1.2 Estructura de la Tesis.....	31
PARTE II. MARCO TEÓRICO.....	33
2. Marco teórico de la investigación	35
2.1 Expansión urbana: patrones espaciales y efectos.....	35
2.2 Procesos de urbanización: de la implosión a la explosión urbana.....	37
2.3 Planificación urbana y expansión urbana.....	40
2.4 Región Metropolitana de Santiago de Chile y el Plan Regulador Metropolitano de Santiago.....	43
PARTE III: METODOLOGÍA	46
3. Metodología.....	48
3.1 Área de estudio.....	48
3.2 Enfoque cuantitativo:.....	50
3.2.1 Expansión urbana y cambio de cobertura del suelo.....	50
3.2.2 Plan Regulador Metropolitano de Santiago.....	51
3.2.3 Análisis Exploratorio Espacial de Datos Espaciales (ESDA).....	52
3.3 Enfoque cualitativo.....	54
3.4 Fuentes de Datos	55

PARTE IV: RESULTADOS.....	59
4. Resultados.....	61
4.1 Estudio de caso 1: Urban sprawl containment by the urban growth boundary: the case of the Regulatory Plan of the Metropolitan Region of Santiago of Chile.....	61
4.1.1 Introduction.....	62
4.1.2 Methods.....	66
4.1.3 Results.....	72
4.1.4. Discussion.....	77
4.1.5 Conclusions.....	81
4.2 Estudio de caso 2: Expansión urbana más allá del límite urbano: un análisis de Santiago de Chile desde la planificación urbana y sus contradicciones normativas territoriales	83
4.2.1 Introducción.....	84
4.2.2 Expansión urbana en la Región Metropolitana de Santiago	91
4.2.3 Mecanismos para edificar en Áreas Excluidas al Desarrollo Urbano en el marco del PRMS y sus contradicciones normativas territoriales.....	101
4.2.4 Conclusiones.....	107
4.3 Estudio de caso 3: Spatial patterns and drivers of urban expansion: An exploratory spatial analysis of the Metropolitan Region of Santiago, Chile, from 1997 to 2013.....	109
4.3.1 Introduction.....	110
4.3.2. Spatial analysis and drivers of urban expansion.....	111
4.3.3 Material and methods.....	113
4.3.4 Results.....	122
4.3.5 Discussion.....	134
4.3.6 Conclusions.....	139
PARTE V: DISCUSIÓN CONJUNTA Y CONCLUSIONES.....	142
5. Discusión y conclusiones.....	144
5.1 Discusión de los resultados principales.....	144

5.2 Conclusiones generales.....	153
PARTE VI: REFLEXIONES FINALES.....	157
6. Fortalezas, limitaciones y futuros estudios.....	159
6.1 Fortaleza de la tesis.....	159
6.2 Limitaciones de la tesis.....	160
6.3 Futuras líneas de investigación.....	161
PARTE VII: REFERENCIAS Y ANEXOS.....	164
7.1 Referencias.....	166
7.2 Anexos.....	189
7.2.1 Actividades durante el período de tesis:.....	189
7.2.2 Carta Comisión Académica del Programa (CAP).....	192

T A B L A S

Table 1 Land cover land use categories of Metropolitan Region of Santiago (MRS), Chile, using CONAF land cover dataset from 1997 and 2013.....	68
Table 2 Land use land cover change by categories in the MRS (1997 – 2013).....	72
Table 3 Built-up and population density in MRS and the Urban Growth Boundary, between 1997 and 2013.....	74
Tabla 4 Regulación del suelo: área urbana y rural en Chile.....	93
Tabla 5 Zonificación de las “Áreas de valor natural y/o de interés silvoagropecuario en el PRMS.....	97
Tabla 6 Superficie edificada entre 1997 y 2013 en el “Áreas de valor natural y/o de interés silvoagropecuario” establecida por el PRMS.....	100
Tabla 7 Mecanismos normativos que permiten urbanizar en el “Área de valor natural y silvoagropecuaria” del PRMS.....	102
Table 8 Built-up expansion and driving factors (N=52).....	117
Table 9 Moran Index description.....	119
Table 10 Built-up expansion (Ha) in the Metropolitan Region of Santiago Chile, at the municipality level.....	122
Table 11 Built-up expansion at the municipal level.....	124
Table 12 Global Moran Index of urban expansion (Ha) between 1997 and 2013 and its explanatory factors by dimension.....	128

FIGURAS

Figura 1 Región Metropolitana de Santiago de Chile y división política administrativa a nivel municipal.....	49
Figure 2 Metropolitan Region of Santiago of Chile and their 6 subregions.....	66
Figure 3 Change in a built-up area in the Metropolitan Region of Santiago (MRS), Chile, between 1997 and 2013 and the urban growth boundary.....	69
Figure 4 Percentage (%) of built-up change between 1997 and 2013 in the MRS and the subregions, according to the urban growth boundary (UGB) of the PRMS.....	76
Figura 5 Localización de la superficie edificada entre 1997 y 2013 en el “Áreas de valor natural y/o de interés silvoagropecuario”.....	99
Figure 6 Metropolitan Region of Santiago, Chile and administrative political division at the municipal level according to distance to the core area.....	114
Figure 7 Moran Index scatterplot of urban expansion between 1997 and 2013 and Lisa maps at the municipal level in the Santiago Metropolitan Region (Chile).....	127
Figure 8 Lisa maps of urban expansion (Ha) between 1997 and 2013 and the explanatory factors by dimension.....	131

The background of the page is a solid blue color. Overlaid on this background is a complex, abstract white line art design. The lines are irregular and jagged, forming a network of interconnected shapes that resemble a stylized map or a series of paths. The lines vary in thickness and direction, creating a sense of movement and complexity. The overall effect is modern and graphic.

PARTE I: INTRODUCCIÓN

1. Presentación de la tesis

La expansión de las ciudades es un fenómeno a nivel global, modificando la superficie de la tierra a escalas y ritmos sin precedentes en las últimas décadas, pronosticándose su mayor expansión durante el presente siglo XXI (Seto et al., 2011). Principalmente, las ciudades a partir de la Segunda Guerra Mundial fueron cambiando radicalmente sus patrones históricamente más compactos y densos a formas más expansivas, menos densas y dispersas (Cruz-Muñoz, 2021; Jiménez et al., 2018). Lo anterior, debido principalmente a la migración de la población rural a las ciudades, a la mejora de las infraestructuras de transporte y de comunicación, a las mejoras tecnológicas y la baja del precio energía, lo que permitió una mayor extensión e integración del territorio (Checa, 2023). De este modo, los límites entre la ciudad y el campo, entre lo urbano y lo rural, se han vuelto cada vez más difusos, lo que ha generado un amplio debate en la literatura sobre qué se entiende por ciudad y cómo delimitarla (Brenner, 2013; Nel-lo, 2001; Scott & Storper, 2013). Por lo tanto, comprender y orientar los patrones de expansión de las ciudades ha sido un componente clave en las agendas urbanas y en la literatura, con el fin de contribuir a la sustentabilidad urbana global (Palka et al., 2021; Pierri et al., 2021).

Este proceso de expansión urbana a nivel global ha traído diversas consecuencias sociales y ambientales negativas, como el aumento de la segregación socioespacial, la pérdida de suelo agrícola y forestal, promoviendo el cambio climático y fragmentando el territorio (Cadenasso et al., 2007; Sahana et al., 2018). En este sentido, la expansión urbana es considerada uno de los desafíos más relevantes, junto con el cambio climático, de nuestra era (Seto et al., 2010). Para hacer frente a las consecuencias negativas del proceso de expansión urbana surgieron políticas urbanas y estrategias para orientar y regular el desarrollo urbano expansivo, establecidas principalmente a través de la planificación urbana y la regulación del suelo (He et al., 2021). Ya que la planificación urbana tiene como eje central dar forma al espacio urbano, definiendo el ritmo y la escala de la expansión urbana (Inostroza et al., 2013). De este modo, la planificación urbana juega un rol en la transformación del suelo urbano, y por lo tanto, es relevante comprender cómo influye en la forma y desarrollo de las ciudades. No obstante, el papel de la planificación urbana y la regulación del suelo no está debidamente integrado en las

evaluaciones de cambio de suelo urbano (Hersperger et al., 2018).

Las metrópolis latinoamericanas han adoptado patrones espaciales más extensos y menos densos, creciendo hacia la periferia de la ciudad alejada del centro histórico (Cruz-Muñoz, 2021; Jiménez et al., 2018). Para hacer frente al rápido crecimiento urbano expansivo, las ciudades del Sur Global han recurrido a estrategias de compactación, destacando los límites de crecimiento urbano y la regulación del suelo (Yunda & Sletto, 2020). Sin embargo, los estudios sobre la eficacia de las estrategias de compactación establecidas a través de la planificación urbana aplicadas al Sur Global son limitados (Horn, 2020). Además, los estudios existentes en Asia, África, América Latina y Oriente Medio han señalado un éxito limitado en la aplicación de los planes urbanísticos relacionados con la expansión urbana (Heinrichs & Nuissl, 2015; Huang et al., 2019; Mubarak, 2004).

En este contexto, la Región Metropolitana de Santiago de Chile, donde se ubica la capital del país, ha seguido la tendencia de expansión de las metrópolis latinoamericanas de las últimas décadas. De esta manera, la Región ha crecido hacia la periferia y con una baja densidad poblacional, y se pronostica que la tendencia continuará (Cruz-Muñoz, 2021; Puertas et al., 2014). Por ello, en el año 1994 se estableció el Plan Regulador Metropolitano de Santiago, el instrumento rector en materia de planificación urbana para la región, con el objetivo principal de promover una ciudad compacta y proteger los espacios naturales y agrícolas de la región (Vicuña, 2017). Sin embargo, al igual que la mayoría de las estrategias y políticas de desarrollo compacto de la región, estas fueron transferidas desde el Norte Global en un contexto de globalización, reestructuración económica y neoliberalización (Yunda & Sletto, 2020). En este sentido, se han promovido reformas que buscan debilitar la función pública de la planificación urbana, impulsando una liberalización de la economía y una desregulación del suelo (De Mattos et al., 2004; Lord & Tewdwr-Jones, 2014). De este modo, existe una compleja coevolución entre la planificación urbana y las agendas neoliberales (Jiménez et al., 2018), en las que coexisten y conviven políticas y estrategias que pueden ser contradictorias (Vicuña, 2013). Por lo tanto, existe un debate abierto sobre si la expansión urbana es un fenómeno no deseado de la planificación o bien, una estrategia establecida pero de forma diferente (Barton & Ramírez, 2019; Pagliarin, 2018).

Por lo tanto, resulta de interés para el estudio de las ciudades contemporáneas, analizar empíricamente la expansión urbana de la Región Metropolitana de

Santiago de Chile entre 1997 y 2013, así como el papel del Plan Regulador Metropolitano en este proceso. El análisis se realiza desde un enfoque multiescalar e interdisciplinario, enfocado en el rol del Estado en la elaboración y la aplicación del plan urbanístico y de la normativa urbana. Ilustra la compleja relación entre las estrategias de compactación y la expansión urbana en contexto de agendas neoliberales. Además, busca resaltar el rol de los marcos normativos, a menudo invisibilizados, que forman parte de la realidad urbana en una medida mayor de lo que suele pensarse (Azuela, 2016). Finalmente, esta tesis busca contribuir al debate de la planificación y la sustentabilidad urbana.

1.1 Objetivo General y específicos

En esta subsección, se presentarán las preguntas de investigación, hipótesis y objetivos que estructuran la tesis doctoral.

La presente investigación tiene como objetivo general:

Objetivo general:

Analizar los patrones espaciales de la expansión urbana de la Región Metropolitana de Santiago y el papel del Plan Regulador Metropolitano de Santiago en el crecimiento urbano expansivo, entre 1997 y 2013.

Esta investigación parte de la hipótesis general de que:

Hipótesis general:

En un contexto de expansión urbana de la Región, el Plan Regulador Metropolitano de Santiago ha sido ineficaz para controlar y frenar el crecimiento urbano expansivo en el período analizado (1997-2013).

De esta manera, se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

Preguntas de investigación:

Pregunta 1: ¿Cuáles son los patrones espaciales y temporales del crecimiento urbano en expansión de la Región Metropolitana de Santiago de Chile entre 1997 y 2013?

Sub-Hipótesis 1: En un contexto de expansión urbana a nivel mundial, la Región Metropolitana de Santiago tuvo una expansión a un ritmo y escala acelerada, especialmente hacia las áreas periféricas de la Región entre 1997 y 2013.

Objetivo específico 1: Analizar los patrones espaciales y temporales del crecimiento urbano en expansión de la Región Metropolitana de Santiago de Chile entre 1997 y 2013.

Pregunta 2: ¿Qué papel juega el Plan Regulador Metropolitano de Santiago con relación a orientar la expansión urbana de la Región Metropolitana de Santiago de Chile entre 1997 y 2013?

Sub-Hipótesis 2: El Plan Regulador Metropolitano de Santiago juega un rol limitado para orientar y controlar la expansión urbana ocurrida entre 1997 y 2013 en la región analizada.

Objetivo específico 2: Analizar el papel del Plan Regulador Metropolitano de Santiago para orientar y controlar la expansión urbana en el período analizado.

Pregunta 3: ¿Qué factores explican los patrones espaciales de la expansión urbana en la Región Metropolitana de Santiago de Chile entre 1997 y 2013?

Sub-Hipótesis 3: Los factores identificados inciden positivamente en la expansión urbana en la región de estudio, promoviendo un crecimiento urbano expansivo hacia áreas periféricas de la región.

Objetivo específico 3: Identificar los factores impulsores y explorar la correlación espacial con la expansión urbana.

1.2 Estructura de la Tesis

La presente tesis doctoral está construida en torno a un núcleo integrado por tres publicaciones de estudios empíricos. Conforme a los objetivos descritos anteriormente, y de acuerdo con la normativa del Programa del Doctorado en Geografía de la Universidad Autónoma de Barcelona sobre tesis por compendio de artículos. La estructura es la siguiente:

El documento tiene 7 partes y 7 capítulos.

La parte I establece la introducción, en la que se describe el objetivo general y específico de la tesis, la hipótesis planteada y las preguntas de investigación que sustentan la presente tesis doctoral. La parte II explica el marco teórico de la investigación general y la parte III la metodología general. A continuación, la parte IV de la tesis presenta los tres casos de estudio desarrollados en formato de artículo científico, con un marco teórico, metodología, discusiones y conclusiones específico para cada caso. Posteriormente, la parte V desarrolla la discusión conjunta y las conclusiones generales del trabajo de tesis. La parte VI establece las fortalezas, limitaciones y futuras líneas de investigación de la tesis. Finalmente, la parte VII establece las referencias utilizadas y los anexos del presente trabajo.

The background of the page is a solid blue color. Overlaid on this background is a complex, abstract white line art design. The lines are irregular and jagged, forming a network of interconnected shapes that resemble a stylized map or a series of overlapping paths. The lines vary in thickness and direction, creating a sense of movement and complexity. In the lower-left quadrant, there is a dark blue rectangular box containing the text 'PARTE II. MARCO TEÓRICO' in white, uppercase letters. Below this box, there is a solid dark blue horizontal bar that spans the width of the page.

PARTE II. MARCO TEÓRICO

2. Marco teórico de la investigación

2.1 Expansión urbana: patrones espaciales y efectos

El crecimiento físico de las ciudades a través de la expansión urbana ha modificado la superficie terrestre a nivel global. Esta transformación ha ocurrido a un ritmo y escala sin precedentes en los últimos sesenta años, y se prevé que durante el siglo XXI se produzca la mayor expansión de suelo edificado de toda la historia (Cruz-Muñoz, 2021; Seto et al., 2012). Actualmente, el suelo urbano cubre aproximadamente el 2% de la superficie terrestre mundial, lo que convierte a la expansión urbana en uno de los principales motores del cambio global del uso del suelo y en una de las tendencias más relevantes del cambio global (Li et al., 2022; Zhu et al., 2022). Así, la expansión urbana ha ido ocupando cada vez más tierras, provocando cambios en el uso del suelo y generando diversas consecuencias negativas, como el consumo excesivo de tierras agrícolas y forestales, contribuyendo a la fragmentación del territorio y a la pérdida de biodiversidad (Abrantes, 2016; Cadenasso et al., 2007; Huang et al., 2018). Por lo anterior, la expansión de las ciudades se ha incorporado en el debate sobre la sostenibilidad urbana, incluida en la Nueva Agenda Urbana acordada en hábitat III en Quito (2016), que destaca el uso sostenible de la tierra y los recursos naturales como el suelo. Asimismo, se ha incorporado como parte de la agenda de los Objetivos de Desarrollo Sostenible N°11 “Ciudades y Comunidades Sostenibles” (Barton & Ramírez, 2019; Cuervo & Délano, 2019).

Desde el punto de vista morfológico y de los usos de suelo, el crecimiento expansivo de las ciudades es “un proceso” en pleno desarrollo (Naranjo, 2017, p. 77), caracterizado por un crecimiento que se aleja del núcleo central de la ciudad, orientándose hacia áreas peri-urbanas y rurales (Inostroza et al., 2013). De este modo, el cambio de suelo urbano no se limita al núcleo de la ciudad, sino que incorpora nuevos espacios, afectando también a las áreas rurales más alejadas (Hersperger et al., 2018). Este proceso de transformación urbana desafía la concepción más tradicional de la ciudad como espacio delimitado, denso, claramente diferenciado de su entorno inhabitado o rural. Así, la diferencia entre lo urbano y rural se vuelve más difusa, generando un debate amplio sobre la definición y alcance, convirtiéndose en un desafío cuantificar esas transformaciones espaciales y temporales (Checa, 2023).

Este proceso de transformación urbana que ha sido descrito como un proceso de “urbanización completa de la sociedad” por Lefebvre en los setenta (Lefebvre, 1970 citado en Fuentes & Pezoa, 2018; p. 133), forma parte del debate académico actual, destacando los trabajos de autores como Brenner & Schmid (2015), Harvey (2014) y Robinson (2011). En la literatura, existen diversas conceptualizaciones sobre el fenómeno de lo urbano y su expansión, destacando conceptos como la ciudad dispersa, ciudad difusa, ciudad de ciudades, ciudad-región (Fuentes & Pezoa, 2019; Nel-lo, 2012; Nel-lo, 2001; Scott, 2001). De tal forma que, la cuestión de definir y delimitar lo urbano ha sido ampliamente debatido en torno la definición de este fenómeno, que cuenta con múltiples enfoques y énfasis (Nel-lo, 2001; Scott, A & Storper, 2013). Así, la diferencia entre lo urbano y lo rural es cada vez más borrosa (Fuentes & Pezoa, 2018), alejándose de la comprensión tradicional de lo “urbano” y lo “rural” como meras oposiciones (Silva, 2020). Para ello, se han realizado diferentes estudios que utilizan criterios morfológicos, administrativos o funcionales al respecto, los cuáles pueden complementarse entre sí (Checa, 2023; Tian et al., 2017). Sin embargo, la determinación de los límites de las áreas urbanas y la identificación de qué constituye un asentamiento “urbano” carece de consenso a nivel internacional, lo que da a lugar múltiples definiciones en la literatura (García Coll et al., 2017; Mcgranahan & Satterthwaite, 2014).

En esta línea, un elemento central de la expansión urbana es el tamaño y la compacidad de la mancha urbana (Tsai, 2005). Para comprender mejor este fenómeno, es fundamental analizar el patrón espacial de las ciudades, ya que el uso del suelo urbano influirá en la sustentabilidad urbana global (Y. Zhong et al., 2020). En términos de morfología urbana, el crecimiento urbano expansivo se define como el aumento de la cubierta terrestre urbanizada (Inostroza, 2013; Zhang et al., 2022), que convierte áreas no urbanas en urbanas, alejadas del núcleo histórico (Ellman, 1997; Forman, 1995; Viana, 2019; Wilson et al., 2003). Los procesos de expansión urbana se volvieron dominantes principalmente después a la Segunda Guerra Mundial en Estados Unidos y Europa, y a partir de los setenta en Latinoamérica (Cruz-Muñoz, 2021; Demattei, 1998; Jiménez et al., 2018). Generalmente, los patrones de expansión urbana se caracterizan por una baja densidad poblacional, fuerte dependencia del automóvil y un crecimiento rápido. Este tipo de crecimiento expansivo ha sido considerado como una forma no deseada por la planificación urbana, oponiéndose al modelo de ciudad compacta (Barton & Ramírez, 2019; Naranjo, 2017; Terfa et.al, 2019).

Los estudios han identificado la expansión urbana con formas urbanas insostenibles, caracterizadas por un elevado consumo de suelo y una baja eficiencia en su uso (Tian et al., 2017; Zhang et al., 2022). De este modo, el consumo excesivo de suelo por el aumento de la mancha urbana ha afectado significativamente las superficies agrícolas y forestales promoviendo la pérdida de biodiversidad. Además, contribuye al cambio climático por la liberación de carbono, aumentando contaminación atmosférica afectando a la salud de las personas (Cadenasso et al., 2007; Lambin et al., 2003; Viana et al., 2019; Wei & Ewing, 2018). Así, cuantificar y caracterizar estos cambios permiten avanzar en el debate sobre la sostenibilidad urbana global (Domingo et al., 2021; Huang et al., 2018; van Vliet et al., 2019).

2.2 Procesos de urbanización: de la implosión a la explosión urbana

La literatura señala que la expansión urbana es un fenómeno producido por múltiples factores, siendo el aumento de la población urbana uno de los factores claves en este proceso (Colsaet et al., 2018; Pagliarin, 2018). Desde 1950, ha ocurrido un rápido aumento de la población urbana a nivel global, impulsado en gran medida por la migración desde zonas rurales, lo que ha transformado el entorno construido y los patrones espaciales. Así, sociedades predominantemente rurales, pasaron a tener más del 70% de su población en áreas urbanas (Hermida et al., 2023).

En este contexto, en 2011, América Latina y el Caribe se convirtieron en la región más urbanizada (79,1%) entre las menos desarrollada y la segunda más urbanizada después de América del Norte (82,2%). Las proyecciones de población urbana para 2050 destacan que estas proporciones se mantendrán, y se prevé que la población que vive en zonas urbanas alcance los 2.600 millones de habitantes (Grimm et al., 2008; Naciones Unidas, 2014; Dobbs et al., 2019). Al proceso de concentración de población en ciudades se le ha denominado en términos generales como proceso de urbanización (McDonald et al., 2008).

Este fenómeno de transformación urbana fue denominado por Lefebvre (1970) como el proceso de “implosión y explosión urbana” (De Mattos, 1999; Vergara-Perucich, 2018). En el que, en una primera fase, se concentra las actividades y poblaciones en áreas de alta densidad, tradicionalmente comprendidas como áreas urbanas. En una segunda fase, los cambios en los medios de transporte, el desarrollo

de infraestructuras y las mejoras tecnológicas, han permitido el desarrollo de la fase de explosión urbana, caracterizada por la extensión de las áreas urbanas y su integración con el entorno rural (Mejía, 2020; Nel-lo, 2012b).

A nivel global, las áreas urbanas se están expandiendo el doble de rápido que su población (Seto et al., 2012). Este crecimiento se caracteriza por bajas densidades y una rápida expansión hacia los márgenes de las áreas metropolitanas (Cruz-Muñoz, 2021; M. O. Hassan et al., 2023). La incorporación de un número creciente de personas dentro de un territorio implicaría la necesidad de más espacio, lo que convierte a la superficie de la tierra de manera irreversible para actividades humanas (Lambin et al., 2003; Seto et al., 2011). Por lo tanto, el debate sobre la densidad y extensión de las ciudades, así como la forma y la sustentabilidad urbana, cobra cada vez más relevancia (Urriza & Garriz, 2014).

En este sentido, una de las características de la urbanización en América Latina y el Caribe es la concentración de la población en ciudades que se expanden físicamente, con tamaños de población creciente (Rosa Moura, 2023). Aunque el proceso de expansión urbana y el aumento de población urbana en América Latina data desde sus orígenes como asentamientos coloniales, la intensidad de la transformación hacia áreas alejadas del centro de la ciudad ha aumentado notablemente en los últimos cincuenta años (Heinrichs & Nuissl, 2015).

De este modo, las ciudades latinoamericanas se han caracterizado por un crecimiento urbano expandido, con periferias alejadas de los centros que concentran la oferta de servicios, equipamientos y empleos (Hermida et al., 2023; Vicuña, 2013). Como señala Cruz-Muñoz (2021), hay un aumento del patrón de extensión territorial de las mega urbes latinoamericanas, con un claro declive de las densidades de población. De acuerdo a De Mattos (2010), al observar el comportamiento locacional de las familias y empresas en las mega urbes latinoamericanas, identifica una expansión urbana y un despoblamiento de las áreas centrales y peri-centrales. De esta manera, las mega urbes latinoamericanas experimentan procesos de metropolización expandida, difusa, discontinua, policéntrica y de dimensión regional, consolidándose una tendencia de expansión de baja densidad en las áreas periurbanas (De Mattos et al., 2014). Como resultado, importantes superficies de suelo rural comienzan a urbanizarse, formando parte de un espacio cada vez más dinámico, que ya no sólo se limita a los bordes de la ciudad. Esto da lugar a procesos de suburbanización, de crecimiento disperso y de peri-urbanización (Naranjo, 2017). Aunque existen diferentes definiciones y criterios para medir la

expansión urbana, comparten características comunes: bajos niveles de densidad de población, falta de usos mixtos y largas distancias de desplazamiento (Galster et al., 2001; Fernandez Milan & Creutzig, 2016; Silva & Vergara-Perucich, 2021).

Por otro lado, al considerar los procesos de urbanización latinoamericana, la literatura identifica que la tendencia hacia la expansión urbana ha sido impulsada por la mejora en la infraestructura de transporte, de los medios de comunicación y de la influencia del crecimiento económico, con diferentes intensidades (Seto et al., 2011; Jorquera Guajardo et al., 2017). En ese sentido, se espera que la influencia del crecimiento del Producto Interno Bruto sea mayor en los países de renta media que en los más ricos, ya que la mayor parte del crecimiento económico se producirá en estos países (Seto et al., 2012).

En términos de transporte, el desarrollo de nuevas infraestructuras y el incremento del acceso a autopistas rápidas que conectan las nuevas ubicaciones con las zonas centrales de las ciudades, pueden promover un crecimiento en el borde de las infraestructuras de transporte (Heinrichs & Nuissl, 2015; Sabatini y Salcedo, 2007). Sin embargo, la influencia del desarrollo de transporte, como nuevas autopistas, en la expansión de las ciudades es objeto de debate (Baum-snow, 2007; Figueroa & Rodríguez, 2013; Gómez-Antonio et al., 2016). Por ejemplo, existen estudios que analizan cómo la inversión en infraestructuras de transporte incide en el desarrollo de formas urbanas más dispersa y con una menor densidad urbana, influyendo en el modo de desplazamiento de las personas (Tao et al., 2022; Zhu, 2021). Esta expansión se produce por la ampliación de la conexión espacial urbana a través del aumento de la disponibilidad de automóviles, lo que refuerza la dependencia de los hogares a dicho medio de transporte y excluye a los que no tienen (Kii et al., 2019; Cruz-Muñoz, 2021). Por otro lado Hidalgo & Borsdorf (2007), señalan que la expansión de los desarrollos urbanos ocurrió antes del desarrollo de nuevas autopistas, dado que ya existían núcleos urbanos previos y su incidencia fue baja.

2.3 Planificación urbana y expansión urbana:

A lo largo de la historia, han surgido diversas estrategias e iniciativas para enfrentar a los problemas y desafíos del crecimiento desordenado de las ciudades y la degradación del suelo que conlleva (Gennaio et al., 2009). Según Rodríguez (2020), una de las estrategias claves para abordar las consecuencias negativas del rápido crecimiento urbano expansivo radica en la planificación urbana la regulación del suelo, cuyo origen data en el urbanismo europeo a fines del siglo XIX. Posteriormente, en América Latina, los primeros intentos de planificación urbana surgieron en los años cuarenta, vinculados a políticas de desarrollo regional, con el objetivo de disminuir las desigualdades producto de la concentración poblacional y del desarrollo industrial (Friedmann, 1991; Rodríguez, 2020). A nivel conceptual, la planificación urbana, el ordenamiento territorial y el urbanismo, son conceptos íntimamente relacionados (Ornés, 2009). En términos generales, la Carta Europea de Ordenación del Territorio (1983), concibe el ordenamiento territorial como la “expresión espacial de una política económica, social, cultural y ecológica, se entiende a la vez como una disciplina científica, un proceder administrativo, y una acción política que busca desde una práctica interdisciplinaria el desarrollo y orden regional equilibrado” (CEMAT, 1983). Generalmente, la forma urbana de las ciudades se encuentra orientada e impulsada por la planificación urbana (Inostroza et al., 2013). En este sentido, la planificación urbana se ha concebido como una herramienta de la administración pública destinada a gestionar el desarrollo urbano y las actividades humanas en el entorno físico (Mu et al., 2016).

De este modo, la planificación urbana se ha enfrentado principalmente a dos grandes desafíos: hacer frente a las desigualdades entre regiones y controlar el uso del suelo para mitigar las consecuencias negativas de la expansión urbana (Harrison et al., 2021). La amenaza de la expansión descontrolada ha llevado a ciudades y estados a implementar planes y normativas de gestión del crecimiento en un esfuerzo por frenar la rápida expansión. (Abrantes et al., 2016; Torrens & Alberti, 2000).

A partir de los años setenta, las ciudades del Norte Global comenzaron a generar políticas de compactación y que fueron posteriormente adoptadas por ciudades del Sur Global. En este contexto, han surgido estrategias para controlar, orientar y mitigar el crecimiento urbano expansivo y sus efectos negativos, principalmente a través de la planificación urbana y la regulación del suelo (Gennaio et al., 2009; Shao et al., 2020).

La planificación y la normativa urbana juegan un rol clave a la hora de guiar y orientar el crecimiento urbano expansivo (Colsaet et al., 2018; Zhao et al., 2020). En la literatura, cada vez se reconoce más el papel que desempeñan los factores de planificación urbana en el cambio del suelo urbano (Hersperger et al., 2020; Pagliarin, 2018). Un motor importante del ritmo, la escala y el patrón urbano son los definidos por los planes urbanos elaborados por las autoridades, independientemente de la nomenclatura, que tienen el mismo propósito: determinar y coordinar la ubicación y disposición del entorno construido (Lambin et al., 2003). Sin embargo, a pesar del poder potencial de la planificación urbana para dirigir la escala, el ritmo y la forma de la urbanización, se ha debatido su capacidad para controlar y orientar el crecimiento urbano (Seto et al., 2010). En esta línea, uno de los aspectos que ha recibido menos atención en la literatura es la relación entre el cambio de suelo urbano y la planificación urbana (Hersperger, 2018).

A nivel latinoamericano, las estrategias de compactación establecidas a través de la planificación urbana se han incorporado de manera heterogénea en los países desde la década de los setenta, en un contexto de globalización, reestructuración económica y neoliberalización (Yunda & Sletto, 2020). En este sentido, dado que la planificación urbana es una materia fundamentalmente pública que busca un propósito general o público (Friedman, 1991). Bajo las agendas neoliberales se establecieron políticas que buscan retroceder dicha función pública, estableciendo la liberalización de la economía y la desregulación del suelo (De Mattos et al., 2004; Lord & Tewdwr-Jones, 2014). Así, la planificación urbana se ha desvinculado de su función social para convertirse en un pilar fundamental de la economía, existiendo una coevolución y compleja relación entre planificación urbana y neoliberalismo (Jiménez et al., 2018; Olesen, 2014). Lo anterior no constituye necesariamente una ruptura con los regímenes de planificación anteriores, sino que genera un híbrido entre los regímenes de planificación existentes y las transformaciones neoliberales graduales posteriores (Baeten, 2012; Gunder et al., 2018). En este contexto, se produce un proceso de “destrucción creativa” entre el viejo y el nuevo orden regulatorio, creándose verdaderas amalgamas entre las disposiciones antiguas heredadas y otras emergentes (Theodore et al., 2009; Vicuña, 2013). De este modo, el auge del neoliberalismo instó a los gobiernos a derogar las normativas que supuestamente restringían los mercados, influyendo en los enfoques de planificación (Gunder et al., 2018; Theodore et al., 2009).

Asimismo, los estudios sobre neoliberalización destacan la necesidad de prestar mayor atención a la importancia del derecho en la configuración del espacio, ya que se puede identificar la existencia de contradicciones entre los objetivos de las instituciones y de las políticas urbanas (Vicuña, 2013). Por ejemplo, estas contradicciones pueden manifestarse entre políticas y normas que establecen objetivos opuestos en su contenido, así como en el solapamiento en el espacio, socavando las normas de superior jerarquía en detrimento de las de menor (Baeten, 2012; Gunder et al., 2018). Esto puede llevar a la exclusión de voces, porque las normativas de menor jerarquía normativa no se ajustan a las de mayor jerarquía (Blomley, 1989; Valverde, 2009). En este sentido, las normativas urbanas juegan un rol en la transformación del espacio, ya que dan forma y repercuten en los espacios que vivimos y por otro lado, el espacio da forma a nuestras leyes (Blank & Rosenzvi, 2010). Por ejemplo, en los procesos de zonificación y de calificación jurídica del espacio, se establece un “conjunto de reglas y procedimientos que rigen las interacciones y los comportamientos de los agentes y de las organizaciones” (Lascoumes y Le Galès, 2004: 14). De esta forma, la normativa urbana al definir los usos de suelo a través de la zonificación, establece quiénes pueden edificar y hacia dónde impulsar el crecimiento físico de la ciudad (Barkan, 2011; Irus Braverman et al., 2014).

2.4 Región Metropolitana de Santiago de Chile y el Plan Regulador Metropolitano de Santiago

Conforme a lo anterior subsección, los estudios identifican un patrón generalizado de expansión y baja densidad en las metrópolis latinoamericanas (Rojas., 2024). Dentro de estas, se encuentra Santiago de Chile, la capital del país, ubicada en la Región en la Región Metropolitana de Santiago en el centro del territorio nacional. La Región Metropolitana de Santiago de Chile concentra el 45,4% del Producto Interno Bruto y el 41% del total de la población de país (Vicuña, 2022). La expansión de la ciudad de Santiago de Chile ha sido documentada por la literatura, siguiendo la tendencia de las últimas décadas de las metrópolis latinoamericanas (Cruz-Muñoz, 2021; Ducci, 1998; Fuentes & Pezoa, 2019; De Mattos, 1999; Puertas, 2014; Silva & Vergara-Perucich, 2021).

Así, la Región Metropolitana de Santiago de Chile ha acelerado su proceso expansivo desde la década de los setenta, en un contexto de globalización económica y de políticas urbanas neoliberales (De Mattos, 2002; Hidalgo, 2004; Janoschka, 2002). Los patrones de crecimiento urbano en la Región mostraron una tendencia expansiva, alejándose del núcleo histórico de la ciudad, en conjunto de un proceso de despoblamiento de las áreas centrales y un crecimiento de baja densidad hacia las áreas periféricas (De Mattos, 2010). De este modo, uno de los motores de expansión urbana de Santiago está asociado al desarrollo de espacios residenciales, caracterizados principalmente por el desarrollo de vivienda producido por los desarrolladores privados – a través de condominios cerrados- y también por el Estado, a través del desarrollo de viviendas sociales (Hidalgo, 2004, 2007). Así, el patrón urbano expansivo de Santiago se ha caracterizado por el desarrollo de barrios cerrados para familias de ingreso medio-alto y por el desarrollo de conjuntos de viviendas sociales emplazadas en la periferia urbana de la ciudad, respectivamente (Naranjo, 2017).

Los patrones de expansión urbana contemporáneos presentan una serie de desafíos para la planificación urbana, tales como el consumo de suelo, la contaminación del agua y del aire. Además, las bajas densidades dificultan el acceso al mercado del trabajo, la movilidad, a la provisión de servicios básicos y espacios públicos de calidad (Orellana et al., 2016). En el caso de Santiago de Chile, con el objetivo de dirigir la forma urbana y evitar las consecuencias negativas de la expansión urbana se implementó el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) en el año 1994 (Vicuña, 2017). El establecimiento del PRMS, tras el retorno de la democracia fue

relevante, ya que en las décadas de los setenta y ochenta se impulsaron reformas neoliberales en las que se “comenzó a hablar de la supuesta desaparición del Estado, debido al traspaso de sus funciones al sector privado, dejando de lado la dirección del desarrollo urbano y su responsabilidad sobre el ordenamiento territorial” (Mansilla, 2013, p. 12). De este modo, durante las décadas del setenta y ochenta la planificación urbana chilena retrocedió de manera significativa, abandonando la idea de imagen física y de límite urbano, ya que “se debía abrir suelo suficiente y el mercado inmobiliario decidiría dónde invertir y cómo crecería y se vería la ciudad” (Poduje, 2006, p. 22). En ese contexto, se modificó el Plan vigente en ese momento, el Plan Intercomunal de Santiago (PRIS) de 1960. El PRIS era símbolo de la planificación urbana racionalista y establecía un límite para controlar el crecimiento urbano, vialidad estructurante, entre otros, siendo un antecedente fundamental para el desarrollo posterior del PRMS de 1994. En este sentido, el PRIS de 1960 fue modificado por el Decreto N°20 (1979), flexibilizando el plan y permitiendo aumentar la superficie urbanizable. De forma paralela, se incorporó el Decreto Ley N°3.516 en 1980 que permite la subdivisión del suelo agrícola para la instalación de viviendas unifamiliares en predios de hasta 5.000m² de ingresos medios-altos, instrumento normativo que fue utilizado para la instalación de condominios cerrados y parcelas de agrado en el suelo agrícola de la región (Naranjo, 2017; Vicuña, 2022).

En base al contexto señalado, el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) de 1994 fue el instrumento rector para dirigir el desarrollo urbano en Santiago con el retorno de la democracia, sentando sus bases en el PRIS de 1960. El PRMS buscaba recuperar la tradición racional-comprehensiva a través de un modelo de planificación centralizado y normativo. El PRMS, se fundamentó en lo establecido por el PRIS, proponiendo una vialidad estructurante, un límite urbano, definiendo los usos de suelo y reservas de espacio para áreas verdes. De este modo, el Plan establece un área urbana y un área excluida del desarrollo urbano a través de un límite urbano, definido como un “límite imaginario” que divide la “ciudad” de la “no ciudad”. En este sentido, el objetivo del PRMS era promover una ciudad densa proveyendo espacios para el desarrollo de nuevas áreas urbanas durante el período estipulado y proteger los espacios agrícolas (Vicuña, 2017).

The background of the page is a solid blue color. Overlaid on this background is a complex, abstract white line art design. The lines are thin and form a dense, interconnected network of irregular shapes and paths, resembling a stylized map or a network diagram. The lines vary in length and direction, creating a sense of movement and complexity. In the lower-left quadrant, there is a dark blue rectangular box containing the text 'PARTE III: METODOLOGÍA' in white, uppercase letters. Below this box, there is a solid dark blue horizontal bar that spans the width of the page.

PARTE III: METODOLOGÍA

3. Metodología

La presente tesis doctoral se desarrolla en el formato por compendio de artículos, en el que cada estudio de caso tiene su propia sección metodológica (revisar la parte IV resultados). Sin embargo, para una mejor comprensión de la tesis describimos una visión general de la metodología empleada para el presente trabajo, desarrollada con enfoques cuantitativos y cualitativos con un enfoque multiescalar. El presente capítulo desarrolla, en el subapartado 3.1 el área de estudio analizada, el subapartado 3.2 y 3.3 que describen el enfoque cuantitativo y cualitativo, respectivamente. Finalmente, el subapartado 3.4 describe las fuentes de datos utilizadas.

3.1 Área de estudio

La Región Metropolitana de Santiago de Chile cuenta con un total de 7.112.808 habitantes que representan un 40% de la población total de todo el país (INE, 2018). La Región Metropolitana de Santiago tiene en su centro la ciudad de Santiago, capital de Chile y se divide administrativamente en 52 municipios, clasificados según la distancia al centro conforme a (De Mattos et al., 2014): (1) Centro: Cerrillos, Cerro Navia, Conchalí, Estación Central, Independencia, La Cisterna, La Granja, Lo Espejo, Lo Prado, Macul, Ñuñoa, Pedro Aguirre Cerda, Providencia, Quinta Normal, Recoleta, Renca, San Joaquín, San Miguel, San Ramón y Santiago; (2) Peri-urbanos: El Bosque, Huechuraba, La Florida, La Pintana, La Reina, Las Condes, Lo Barnechea, Maipú, Peñalolén, Pudahuel, Puente Alto, Quilicura, San Bernardo y Vitacura; (3) Rurales: Buin, Calera de Tango, Colina, Curacaví, El Monte, Isla de Maipo, Lampa, Padre Hurtado, Paine, Peñaflor, Pirque, San José de Maipo y Talagante, Melipilla, San Pedro, Alhue, María Pinto y Til-Til (Figura 1).

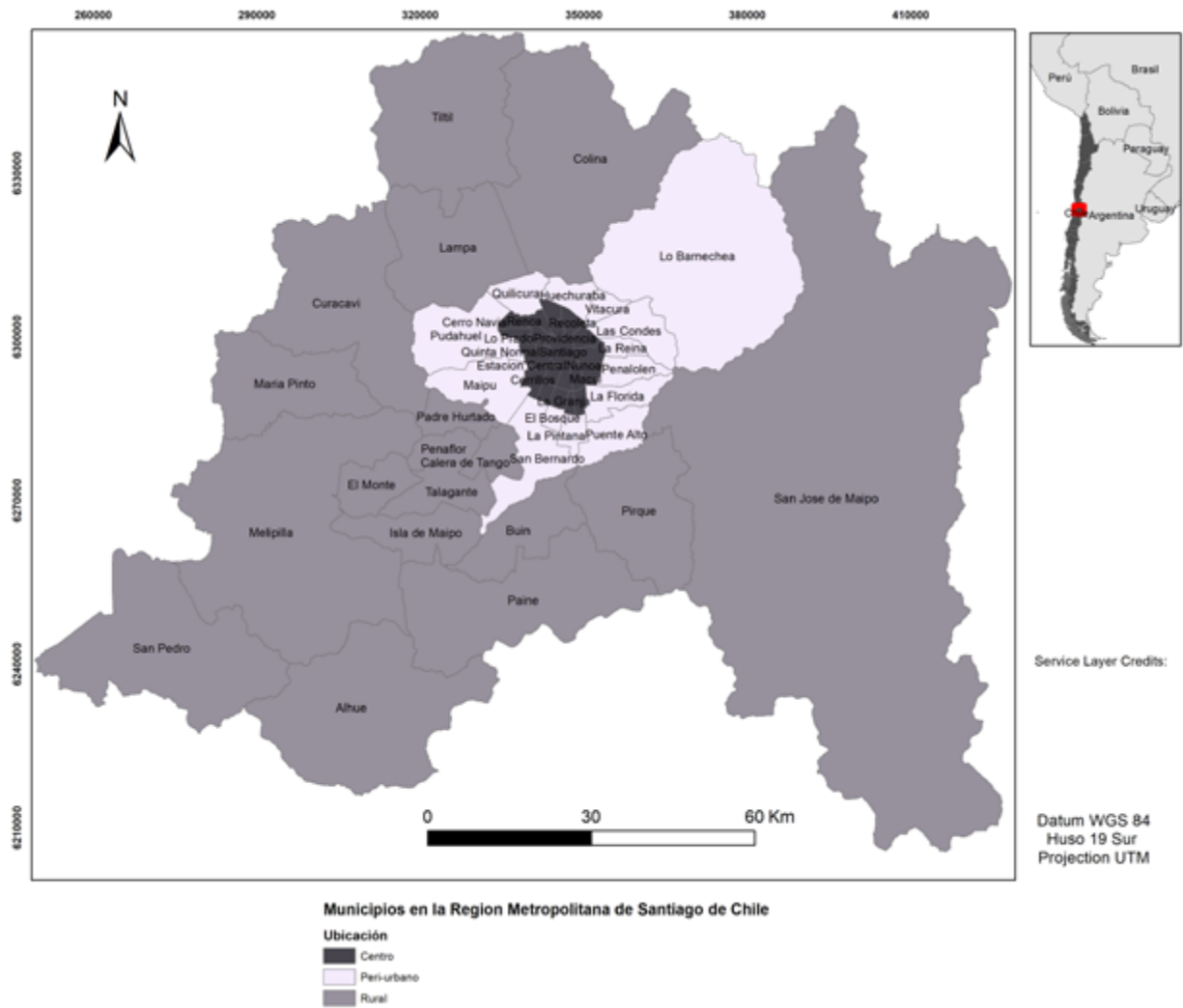


Figura 1 Región Metropolitana de Santiago de Chile y división política administrativa a nivel municipal.

3.2 Enfoque cuantitativo:

En los estudios urbanos, los enfoques cuantitativos y cualitativos representan dos métodos diferentes de investigación y análisis, los que pueden complementarse. Por lo anterior, hemos empleado ambos enfoques para el desarrollo de la presente investigación (Surya et al., 2021).

El enfoque cuantitativo permitió cuantificar la expansión urbana y los patrones espaciales de la Región Metropolitana de Santiago, a través del cambio de la cobertura del suelo. Además, fue utilizado para calcular cuánta expansión ocurrió dentro y fuera del área urbana establecida por el límite urbano del Plan Regulador Metropolitano de Santiago. Lo anterior, ha sido desarrollado principalmente por la literatura vinculada a la geografía y las ciencias de la tierra, utilizando Sistemas de Información Geográfica. Este enfoque permitió calcular la densidad poblacional en el área de estudio.

Además, se realizó un análisis descriptivo y exploratorio mediante el Análisis Exploratorio Espacial de Datos Espaciales (ESDA, por sus siglas en inglés), utilizando el Índice de Moran Global y Local. Este análisis permite describir y explorar la correlación espacial univariada de expansión urbana y bivariada, con sus factores impulsores. De esta modo, los enfoques cuantitativos son fundamentales para el análisis de los patrones espaciales de las ciudades, contribuyendo a las nuevas ciencias de las ciudades (Fleischmann et al., 2021).

3.2.1 Expansión urbana y cambio de cobertura del suelo

En las últimas décadas, la teledetección por satélite ha sido esencial para la recogida de datos espaciales y el desarrollo del conocimiento sobre la transformación de la superficie de la Tierra, promoviendo una mejor comprensión espacial (Zhu et al., 2022). Numerosos estudios cuantifican y analizan los patrones espaciales de la expansión urbana en el marco de la literatura de cambio de cobertura del suelo ("*Land Use Land Cover Change*", LULCC por sus siglas en inglés), analizando las modificaciones a la superficie terrestre (Gashu & Gebre-Egziabher, 2018; Montoya-Tangarife et al., 2017; Rawat & Kumar, 2015).

Desde 1972, el proyecto LANDSAT, ha permitido realizar análisis espaciales cada vez más detallados, con un aumento de la resolución en las imágenes satelitales

obtenidas. Además, se han empleado avances de nuevas y diversas técnicas para el análisis espacial de la expansión urbana, como el uso de imágenes satelitales nocturnas (Fuentes & Pezoa, 2018; Mejía, 2020). Estas técnicas permiten analizar los patrones de expansión urbana y realizar un seguimiento de los cambios físicos del suelo a lo largo del tiempo (Rawat y Kumar, 2015; Viana et al., Zhao et al, 2020). Desde la literatura de los LULCC, las áreas urbanas se definen como “áreas edificadas que incluyen una variedad de usos de la tierra en áreas comerciales, institucionales y residenciales” (Gashu & Gebre-Egziabher, 2018, p. 2) o como “como la ocupación y el uso del suelo, las superficies impermeables y otras manifestaciones del entorno construido” (Seto et al., 2011, p. 2; Hernández-Moreno & Reyes-Paecke, 2018, p. 727). Los estudios desde los LULCC que analizan la expansión urbana cruzan diversos campos disciplinares, destacando la geografía, ciencias da la tierra, ciencias ambientales y estudios demográficos, utilizando principalmente la teledetección y los Sistemas de Información Geográfica para evaluar la dinámica espacial y temporal de los cambios de la tierra, entregando valiosos datos de los cambios de la superficie terrestre (Rawat & Kumar, 2015). Las técnicas empleadas resultan herramientas útiles para evaluar la dinámica espacial y temporal, entregando información útil para mapear y analizar los patrones espaciales del cambio de suelo (Dewan & Yamaguchi, 2009; Seto et al., 2002; Świątkiewicz et al., 2021).

3.2.2 Plan Regulador Metropolitano de Santiago

Para responder a las preguntas de investigación planteadas, para el presente trabajo se utilizó la zonificación y el límite urbano establecido por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, utilizando los Sistemas de Información Geográfico (SIG) para comprender la relación entre los patrones espaciales de crecimiento urbano expansivo y los usos de suelo establecido por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago. De esta forma, se delimitaron las zonas urbanas y no urbanas conforme lo establecido el Plan mediante SIG. A partir de estas capas, se cuantificaron el total de expansión urbana en relación con el límite urbano y la zonificación establecida por el Plan (Gennaio et al., 2009).

3.2.3 Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (ESDA)

La metodología aplicada consiste en realizar-previa una delimitación municipal análisis exploratorio espacial con índice de Moran y el Indicador Local de Asociación Espacial (LISA, por sus siglas en inglés) en los municipios de la región, por medio de software como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el software GeoDA. El desarrollo del estudio se realizó a través de un Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (ESDA son sus siglas en inglés). Para ello, se ha usado una matriz de contigüidad de reina (“*queen*”, en inglés) de primer orden, ya que de esta manera se exploran las relaciones en todas direcciones. (Gómez-Antonio et al., 2016; Salvati & Margherita, 2014).

Se utilizó el Índice Global de Moran univariado para analizar la autocorrelación espacial de la expansión urbana y si tiende a agruparse espacialmente a nivel municipal (Zhao et al., 2020). Al interpretar los resultados del Índice de Moran Global, hay que tener en cuenta que se trata de una estadística inferencial y que debe interpretarse en el contexto de su hipótesis nula (Anselin, 2003). La hipótesis nula afirma que los procesos espaciales que promueven el patrón de valores observado son aleatorios (Musakwa & Van Niekerk, 2014). En este sentido, el Índice Global de Moran es un indicador de autocorrelación espacial que explica en qué medida la expansión urbana tienden a agruparse en el espacio (autocorrelación espacial positiva, valores tendentes a 1,), a dispersarse (autocorrelación espacial negativa, valor próximo a -1), o a distribuirse aleatoriamente (valores próximos a 0).

El Índice Global de Moran trata el territorio como si fuera un todo uniforme, por lo que las correlaciones más fuertes o débiles pueden ser invisibles en determinadas partes del territorio. El análisis de autocorrelación espacial permite calcular mapas de Índice Local de Asociación Espacial (LISA) (Anselin, 1995). Por este motivo, el análisis se centra en los mapas LISA, ya que permiten identificar las zonas con valores altos y bajos, clasificando los resultados en cuatro grupos: Los casos “*High-High* (HH), *High-Low* (HL), *Low-High* (LH) y *Low-Low* (LL)” (por sus siglas en inglés), y pueden cartografiarse para comprender mejor la distribución espacial de los puntos calientes y fríos y ver dónde se producen agrupaciones. Los municipios clasificados como HH se caracterizan por tener una alta expansión urbana, situándose cerca de otros municipios con un valor alto de expansión (agrupación espacial), mientras que la clasificación HL indica municipios de alta expansión rodeados de municipios con baja expansión o viceversa (LH) (valores espaciales atípicos). Por el contrario, los municipios con baja expansión rodeados

de municipios con baja expansión urbana se clasifican como LL (Steurer & Bayr, 2020; Zhao et al., 2020).

Con el fin de explorar la correlación espacial entre expansión urbana y los factores explicativos, utilizamos la autocorrelación espacial bivariado. Lo anterior, para medir la correlación entre ambos atributos, ya que permiten estudiar dos atributos que suceden al mismo tiempo en una unidad geográfica determinada (Gómez-Varo et al., 2021). El Índice de Moran Global bivariado produce estadísticas que indican la fuerza y la dirección de la autocorrelación espacial entre las dos variables seleccionadas. El Índice de Moran Global bivariado puede ser positivo, negativo, o cercano a cero. Así, un valor significativamente diferente de cero del Índice de Moran Global Bivariado sugiere que las dos variables están espacialmente correlacionadas en el conjunto de datos geográficos, lo que implica que los valores similares de una variable tienden a agruparse junto con valores similares de la otra variable. Significa que hay una tendencia a la disociación o dispersión espacial entre los valores de las dos variables en el área de estudio. Cuando el coeficiente I de Moran es inferior a 0, denota una autocorrelación espacial negativa entre los objetos de estudio. Específicamente, cuanto más cercano esté el valor del coeficiente a -1, más intensa será la correlación negativa, indicando una mayor disparidad espacial entre los objetos de estudio (Zhang et al., 2023)

El Índice Moran Local bivariado permite analizar la correlación espacial local de la expansión urbana y de los factores identificados a nivel local. La diferencia fundamental del Índice de Moran Local Bivariado con el Univariado, es que en el caso bivariado el rezago espacial pertenece a una variable diferente. En esencia, esta noción de correlación espacial bivariado mide el grado en que el valor de una variable determinada en una ubicación se correlaciona con sus vecinos de una variable diferente. También identifica clústeres espaciales de cuatro grupos para ambas variables, representando: (HH) Indica la presencia de una asociación espacial positiva entre las dos variables, lo que significa que los municipios con valores altos de expansión urbana están rodeados de municipios con valores altos del factor analizado; (LL) Indica la presencia de una asociación espacial positiva entre las dos variables, lo que significa que los municipios con valores bajos de expansión urbana también tienden a tener valores bajos del factor analizado en los municipios vecinos; (HL) Indica la presencia de una asociación espacial negativa entre las dos variables, lo que significa que los municipios con valores altos de expansión urbana tienden a estar rodeados de municipios con valores bajos del factor analizado, y viceversa (LH). Lo anterior, permite analizar si los municipios que experimentan

una mayor expansión urbana también están asociados con el aumento de la tasa poblacional de los municipios que lo rodean (Wang et al., 2023). La recopilación, procesamiento y visualización de los datos se ha realizado mediante el uso de los sistemas de información geográfica (SIG), específicamente el programa ESRI ArcGIS versión 10.8©. Los cálculos del análisis espacial exploratorio y la creación de los mapas LISA se realizaron con el software GeoDa versión 1.20.0.10.

3.3 Enfoque cualitativo

En términos generales, el enfoque cuantitativo contribuye a medir y analizar el fenómeno de la expansión urbana, mientras que el enfoque cualitativo contribuye a la comprensión de dicho fenómeno, en el que se utiliza datos sin medición numérica para describir el proceso de interpretación del fenómeno analizado (Sampieri et al., 2006). En particular, para el presente trabajo se empleó el enfoque cualitativo y sus técnicas para comprender el objetivo y los resultados de la aplicación del Plan Regulador Metropolitano de Santiago en relación con la expansión urbana identificada. Principalmente, el análisis y revisión documental del texto de los planes urbanísticos ha sido un enfoque actualmente utilizado por la literatura de los estudios urbanos (Jiménez et al., 2018; Schmid et al., 2021).

Para evaluar la eficacia de los planes urbanísticos y su capacidad para orientar la expansión urbana, se analizan los objetivos del plan y los resultados (“*outcomes*” en inglés) obtenidos tras su implementación, en función de la expansión urbana observada. Este análisis busca contribuir a la literatura sobre la evaluación de planes urbanísticos, enfocándose en la conformidad en la aplicación del Plan. Así, la evaluación de conformidad entre los objetivos y la aplicación del Plan ha sido objeto de análisis por parte de expertos en el marco de evaluación del Plan (Hersperger et al., 2020; Pierri et al., 2021). En la presente tesis, se identifican los objetivos y se analiza el texto del Plan Regulador Metropolitano de Santiago, complementando al enfoque cuantitativo. También se examina el estatuto normativo del suelo y las normas urbanísticas relacionadas con la expansión urbana, con el fin de explorar la relación entre el Plan, las normas urbanísticas y la expansión urbana (Gradinaru et al., 2017).

3.4 Fuentes de Datos

Para el desarrollo de la presente tesis, se utilizaron las siguientes fuentes de datos:

a) Corporación Nacional Forestal (CONAF)

Para cuantificar la expansión urbana a través del cambio de suelo en la Región se utilizó una base de datos oficial de cobertura del suelo producida por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) de Chile, la cual ha sido elaborada utilizando imágenes satelitales registradas en 1997 y 2013 (Montoya-Tangarife et al., 2017). Este conjunto de datos de cobertura terrestre en hectáreas fue reclasificado de 41 categorías en 1997 y 49 en 2013, respectivamente, a 6 categorías (suelo agrícola, suelo descubierto, superficie edificada, suelo vegetal, cuerpos de agua, humedales) utilizando ArcGIS 10.7.1. Esta reclasificación se basó en los usos de la cubierta terrestre de estudios anteriores (Henríquez-Dole et al., 2018; Puertas et al., 2013, 2014; Schulz et al., 2010). Además, se utilizó CONAF para delimitar la superficie total en hectáreas de cada municipio, provincia y el total de la Región Metropolitana de Santiago.

b) Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)

Para el análisis espacial y de texto del Plan Regulador Metropolitano de Santiago se utilizó la información obtenida del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, utilizando la zonificación y el límite urbano establecido por el Plan en el 2013. Lo anterior, para evaluar la eficacia del PRMS en el control de la expansión urbanística dentro y fuera de la zona edificable. Además, se utilizó la Ley General de Urbanismo y Construcciones y su Reglamento (Ordenanza General de Urbanismo y Construcción) para el análisis de la normativa aplicable a la expansión urbana, en conjunto a lo descrito en la letra g).

c) Instituto Nacional de Estadística (INE)

Para el análisis de la relación entre expansión urbana y los factores de población, vivienda y permisos de edificación, se utilizó la fuente de datos que elabora el Instituto Nacional de Estadísticas. La cantidad de habitantes y de vivienda analizadas se obtuvieron del Censo que desarrolla el INE, para los años 1992 y 2017 aplicables al inicio y al final del período de estudio analizado, que corresponde al último censo elaborado para el caso de estudio. Además, se calculó la densidad poblacional utilizando el censo de población y la superficie edificada elaborada en base a CONAF. Por otro lado, los permisos de edificación que habilitan la construcción de nuevas superficies edificadas, utilizando el total de metros cuadrados aprobados por comuna entre los años 1996-2019.

d) Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO)

El Ministerio de Desarrollo Social elabora la Encuesta de Caracterización Socio Económica (CASEN), que se elabora anualmente, utilizando la variable socioeconómica de aumento del ingreso del jefe(a) de hogar entre los años 1992 y 2017, considerando el inicio y el final del período de expansión urbana analizado, para caracterizar socio económicamente a la población.

e) Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN)

Para examinar los efectos de la pendiente (grados) y la elevación (metros sobre el nivel del mar), se calcularon los valores de los municipios a partir de un modelo digital de elevación (MDE) del Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), utilizando el SIG.

f) Gobierno Regional de Santiago (GORE)

Para explorar la relación entre la expansión urbana y el acceso a una autopista interurbana se utilizó la información con datos espaciales de las autopistas existentes entre el período analizado utilizando SIG. Así, se calculó una variable dicotómica (variable “dummy”) a nivel municipal en relación con si el municipio

contaba (o no) con un acceso a una autopista en el período analizado (Liu et al., 2005; Musakwa & Van Niekerk, 2014; Steurer & Bayr, 2020).

g) Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y Ministerio de Bienes Nacionales (MBBNN)

Para el análisis de la normativa urbana relativa a la expansión, en conjunto a la letra b), se utilizaron el Decreto Ley (DL) N° 3.516 y el Decreto Ley (DL) N° 2.695 (Naranjo, 2017). El DL N°3.516 permite la subdivisión de 0,5 ha para construir viviendas unifamiliares en terrenos agrícolas. El DL N°2.695 permite la regularización de viviendas de bajo valor en terrenos fiscales. Estas variables representan el número de resoluciones otorgadas por la administración pública para autorizar cada subdivisión o regularización. Para este estudio, se consideró el total de resoluciones que autorizan la aplicación del DL N°3.516 y DL N°2.698 por municipio, utilizando las bases de datos del Servicio Agrícola Ganadero y del Ministerio de Bienes Nacionales, entre 1994-2006 y 2009-2020, respectivamente.

The background of the page is a solid blue color. Overlaid on this background is a complex, abstract white line art design. The lines are thin and form a network of interconnected, irregular shapes and paths that resemble a stylized map or a network diagram. The lines vary in length and direction, creating a sense of movement and complexity. In the lower-left quadrant, there is a dark blue rectangular box containing the text 'PARTE IV: RESULTADOS' in white, uppercase letters. Below this box, there is a solid dark blue horizontal bar that spans the width of the page.

PARTE IV: RESULTADOS

4. Resultados

4.1 Estudio de caso 1: Urban sprawl containment by the urban growth boundary: the case of the Regulatory Plan of the Metropolitan Region of Santiago of Chile

JOURNAL OF LAND USE SCIENCE
2022, VOL. 17, NO. 1, 324–338
<https://doi.org/10.1080/1747423X.2022.2086312>



OPEN ACCESS

Urban sprawl containment by the urban growth boundary: the case of the Regulatory Plan of the Metropolitan Region of Santiago of Chile

Juan Pablo Schuster Olbrich ^a, Guillem Vich ^a, Carme Miralles-Guasch ^a and Luis Fuentes^b

^aGeography Department, Autonomous University of Barcelona, Barcelona, Spain; ^bTerritoriales, Centro de Desarrollo Urbano Sustentable CEDEUS, Pontificia Universidad Católica de Chile Instituto de Estudios Urbanos y , Santiago, Chile

ABSTRACT

Urban growth boundaries (UGBs) established by urban planning, are common containment strategies to prevent urban sprawl. We analyze the effectiveness of the UGB strategy in the case of the Metropolitan Region of Santiago de Chile, established by the land use plan in 1994. We describe and quantify the annual growth rate and the development of new built-up areas inside and outside the boundary using GIS. The results show that the expansion of built-up areas is greater outside than inside the UGB (75% vs. 49%), and with a higher annual growth rate outside the UGB (14.6% vs. 2.8%). To achieve greater effectiveness in the strategy, it is necessary to overcome those regulatory mechanisms that allow urbanization beyond the boundary, identified as a factor that promotes expansion, contradicting the objective of the plan.

ARTICLE HISTORY

Received 11 November 2021
Accepted 1 June 2022

KEYWORDS

Urban sprawl; urban growth boundary; urban planning; Santiago of Chile

Schuster Olbrich, J. P., Vich, G., Miralles-Guasch, C., Fuentes, L. (2022). Urban sprawl containment by the urban growth boundary: the case of the Regulatory Plan of the Metropolitan Region of Santiago of Chile. *Journal of Land Use Science*, 17(1), 324–338. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2022.2086312>

JCR (2022): Impact factor = 3.2, Journal Rank= Q1 (Multidisciplinary, Agriculture)

4.1.1 Introduction

Urban expansion has been changing the earth's surface at unprecedented rates over the last sixty years and during the 21st century is expected to become the greatest expansion of built land in all history (Seto et al., 2012). Urban sprawl; is an uncoordinated, low-density, dispersed, and rapid growth process, resulting in the fragmentation of territories (Abrantes et al., 2016; Gashu & Gebre-Egziabher, 2018; Robinson et al., 2005); has dominated urban expansion around the world since the mid-20th century. Nowadays, the urban sprawl pattern is a global phenomenon, forecasting that urban expansion will take place mostly in Africa and Asia but also in Latin-American cities, where these city cities will double their size by 2035 (Fuentes & Pezoa, 2018; Inostroza et al., 2013; Lima & Da Silveira Neto, 2019; De Mattos, 2010).

Urban expansion, particularly through sprawling patterns, has been widely associated with negative consequences for the environment by polluting land, promoting deforestation, loss of agricultural lands, threatening biodiversity, but also affecting human health and enhancing spatial inequalities through urban segregation (Viana et al., 2019; Wei & Ewing, 2018). Urban containment strategies have emerged as potential solutions in urban planning to curb and counteract the negative effects of urban sprawl. One of the most commonly applied strategies is urban growth boundaries (UGBs), established through land-use planning acting as “push” factors and promoting compactness and sustainable urban forms (Ferner et al., 2016; Rafeq, 2006; Wang et al., 2020; Zheng et al., 2017). A UGB can be defined as a “line drawn around a metropolitan area that delineates where urban development may take place (inside the UGB) and where it may not (outside the UGB)” (Nelson & Moore, 1993, p. 294). UGBs seek to control urban development within an area, protect agriculture and vegetated land and reduce the economic costs of urban infrastructures by promoting high density (Calthorpe & Fulton, 2001; Tayyebi et al., 2011). These tools divide and assign territories with different regulations, protecting natural areas and establishing areas for agricultural uses outside the boundary, whereas areas inside the boundary receive the new built-up development (i.e. building zone) (Gennaio et al., 2009). However, low-density developments may still occur beyond urban boundaries despite the prohibitions (Paül & Tonts, 2010; Robinson et al., 2005; Weber & Puissant, 2003).

The Urban Growth Boundary (UGB) strategy, which originated in the USA, has been widely applied in cities of the global north, which also concentrates the largest

number of associated studies. In this regard, these studies analyze the role of the governance and decentralization process, the effectiveness of urban growth boundaries through the land use plan, or the mismatch between land regulation and land cover evolution. The UGB strategy has proven to be successful in Switzerland and China but, on the other hand, it has not been so in Portugal, where urbanization had occurred beyond the delimited boundary, despite the legal prohibitions (Abrantes et al., 2016; Gennaio et al., 2009; Shao et al., 2020). Nevertheless, studies on the effectiveness of urban growth boundaries in the cities of the global south are limited (Horn, 2020). Existing research in countries in Asia, Africa, Latin America, and the Middle East, has generally shown limited success in the application of UGBs boundaries (Heinrichs & Nuissl, 2015; Huang et al., 2019; Mubarak, 2004). Among others, the unsuccessful implementation of urban growth boundaries in the global south can be explained mostly by the following factors. On the one hand, urban expansion has proven to be currently much more rapid in those regions (Zhao et al., 2010). On the other hand, the high rural-urban migration patterns and the high prices of housing in urban centers are due to governmental neoliberal agendas. Thus, it has given place to the localization of private housing developments and informal settlements beyond urban growth boundaries (Heinrichs & Nuissl, 2015), increasing the lack of access to services of urban developments established (Yunda & Sletto, 2020) or the increasing segregation beyond the boundary (Menzori et al., 2021). In this regard, the process of urban sprawl in Latin American cities has been widely documented, with the case of the Metropolitan Region of Santiago of Chile (MRS) being no exception (Coq-Huelva & Asián-Chaves, 2019; Fuentes & Pezoa, 2018; Inostroza et al., 2013), academic research has barely been explored the role of UGBs and its relationship with urban growth in cities of the global south (Gennaio et al., 2009; Hersperger et al., 2018; Horn, 2020)

In Chile, the UGB implemented in the MRS was re-established in 1994, after previously-approved neoliberal projects and reforms between 1970 and 1980, with a return to the paradigm of zoning and urban limits with the return of democracy in 1990 (Vicuña, 2017). The UGB was established by a land-use instrument in 1994 called "Plan Regulador Metropolitano de Santiago" (PRMS). The main objectives of the PRMS were to promote a "compact city", protect the environment and raise the quality of life of the inhabitants, establish an urban boundary, and a land-use regulation by a zoning strategy (Vicuña, 2017). The UGB was defined as an "imaginary boundary" (Article #52, LGUC), which distinguishes the "city" from the "non-city", to prevent the city from sprawl (Petermann, 2006). In this sense, the Plan establishes, on the one hand, a building zone inside the urban boundary,

expecting to receive the new built-up development called the “urban area”. On the other hand, the non-building zone, defined as a “non-urban area”, excludes new urban developments to preserve agricultural and natural areas, also establishing risk areas and areas for metropolitan infrastructures (Vicuña, 2017). The PRMS originally expected 59,330 Ha from 1994 to 2020 inside the urban growth boundary, but later experienced three relevant modifications (years 1997, 2006, and 2013). Considering these modifications, the PRMS is expected to receive a total of 102,179 Ha of new built-up developments inside the urban boundary by 2030 (Naranjo, 2017; Vicuña, 2017).

The existing evidence analyzing the evolution and modifications of the UGB strategy in the MRS has been done from both regulatory and policy-oriented points of view since the 1960s (Petermann, 2006; Vicuña, 2013). According to them, urban sprawl in this region occurred thanks to an alliance between public and private agents, which has promoted the development of a “suburban life” (Barton & Ramírez, 2019; Heinrichs et al., 2009; Jiménez et al., 2018). In addition, other studies have modeled urban expansion prospective scenarios of Santiago using remote sensing (Puertas et al., 2014) or analyzed the relationship between land cover change and the protection of ecosystem services (Montoya-Tangarife et al., 2017). However, the role of urban planning is not properly integrated into these quantitative land-change assessments of urban expansion (Hersperger et al., 2018). Particularly, the effectiveness of the UGB has not been studied properly (Gennaio et al., 2009; Kasanko et al., 2006; Shao et al., 2020). More studies, for instance, quantifying the levels of new built-up developments occurring inside and outside the urban growth boundary in the MRS are needed.

In the context of a fast expansion of the Latin-American metropolis in the last decades, this paper will: (1) quantify urban expansion through changes in the built-up cover and its annual growth rate in the Metropolitan Region of Santiago (MRS) between 1997 and 2013 at both the regional and subregional levels; (2) compare them with the changes in population density; (3) analyze the capacity to control the built-up expansion the urban growth boundary (UGB) established by the PRMS by quantifying the new developments of built-up occurring in the urban area and the non-urban area.

This paper is organized as follows: in section 1 we have discussed the urban growth boundary (UGB) as a containment urban sprawl strategy, focusing on the MRS (Chile); Section 2 presents the study area and data analysis using official spatial data

on land use covers and the PRMS from CONAF from 1997 and 2013 to determine the urban growth changes and to delimit the urban growth boundary; In section 3, we present the empirical results related to the quantification of urban sprawl in the period and the difference between population density at the regional and subregional level. Then, we evaluate the effectiveness of the UGB in the analyzed period; in section 4, the results of this study regarding the UGB are discussed and contrasted with related literature, by focusing on the main explanatory factors. Finally, in section 5 we establish the main conclusions related to the urban delimitation strategy's effectiveness and propose future research lines.

4.1.2 Methods

4.1.2.1 Study area

The Metropolitan Region of Santiago (MRS) in Chile is located between latitude 33°15'S and latitude 33°40'S and accounts for a total of 7,112,808 people (according to the 2017 census) representing 40% of the total population of the whole country (INE, 2018). Santiago, the capital city of Chile, is at the center of the region with a total surface of 1,527,962 Ha and is divided into 52 municipalities that can be grouped into 6 subregions or provinces: Chacabuco (in the north), Cordillera (in the Southeast), Maipo (in the South), Melipilla (in the West), Santiago (in the center) and Talagante (in the Southwest) (Fig. 2).

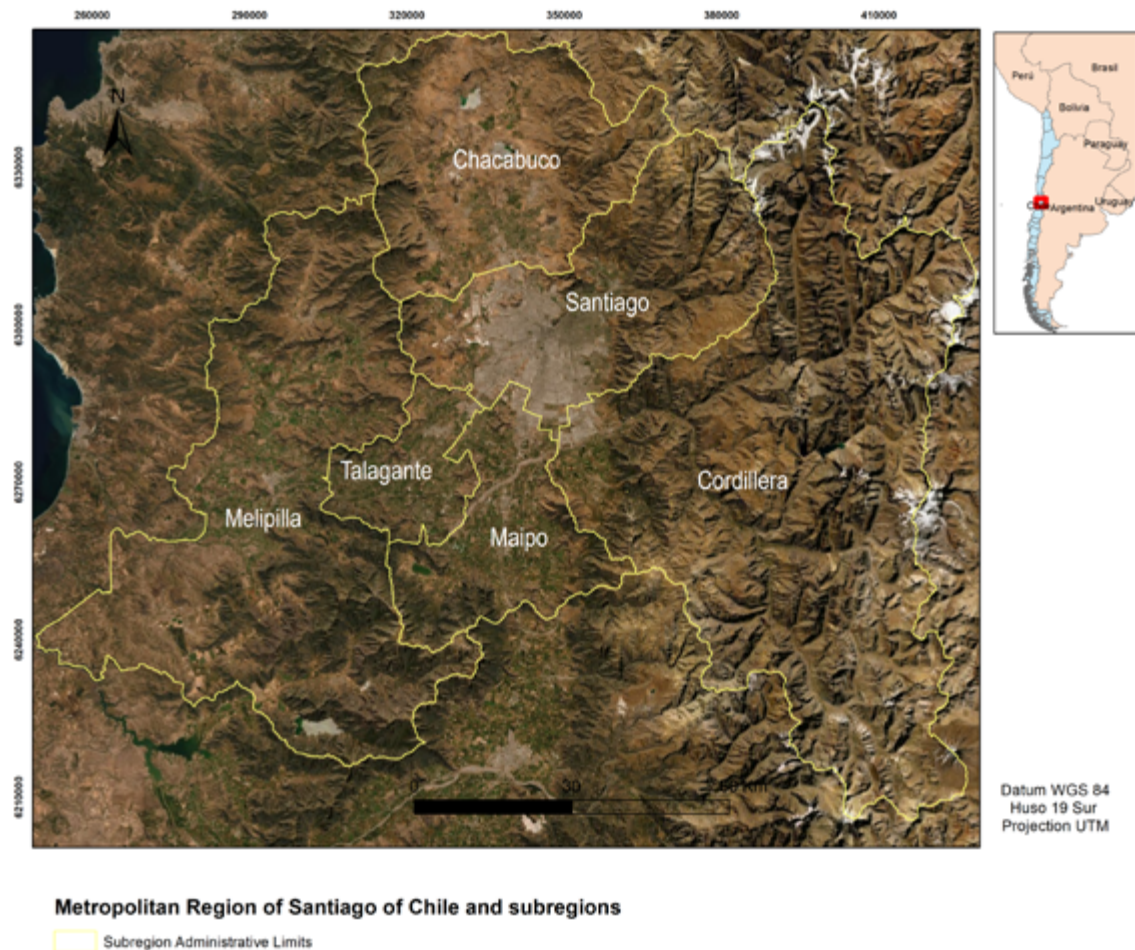


Figure 2 Metropolitan Region of Santiago of Chile and their 6 subregions.

Source: Own production based on imagery Landsat /Copernicus Images from Google Earth Pro (Google, 2021).

4.1.2.2 Built-up and land cover land use classification

For this study, we defined the built-up area as “urban land cover and land use, impervious surfaces, and other manifestation of the built environment in an urban area” excluding population or population density (Seto et al., 2011). Built-up definition has also been used in other studies based in the MRS (Hernández-Moreno & Reyes-Paecke, 2018; Puertas et al., 2014). To determine and quantify the built-up surface in the MRS through land cover change, we used an official land cover database produced by the National Forestry Corporation (CONAF) of Chile, which has been elaborated using satellite images registered in 1997 and 2013 (Montoya-Tangarife et al., 2017). This land cover dataset was reclassified from 41 categories in 1997 and 49 in 2013, respectively, to 6 categories using ArcGIS 10.7.1, which can be seen in [Table 1](#) and [Figure 3](#). This reclassification was based on land cover uses from previous studies (Henríquez-Dole et al., 2018; Puertas et al., 2013, 2014; Schulz et al., 2010). Then, the agriculture land category (category #1), considers the agricultural activities, crops, and agro-industrial infrastructure, and bare soil land cover (Category #2) considers areas without or little vegetation as rocks or land that has been cleared. Regarding the Built-up category (Category #3) CONAF defined urban land cover or built-up area as “Cities, towns, industrial zones, industrial mining, agricultural plots”, in the same cadaster with 90% accuracy. According to the rural subdivision law, the Agricultural plots consist of a 0.5-hectare subdivision of agricultural land upon which a house can be built (Abrantes et al., 2016; Naranjo, 2009). For this reason, they were integrated into Category #3. Related to the vegetated land (category #4), we observed inconsistencies in the dataset of 1997 about that of 2013, especially about the vegetation land cover due to changes in CONAF’s criteria to understand the forest, which affected the categories “Forest/Plantations” and “Grasslands/Shrublands” in 2001. In this sense, CONAF changed its methodology about what it understands as forest between 1997 and 2013. On the one hand, in 1997, a forest was defined as a site with vegetation formations dominated by trees in an area of 5,000 m², with a tree canopy cover of 25% for the RM. On the other hand, for the year 2013, it considers foresting the sites with tree canopy coverage of 10%. For this reason, these categories were merged into one sole new Category #4 (Montoya-Tangarife et al., 2017). Related to “Water Bodies” (category #5) and “Wetland” (category #6), there was an increment in this surface between 1997 and 2013, because in 1997 there was a greater lack of knowledge of the glacier and wetland surface, and in 2014 an inventory was carried out, using this information for the land cover data set in 2013. Additionally, the temporal and

spatial resolution of the satellite images was improved by the year 2013, because the remote sensing technology improved. In this regard, for CONAF 1997, aerial photography with a digital photographic coverage scale of 1:20,000 and 1:30,000 from 1995 was used. The material was in paper format, to aid visual interpretation Related to CONAF 2013, the SPOT 5 multispectral satellite images, with a resolution of 10 meters per pixel (green, red, and near-infrared bands) and at 20 m (mid-infrared) in UTM projection Huso 19 Datum WGS84 was utilized. In some marginal sectors and without image coverage, LANDSAT 8 (2013) images were used.

	Land Cover category	Description
1	<i>Agriculture Land</i>	Agricultural activities, crops, agro-industrial Infrastructure
2	<i>Bare soil</i>	Open spaces with little or no vegetation
3	<i>Built-up</i>	Human settlements, industrial zones, energy infrastructure, transportation infrastructure, sanitary infrastructure, areas of mining and extractive activities, military and landfills, and agricultural plots.
4	<i>Vegetated land</i>	Forest plantations, forests, shrubs, Andean vegetation, grasslands
5	<i>Water Bodies</i>	Watercourses, bodies of water, water infrastructure glaciers, and snow
6	<i>Wetland</i>	Wetland, herbage vegetation on the shores of rivers, <i>vegas</i> , other wet soils
	<i>Total Surface</i>	Land cover total

Table 1 Land cover land use categories of Metropolitan Region of Santiago (MRS), Chile, using CONAF land cover dataset from 1997 and 2013.

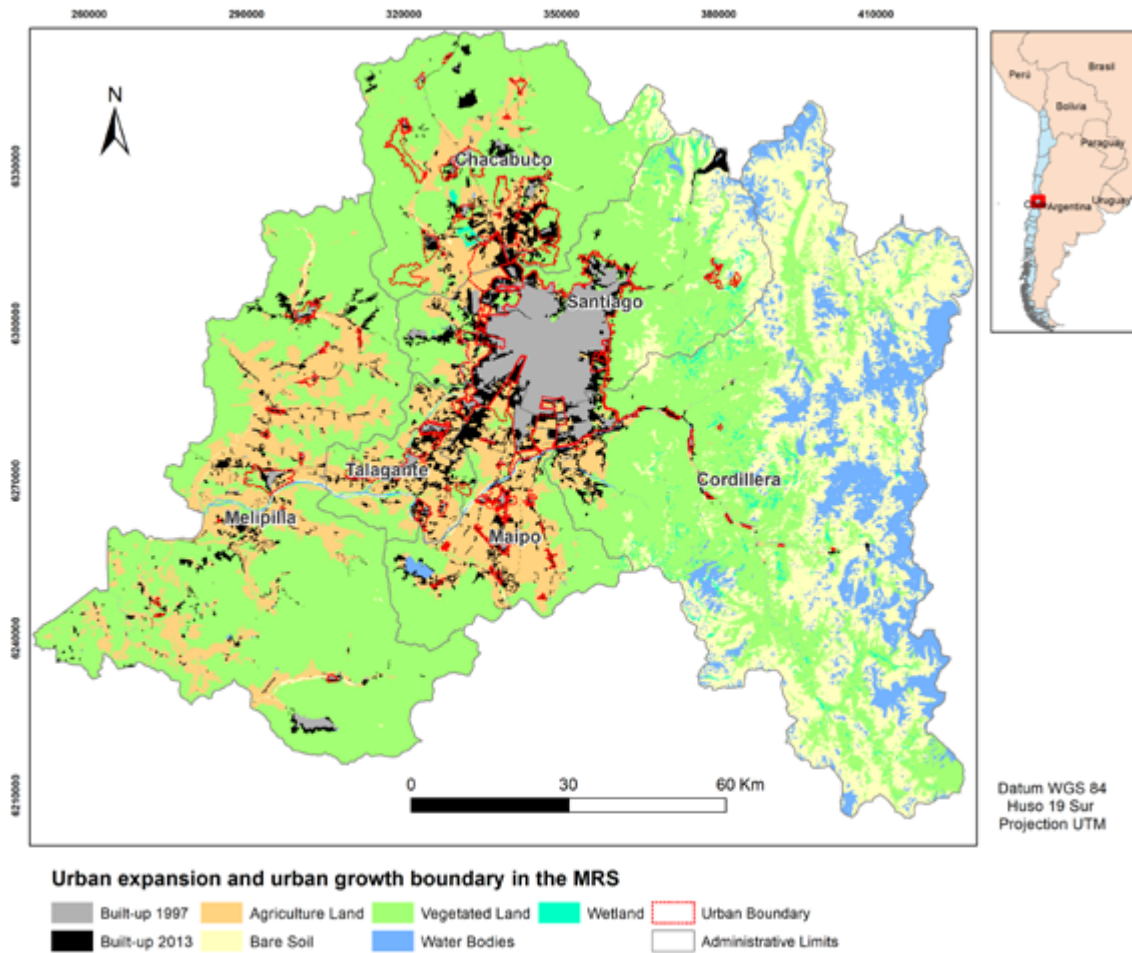


Figure 3 Change in a built-up area in the Metropolitan Region of Santiago (MRS), Chile, between 1997 and 2013 and the urban growth boundary.

Source: Own production based on land cover layers obtained from CONAF (CONAF, 1997 & 2013)

4.1.2.3 Annual growth rate (AGR) of built-up area and population density

To measure and compare the urban growth in the MRS at the regional and subregional levels, we used a standardized metric to quantify the built-up area and population density by year (Gennaio et al., 2009; Robinson et al., 2005). The annual growth rate was calculated as:

$$\text{AGR} = 100 * ((\text{UEend} / \text{UEstart})^{(1/d)} - 1)$$

Where the start is the extent of the urban area at the initial period, UEend is the extent of the study in the final period, and the period of the study is in years (Seto et al., 2011, p.3). We quantified the built-up expansion intersecting CONAF land cover layers from 1997 and 2013, comparing changes in the population density between 1992 and 2017 from the National Statistics Institute (INE) of Chile census. The density of developed land was calculated using the CONAF built-up surface in 1997 and 2013 and dividing this surface by the total population density in 1992 and 2017 respectively, at the regional and subregional levels (Gennaio et al., 2009).

4.1.2.4 The built-up surface and the urban growth boundary (UGB) established by the PRMS

The Regulatory Plan of the Metropolitan Region of Santiago (PRMS) in 1994 planned 59,300 Ha in the building zone by 2020 (Petermann, 2006). However, the urban boundary was changed several times, with the last modification in 2013 in which a total of 102,179 Ha of built land inside the urban boundary were expected (MINVU, 2022). In addition to this, we calculated the annual growth rate as 2.9% of the built-up area expected by the PRMS in the building zone, between 1994 to 2013 also using the annual growth rate (AGR) of expected new developments (Seto et al., 2011). These data were useful to compare the built-up expansion against the built-up planned by the PRMS and their annual growth rate, at the regional level.

Regarding the urban growth boundary, we used the latest modification of the UGB of the MRS to evaluate the effectiveness of the PRMS in controlling the built-up expansion within and outside the building zone. To do so, we used the official urban boundary established by MINVU in 2013, which defines the urban and non-urban

areas. Using this urban growth boundary, we intersected it with the layer of built-up areas of 1997 and 2013 using GIS, to quantify how many built-up areas existed in the urban and non-urban areas in 1997 and later in 2013, to determine the difference in a built-up area in these areas in the 16-year period, according to other studies (Gennaio et al., 2009; Kasanko et al., 2006). Additionally, we calculated the annual growth rate of the built-up expansion and the density per Ha inside and outside the urban boundary at the regional and subregional levels to analyze its relationship, as seen in previous studies (Fuentes & Pezoa, 2018; Torrens & Alberti, 2000).

4.1.3 Results

4.1.3.1 Land use land cover changes in the MRS for the period 1997 and 2013

The built-up surface in the Metropolitan Region of Santiago (MRS), Chile, increased by 124% between 1997 and 2013, growing from 60,130 to 134,750 Ha (Table 2), representing an annual growth rate (AGR) of (5.2%) (3,860 Ha/year) (Table 3).

Num.	Land Cover category	1997 (Ha)	2013 (Ha)	Difference (Ha)	% Between 1997 and 2013
1	Agriculture Land*	255,973	218,852	-37,121	-15
2	Bare soil*	425,253	252,131	-173,122	-41
3	Built-up	60,130	134,750	74,620	124
4	Vegetated land*	701,787	801,370	99,583	14
5	Water Bodies*	80,238	108,349	28,111	35
6	Wetland*	4,580	12,509	7,929	173
Total Surface	Total	1,527,962	1,527,962	0	0

* Non-comparable categories due to changes in the methodology applied by CONAF to define these lang cover types.

Table 2 Land use land cover change by categories in the MRS (1997 – 2013).

At the subregional level (Table 3), all subregions increased their built-up surface during this period in two tendencies. On the one hand, four subregions expanded their building area by more than 400% for this period and showed an annual growth rate (AGR) greater than +11%: Chacabuco (12.7%), Melipilla (12.1%), Talagante (11.4%), and Maipo (11.1%). On the other hand, they were followed by Cordillera and Santiago, with lower overall growth (176% and 38%, respectively) and lower

annual rates of growth (6.5% and 2%, respectively) in their built-up area.

In terms of the population density (Table 3), we also detected two tendencies related to changes in the built-up. First, the subregions with higher AGR of built-up area (over +11%), lost population density between (-5%) and (-8%) by year, highlighting Melipilla who lost density at the higher annual rate in the period (-8% vs +12.1%), even higher than Chacabuco which has the higher AGR of built-up (-5% vs +12.7%). Second, Cordillera and Santiago, which had the lower annual rate of built-up, also had the lower annual rate of decrease in population density (Cordillera: -1% vs +6.5%; Santiago: -1% vs +2%, respectively).

UGB	Description		Chacabuco North	Cordillera Southeast	Maipo South	Melipilla West	Santiago Center	Talagante Southwest	MRS
Total	Built-up (Ha)	1997	2,528	3,771	2,971	2,713	46,235	1,913	60,130
		2013	17,013	10,4	16,022	16,756	63,855	10,703	134,750
		Difference	14,485	6,629	13,051	14,043	17,62	8,790	74,620
		AGR (%)	12.7	6.5	11.1	12.1	2	11.4	5.2
	Population Density (inhabitant /ha)	1992	35.9	73.6	98.6	43.8	93.2	87.1	87.4
		2017	15.7	58.9	31.0	11.1	82.2	28.0	52.8
		Difference	-20.1	-14.7	-67.7	-33.7	-11.0	-59.1	-34.7
		AGR (%)	-5.0	-1.4	-7.0	-8.2	-0.8	-6.8	-3.1
Urban Area (inside UGB)	Built-up (Ha)	1997	1,708	3,143	2,679	1,048	44,272	1,592	54,441
		2013	6,694	6,328	7,022	2,723	57,401	3,959	84,128
		Difference	4,987	3,185	4,344	1,675	13,129	2,368	29,687
		AGR (%)	8.9	4.5	6.2	6.2	1.6	5.9	2.8
	Population Density (inhabitant /ha)	1992	53.1	88.3	109.4	113.4	97.4	104.7	96.6
		2017	40.0	96.8	70.6	68.3	91.5	75.7	84.5
		Difference	-13.1	8.5	-38.7	-45.1	-5.9	-29.0	-12.0
		AGR (%)	-1.8	+0.6	-2.7	-3.1	-0.4	-2	-0.8
Non-Urban Area (outside UGB)	Built-up (Ha)	1997	821	627	292	1,665	1,963	321	5,689
		2013	10,319	4,073	9	14,033	6,454	6,744	50,622
		Difference	9,498	3,445	8,707	12,368	4,491	6,423	44,933
		AGR (%)	17.1	12.4	23.9	14.3	7.7	21	14.6
	Population Density (inhabitant /ha)	1992	110.4	442.6	1003.3	71.3	2196.6	519.0	924.2
		2017	25.9	150.5	55.1	13.3	813.5	44.5	140.5
		Difference	-84.5	-292.1	-948.2	-58.1	-1383.1	-474.5	-783.7
		AGR (%)	-8.7	-6.5	-16.6	-10	-6	-14.2	-11.1

Table 3 Built-up and population density in MRS and the Urban Growth Boundary, between 1997 and 2013.

4.1.3.2 Urban growth boundary (UGB) and the built-up expansion in the MRS

The developed built-up area in the MRS increased by 74,620 Ha between 1997 and 2013, indicating that there was a higher growth than it was planned by the PRMS (134,750 Ha vs. 102,179 Ha). Also confirmed by the annual growth rate of developed built-up areas, which almost doubled that of the AGR planned in the PRMS (+5.2% vs. +2.9%), as noted in [Table 3](#).

Furthermore, the newly built-up area was located to a greater extent in the non-urban area (75% out of 124%) than in the urban area (49% out of 124%) ([Figure 4](#)). An additional 44,933 Ha of built-up area in the non-urban area (44,933 Ha out of 74,620 Ha) and 29,687 Ha in the urban area (29,687 Ha out of 74,620 Ha) were incorporated ([Table 3](#)). More importantly, while the AGR of built-up expected by the PRMS in the urban area was similar to the increase by year of the built-up area observed (+2.9% vs. +2.8%), it was almost five times less in the non-urban area (+2.9 vs. +14.6%). As a result, the built-up area in the urban area in 2013 occupied a total of 82% of the urban surface expected by the PRMS by the year 2030, with 17 years still to come (84,128 Ha vs. 102,179 Ha). Additionally, when these changes are contrasted with changes in population density, inside the urban boundary the density almost did not vary (-0.8%). However, outside the urban growth boundary, this difference was higher, with the AGR of population density decreasing at a higher rate than inside the urban area (-11.1% vs. -0.8%).

At the subregional level, the built-up surface of all subregions increased more in the non-urban area than the urban area, except for Santiago (urban area 28% vs. non-urban area 10%) ([Figure 4](#)). Melipilla's growth is noteworthy since it proved to be the subregion with the highest difference of built-up between inside and outside the urban growth boundary (urban area 62% vs. non-urban area 456%) ([Figure 4](#)). In annual terms, when comparing the AGR of observed built-up with the expected built-up by the PRMS inside the urban area, Santiago was the only subregion in which the built-up grew less than that forecasted by the Plan (+1.6% vs. +2.9%). On the other hand, the rest of the subregions showed a superior AGR in their actual built-up area compared to what was expected. Chacabuco was the subregion with the highest difference, being the actual growth three times higher than the expected built-up (+8.9% vs. +2.9%). Moreover, all the subregions increased their built-up area in the non-urban areas of the urban growth boundary (UGB) at a higher pace than inside. In this line, Maipo showed the highest AGR outside the UGB (+23.9%),

followed by Talagante (21%), Chacabuco (17.1%), Melipilla (14.3%), Cordillera (12.4%), and, finally, Santiago (7.7%) (Table 3).

In contrast with the AGR of population density, inside the UGB, this indicator decreased for almost all the subregions, except for Cordillera which was the only subregion that gained population density (+0.6% and an AGR of built-up of +6.5%). Melipilla and Maipo were the subregions with the highest decrease in the AGR of population density (-3.1% and -2.7%) that coincided with a high AGR of built-up (+6.2%) inside the UGB. Whereas, Chacabuco had the higher AGR of built-up inside the UGB and the second-highest rate of population density decrease (+8.9% vs. -1.8%). On the other hand, in the non-urban area, all the subregions decreased their population density at a higher rate than the urban area, highlighting Maipo and Talagante, which showed the highest AGR of built-up (+23.9% and +21%, respectively) while they also showed the higher AGR in losing population density (-16.6% and -14.2%, respectively).

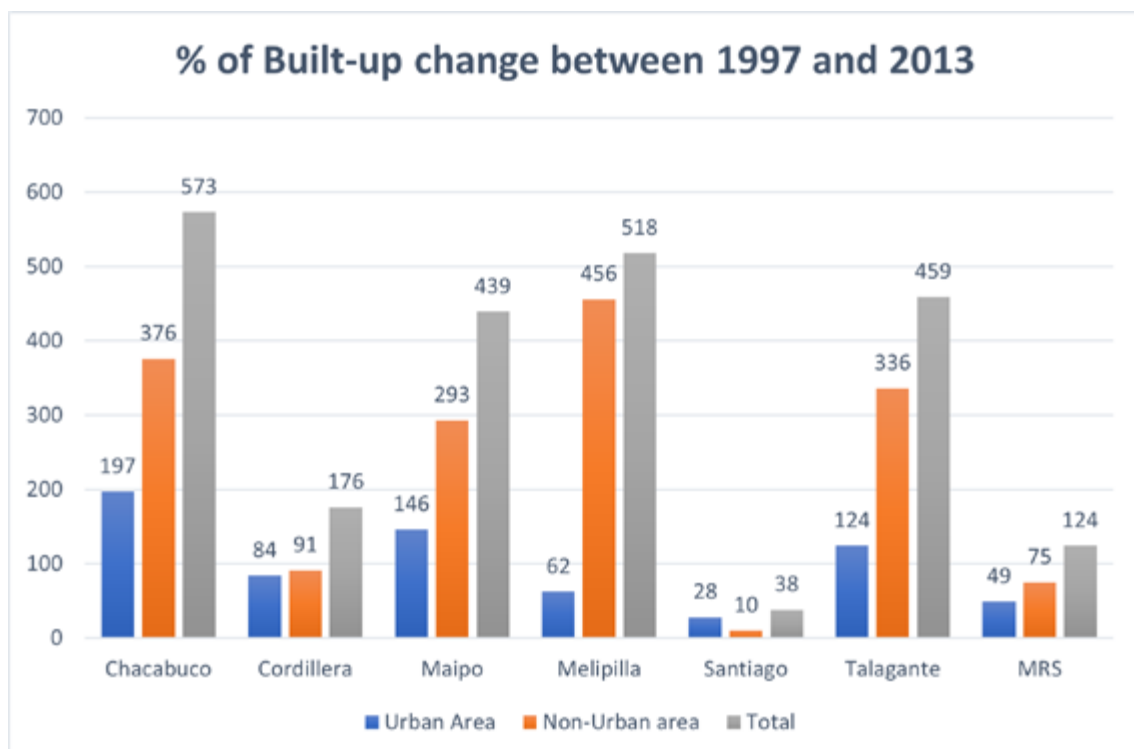


Figure 4 Percentage (%) of built-up change between 1997 and 2013 in the MRS and the subregions, according to the urban growth boundary (UGB) of the PRMS.

4.1.4. Discussion

4.1.4.1 The urban expansion process in MRS

As we expected, our findings show how the urban area in the Metropolitan Region of Santiago (MRS) expanded between 1997 and 2013, as seen in other studies based in this region (De Mattos et al., 2004; Fuentes & Pezoa, 2018; Jiménez et al., 2018). This territory has especially expanded the built-up area and decreased its population density in its peri-urban areas (Heinrichs & Nuissl, 2015), following similar sprawling patterns to other Latin-American cities in Mexico, Argentina, and Brazil (Heinrichs & Nuissl, 2015; Menzori et al., 2021). Besides, it was less dense than other Latin American cities, such as Bogotá or Lima but similar to Buenos Aires (Yunda & Sletto, 2020).

The annual growth rate of built-up area in this region was particularly accelerated in the period of study, by doubling the annual growth rate of the 1980s or 1990s (Petermann, 2006). However, there exist differences at the subregional level. As seen in previous studies (De Mattos, 2010; Fuentes & Pezoa, 2018), the higher growth rates (+11%) were detected in the 4 subregions located in the peri-urban metropolitan areas: Chacabuco, Melipilla, Maipo, and Talagante. Among these, Chacabuco, located in the north, was the subregion with the highest annual growth rate of built-up expansion, most of this, due to the development of privately-promoted low-density urbanizations allowed by the DL 3,516 Act and the expansion of the highway network in the region (Naranjo, 2009; Vicuña, 2017). The subregions of Cordillera and Santiago showed an annual growth rate at slower paces for two reasons as other studies had documented (De Mattos, 2010; Puertas et al., 2014). In the case of the Cordillera subregion, the lower growth rate can be explained by the fact that the Andean Mountains operate as a natural barrier adding to the fact that the PRMS restricts all construction above an elevation of 1000 m.a.s.l (Puertas et al., 2014). On the other hand, the Santiago subregion concentrates the consolidated urban zone, characterized by vertical growth and densification (Fuentes & Pezoa, 2018; Vicuña, 2020). In general terms, there was a population density loss in the whole region, accounting for the trend identified in other studies exploring its urban growth patterns (De Mattos et al., 2004; Naranjo, 2009). This coincides with the fact that the four subregions that expanded at the highest rate were those that also lost density at the highest rate: Melipilla, Maipo, Talagante, and Chacabuco.

4.1.4.2 The effectiveness of the Urban growth boundary in the MRS

When focusing on the role of the urban growth boundary (UGB) established by PRMS, findings in this study have shown that the growth of built-up in the MRS mainly occurs in the non-urban area (75%) compared to the urban area (49%), with similar or even higher than the forecasted in previous studies (Hernández-Moreno & Reyes-Paecke, 2018; Puertas et al., 2014). In this line of thought, it can be said that the PRMS proved to have not successfully controlled the urban expansion in the MRS. Moreover, other studies even claim that the UGB strategy could promote further urbanization in the way of “leapfrog” development (Silva & Ma, 2021; Zhang et al., 2017).

In the MRS and other Latin-American urban areas such as Bogota, Buenos Aires o Sao Paulo, the implementation of a UGB has been debated, highlighting the negative impacts on the prices of land and its inability to reduce urban growth (Menzori et al., 2021; Silva & Ma, 2021; Vicuña, 2017). In these areas, urban expansion occurs beyond the allowed limits through the construction of informal settlements characterized by a shortage of infrastructure services and limited public services (Yunda & Sletto, 2020). In addition, privately promoted clusters of single-family housing condominiums with controlled access aimed at middle- or high-income families beyond the UGB limits occur (Hidalgo, 2004; Yunda & Sletto, 2020), and are facilitated by the construction of highways that enhanced car accessibility and the potential new land valuation (De Mattos et al., 2004; Hidalgo & Borsdorf, 2007; Vicuña, 2013).

The main reason behind the inability to control urban growth in the non-urban area in the MRS is the State itself which establishes a “planned urban expansion” (Barton & Ramírez, 2019; Jiménez et al., 2018; Pagliarin, 2018). The built-up expansion in the non-building zone in the MRS is allowed by the State, establishing different regulatory mechanisms that allow the uncontrolled expansion. In this sense, studies identified them as “regulatory weakness” (Silva & Vergara-Perucich, 2021, p. 16; Vicuña, 2013). Furthermore, other studies state that built-up expansion is hence not necessarily an “un-planned phenom, but rather a different planned local and regional land-use strategy” (Pagliarin, 2018, p. 3650). Four norms that produce these “regulatory weaknesses” and promote urban expansion in the non-urban area have been identified. First, Decree-Law #3,516 of 1980 regarding rural properties allows the subdivision of rural properties into lots of 0.5 Ha each known as agricultural plots, allowing low-density urban development beyond the urban

boundary, especially in Chacabuco and Maipo subregions (De Mattos et al., 2004; Naranjo, 2009; Vicuña, 2013). In this regard, this type of regulation allows low-densities houses in rural areas, to consume natural habitats greater than compact developments, similarly to the case of Seattle, USA (Robinson et al., 2005). Second, the modification of the PRMS in 1997 by incorporating the concept of “planning with conditions” in Chacabuco, allowed the converting of non-urban areas into urban areas, especially agricultural land (Jiménez et al., 2018; Vicuña, 2013). Third, the urbanism and constructions general law (Article #55, General Law of Urbanism and Construction, Ministry of Housing and Urban Planning, MINVU), allowed the construction of social housing outside the urban limit, opening up the real estate sector offers of land that was banned at the time (Jiménez et al., 2018). Finally, the same PRMS in Article #8 related to the “macro area excluded for urban development” (non-building zone), allows the subdivision of agricultural land into lots of 4 Ha with a house for each lot, also allowing to install of public housing complexes for low-income households, allowing to place industrial development with some conditions, and finally to place specific equipment and infrastructure in the non-building zone (Vicuña, 2013).

The PRMS, through its UGB, showed less capacity to control the urban expansion inside the urban area than other most successful plans executed in Oregon, China, or Switzerland, receiving more built-up developments inside the building zone than outside (Dempsey & Plantinga, 2013; Gennaio et al., 2009; Shao et al., 2020). Bearing in mind that there exist sociodemographic and urban planning differences between the MRS and North American or European urban areas such as higher pace of urban growth acquires, the rates of rural-urban migration, together with the type of construction that occurs (informal or self-built housing in the peri-urban areas) (Heinrichs & Nuissl, 2015; Yunda & Sletto, 2020), certain aspects of successfully applied UGBs could help explain the inability to control urban growth of the PRMS. The UGB in the MRS was modified three times in less than 20 years, increasing the surface of the planned buildable urban area, which reflects that it was not able to contain the accelerated urban growth (Hidalgo & Borsdorf, 2007). However, the UGB applied by the State of Oregon established a 20-year horizon to urban growth, which helped meet population growth for the planned period as it also happened in Zurich through the Swiss Land Use Plan (Dempsey & Plantinga, 2013; Gennaio et al., 2009; Nelson & Moore, 1993). The State of Oregon also established local plans with explicit and coherent objectives that provide clear guidelines for building developments. In addition, the containment strategy was reinforced with a housing policy that achieved affordability in central areas and access to adequate

transportation infrastructure. In addition, a law prohibiting development beyond the boundary, except for some supplementary agricultural and forestry zoning, was passed also protecting land reserves for future urban development (Dempsey & Plantinga, 2013; Nelson & Moore, 1993).

This study is not without limitations. There exists a challenge related to the availability of official land cover data from public institutions such as CONAF. In this sense, in the period 1997-2013, we identified changes in the used methodology of remote sensing of land cover, which may explain why there are differences in some categories of cover changes such as wetlands. In addition, CONAF prepared the land cover map using different remote sensing technologies at different temporal and spatial resolutions, which may influence the results obtained. Moreover, more updated spatial information is needed since CONAF's land cover classification has not been renovated since 2013. It is of key importance to have standardized and periodically published public land cover quality data to implement efficient and well-designed urban planning tools and decision-making processes. In this regard, the built-up category used in this study remained equally calculated in the selected period and has been supported by the land use land cover literature, being useful to quantify the built-up expansion in the building and non-building zone in the MRS. This study contributes to spatial planning literature, being one of the few pieces of evidence exploring the effectiveness of UGBs in global south cities, putting the focus on a region with a particularly accelerated urban growth and which had not been previously analyzed from this perspective (Puertas et al., 2014). Although urban expansion and sprawl related to the MRS have been widely documented in the literature, the main contribution of this study was to analyze the effectiveness of the UGB of the PRMS as an urban containment tool by quantifying the newly built developments inside and outside the urban buildable area.

4.1.5 Conclusions

This study has quantified urban expansion and its relationship with density changes in the Metropolitan Region of Santiago (MRS), Chile, between 1997 and 2013 at both regional and subregional levels. In addition, the effectiveness of the strategy of the Regulatory Plan of the Metropolitan Region of Santiago (PRMS) to control built-up growth through the application of an urban growth boundary has also been analyzed, by comparing the actual new built-up areas with the urban and non-urban areas established in the Plan. The results showed that urban expansion in this region was particularly accelerated in the study period with remarkable increases in the built-up of the MRS at both the regional and subregional levels. This urban expansion occurred at a higher rate outside the urban growth boundary (non-urban area) than inside (urban area), showing the ineffectiveness of this regional and urban planning tool established by the PRMS. In addition, we note that for both the entire region and subregions, the evidenced reduction in population density, especially in the non-urban area, confirms the presence of sprawling patterns, which, consequently, has led to a loss of agricultural and vegetative land for the period studied.

This study has provided evidence of how planning instruments that present a normative weakness, that is, regulations that allow urbanization beyond the limit, can enhance urban sprawl rather than control it. To better understand the urban growth boundary as a containment strategy, future studies should consider the “regulatory weakness” problem during the implementation of land use instruments and why they occur. Moreover, it is necessary to analyze in depth what kind of new built-up areas and their spatial patterns occur beyond the urban growth boundary. Besides, we identified which land-use regulations allow this, such as the DL 3,516 that allows single-family housing in non-urban areas.

Future studies should analyze the phenomenon of urban sprawl beyond the urban growth boundary, using a smaller scale of analysis through more standardized and updated remote sensing information. In addition, future studies should delve deeper into the role of regulatory and urban planning factors in the orientation and densification of new urban developments, to overcome the regulatory weaknesses identified in the Chilean case. Especially in the cities of the global south, due to their rapid expansion and the promotion of neoliberal reforms in recent decades.

The identified regulatory mechanisms have been shown to contradict the main objective of the PRMS and the UGB strategy, which is to promote a compact city. To avoid the negative socioeconomic and environmental consequences of uncontrolled urban growth, urban planners and decision-makers must increase efforts to work towards the development of clear regulations and planning tools that promote compact urban growth in metropolitan regions. In this regard, authorities should develop planning tools that prohibit low-density developments outside the UGB and promote a process of balancing permitted and actual densification, as well as promoting densification of developments in already-built areas within the UGB. In addition, they should facilitate housing affordability in core areas through housing policies that complement the UGB strategy with adequate access to transportation infrastructure, as in the case of Oregon.

4.2 Estudio de caso 2: Expansión urbana más allá del límite urbano: un análisis de Santiago de Chile desde la planificación urbana y sus contradicciones normativas territoriales.

IEURE

VOL 50 | Nº 150 | MAYO 2024 | pp. 1-22 | ARTÍCULOS | ©EURE

Expansión urbana más allá del límite urbano: un análisis de Santiago de Chile desde la planificación urbana y sus contradicciones normativas territoriales

Juan Pablo Schuster-Olbrich. Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España.
Guillem Vich †. Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España.
Carme Miralles-Guasch. Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España.

RESUMEN | El crecimiento urbano de las metrópolis latinoamericanas ha adoptado diferentes patrones espaciales e intensidades; entre ellos, una forma urbana que se da en expansión y crece hacia fuera del núcleo de la ciudad. Para hacer frente a las consecuencias negativas de tal crecimiento, los Estados han establecido políticas destinadas a controlar y orientar el desarrollo urbano expansivo, principalmente a través de la planificación urbana y la regulación del suelo. Este estudio analiza el rol de la planificación y normativa urbana en la expansión de la ciudad de Santiago de Chile entre 1997 y 2013, utilizando para ello mapas de cobertura, la zonificación establecida por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago y una revisión de la normativa aplicable. Se demuestra que la ciudad se expande en aquellas zonas declaradas como no urbanas por el Plan, proceso en que el Estado desempeña un rol activo al establecer normas que permiten expandir la ciudad, produciendo contradicciones normativas territoriales.

Schuster-Olbrich, J. P., Vich, G., & Miralles-Guasch, C. (2024). Expansión urbana más allá del límite urbano: un análisis de Santiago de Chile desde la planificación urbana y sus contradicciones normativas territoriales. *Eure*, 50(150), 1–22. <https://doi.org/10.7764/eure.50.150.08>

JCR (2023): Impact factor = 0.6, Journal Rank= Q4 (Urban Studies)

4.2.1 Introducción

El crecimiento urbano se ha caracterizado principalmente por dos tipos de patrones espaciales: el que tiene lugar dentro de los límites de zonas ya urbanizadas, como el vertical; y aquel que escapa del núcleo de la ciudad, extendiéndose a saltos y disperso en el territorio (Inostroza et al., 2013). Esta última modalidad –crecimiento urbano en expansión y disperso– constituye un fenómeno sin precedentes, que se ha presentado en las metrópolis latinoamericanas principalmente desde la década de los setenta (Cruz-Muñoz, 2021; Hernández-Moreno & Reyes-Paecke, 2018). Se trata de un proceso de metropolización de las antiguas ciudades caracterizado por la pérdida de población en la urbe central y un aumento de la misma en sus bordes (De Mattos, 2010; Hardoy, 1977). Dicho proceso de expansión y dispersión urbanas ha generado múltiples consecuencias negativas, como el consumo de tierra agrícola y forestal, la pérdida de biodiversidad y también el aumento de la segregación socioespacial (Cadenasso et al., 2007; Huang et al., 2018). En el marco del proceso señalado, esto es, la expansión de las ciudades a nivel mundial, incluidas las metrópolis latinoamericanas, han surgido estrategias para controlar, orientar y mitigar el crecimiento urbano expansivo y sus efectos negativos, principalmente a través de la planificación urbana (Gennaio et al., 2009; Schuster Olbrich et al., 2022; Shao et al., 2020).

La planificación urbana es una herramienta de la administración pública que tiene como objetivo gestionar el desarrollo urbano y las actividades humanas en el entorno físico (Mu et al., 2016), dirigiendo la escala, el ritmo y la forma de la urbanización (Seto et al., 2010). Sin embargo, con la introducción de agendas económicas neoliberales en la mayoría de países del mundo, los Estados han promovido cambios institucionales y regulatorios para promover las leyes del mercado, estableciendo una liberalización de la economía y, en lo que se refiere al desarrollo urbano, una desregulación del suelo (De Mattos, 1999).

Un amplio espectro de literatura científica en los campos de la geografía y los estudios urbanos ha documentado el crecimiento urbano en expansión y disperso a nivel mundial (D'Amour et al., 2017; Seto et al., 2012), y el desarrollo urbano de baja densidad en áreas periurbanas de las metrópolis, también a nivel mundial (Heinrichs et al., 2009; Hidalgo, 2004; Naranjo, 2009). En este sentido, se han identificado múltiples factores que pueden promover dichas modalidades de crecimiento urbano, como los físicos, socioeconómicos y político-institucionales (Pagliarin, 2018). Si bien es en este tipo de aspectos que se ha centrado la literatura, y menos

en aquellos de carácter político-institucional (D'Amour et al., 2017; Hernández-Moreno & Reyes-Paecke, 2018), el presente artículo se enfoca específicamente en el rol de la planificación urbana y de la regulación en el crecimiento urbano expansivo (Silva & Vergara-Perucich, 2021). Se trata de aspectos que suelen omitirse en muchos análisis sobre el crecimiento urbano, aunque su papel puede llegar a ser determinante al limitar o promover el crecimiento urbano expansivo, y ello en contra de los objetivos para los que los instrumentos regulatorios fueron diseñados (Booth, 2016). Es por esto que se sugiere un mayor enfoque en comprender las complejas relaciones político-económicas y el derecho que regulan el espacio urbano (Andrews & McCarthy, 2014; Jepson, 2012). En esa línea, este estudio se enfoca también en el rol del Estado en la promoción del crecimiento urbano expansivo, dada su responsabilidad en la elaboración de leyes y normativas regulatorias y en la planificación urbana (Barton & Ramírez, 2019; Jiménez et al., 2018; Vicuña, 2013).

En el presente artículo se analiza el rol de la planificación y de la normativa urbana en la expansión de la ciudad de Santiago de Chile entre 1997 y 2013. En primer lugar, se examina el estatuto normativo del suelo vigente en Chile, teniendo el foco en su alcance y regulación del ámbito urbano y rural en función de la planificación urbana existente. En segundo lugar, analizamos la herramienta principal que limita y busca controlar la expansión del crecimiento urbano, definida como el Área Excluida o Restringida para el Desarrollo Urbano establecida por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) de la Región Metropolitana de Santiago¹, cuantificando para ello las áreas edificadas emplazadas entre 1997 y 2013 en dicha zonificación. Finalmente, identificamos y analizamos otras normativas que han permitido la urbanización más allá del límite urbano establecida por dicho Plan, cuestionando el alcance de su objetivo.

¹Véase Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / Bcn, Resolución 20. Aprueba Plan Regulador Metropolitano de Santiago. Gobierno Regional Región Metropolitana de Santiago. Promulgación, 6 oct. 1994. Última versión, 14 sept. 2019. <https://bcn.cl/2nfxs>

4.2.1.1 Expansión urbana y el rol de la planificación urbana en las metrópolis latinoamericanas

La expansión urbana y dispersa, denominada también “*urban sprawl*”, ha dominado el desarrollo urbano de las áreas urbanas a nivel mundial desde mediados del siglo XX (Inostroza et al., 2013; Nechyba & Walsh, 2004; Viana et al., 2019). Este proceso de expansión, aunque se establece de manera generalizada durante el siglo XX, ocurre con diferente intensidad. Por un lado, se presenta con mayor fuerza a mediados de siglo en las ciudades estadounidenses y europeas; por otro lado, en las metrópolis latinoamericanas, aunque existe una larga data de crecimiento inclusive antes de la industrialización, la expansión ocurre de manera más intensiva a partir de la década de los setenta (Barton & Ramírez, 2019; Geisse, 1977; Hardoy, 1977; Seto et al., 2010). En este sentido, la literatura ha identificado un cambio de tendencia desde un proceso caracterizado por una urbanización más bien informal en la periferia, que prevalecía a mediados del siglo XX, a una nueva lógica de urbanización que promueve desarrollos urbanos formalmente establecidos (Cruz-Muñoz, 2021; Heinrichs et al., 2009). Así, en Latinoamérica ha proliferado un proceso de transformación socioespacial caracterizado, por ejemplo, por la generación de barrios cerrados o condominios en São Paulo o Ciudad de México, Santiago de Chile, Buenos Aires, y también por la presencia de nuevos procesos de desarrollos suburbanos más allá de los bordes promovidos por las políticas urbanas (De Mattos et al., 2014; Heinrichs & Nuissl, 2015; Hidalgo Dattwyler et al., 2003; Parnreiter, 2005; Yunda & Sletto, 2020).

En términos generales, la forma urbana se encuentra intencionalmente impulsada por la planificación urbana (Inostroza et al., 2013). Así, la planificación urbana es concebida “como una herramienta para la toma de decisiones y acciones tendientes a promover y maximizar el bienestar de una sociedad en proceso de transformación” (Monti, 2020, p. 32), siendo la directriz básica de la planificación urbana la de gestionar la forma de la ciudad (Lacerda et al., 2000). En el caso de América Latina, los primeros intentos de planificación se dan en los años cuarenta, en la búsqueda de disminuir las desigualdades presentes en la concentración de población y actividades económicas, con las primeras leyes y políticas en la materia promulgadas durante los años setenta (Rodríguez, 2020). En esta línea se han conceptualizado de diversas formas la planificación urbana, la planificación territorial o el ordenamiento territorial, estando todos estos conceptos íntimamente relacionados con matices de la escala de planificación y ejecución (Ornés, 2009).

Para controlar y hacer frente a las consecuencias de la expansión urbana rápida, de baja densidad y dispersa, o *“urban sprawl”*, en las últimas décadas se han desarrollado instrumentos de planificación urbana basados en estrategias de compactación, con el objetivo de promover formas urbanas más sostenibles (Gennaio et al., 2009). A partir de los años setenta, las ciudades del Norte global comenzaron a generar políticas de compactación a través de límites urbanos y zonificaciones, originalmente diseñadas para las denominadas *“sprawling cities”* en Estados Unidos, y que fueron posteriormente adoptadas por ciudades del Sur global. Sin embargo, dichas estrategias de compactación, que buscaban promover la densidad como una forma más sostenible de ocupación del territorio y establecidas a través de la planificación urbana, se insertaron en el Sur global en un contexto de globalización, reestructuración económica y neoliberalización (Yunda & Sletto, 2020). La literatura relacionada ha debatido si efectivamente la expansión urbana tipo *“sprawl”*, o dispersa, es un fenómeno no deseado por la planificación (Ahani & Dadashpoor, 2021), o bien ha sido establecida como una estrategia de uso de suelo promovida por el Estado (Barton & Ramírez, 2019), definida como una *“planificación pero de forma diferente”* (Pagliarin, 2018). En esta línea, se ha conceptualizado el crecimiento urbano disperso como *“espontáneo”, “no regulado”* o *“no planificado”* (Barton & Ramírez, 2019; Tsilimigkas et al., 2018; Viana et al., 2019). Otros estudios sostienen que los procesos de *“sprawl”* o de dispersión urbana se explican por una escasa aplicación de la zonificación y las regulaciones del uso del suelo –también denominadas *“debilidades regulatorias”*–, que permiten que se produzca un crecimiento descontrolado (Edadan, 2015; Silva & Vergara-Perucich, 2021). Por otro lado, se indica que estos procesos pueden deberse también a que sea el propio Estado el que promueve tal patrón de crecimiento a través de la planificación o los mecanismos regulatorios que implementa, como sucede en el caso de Santiago de Chile, donde regiría un modelo denominado *“la normatividad de la ciudad difusa”* (Jiménez et al., 2018, p. 27); o bien según ocurre en otras metrópolis, como Barcelona o Milán, promovidas por una planificación local con efectos metropolitanos (Pagliarin, 2018).

4.2.1.2 Reformas neoliberales y desregulación del suelo

Desde los años setenta en Latinoamérica, y de manera heterogénea, las agendas neoliberales de algunos gobiernos han ido estableciendo políticas públicas orientadas hacia la liberalización de la economía y la desregulación del suelo (De

Mattos et al., 2004; Lord & Tewdwr-Jones, 2014). En este contexto, la planificación urbana se ha regido por objetivos e intereses distintos, y las nuevas corrientes de planificación urbana han recibido diferentes denominaciones, tales como “urbanismo neoliberal” (Brenner & Theodore, 2002), “urbanismo pro empresarial” (López-Morales et al., 2012), “nueva gestión pública” (Barton & Ramírez, 2019; Gerber, 2016; Olesen, 2014), “planificación urbana neoliberal” (Baeten, 2012), “ciudad neoliberal” (Brand, 2009). A través de las reformas implementadas a partir de tales enfoques, la planificación urbana se desvinculó de su función social para convertirse en un pilar fundamental de la economía, dándose una coevolución y compleja relación entre planificación urbana y neoliberalismo (Jiménez et al., 2018; Olesen, 2014). En este proceso, la planificación urbana pasó de ser un mecanismo regulador del mercado a constituirse en facilitador del mismo, un instrumento orientado a la promoción del crecimiento económico (Blomley, 2017; Gunder et al., 2018). Si el objetivo original fundamental de la planificación urbana, ejercida a través de una serie de regulaciones espaciales, era el interés público, bajo la agenda neoliberal dicha función pública retrocede (Lord & Tewdwr-Jones, 2014). Y en este contexto el Estado no se limita a perder poder, sino que adquiere un papel proactivo en la introducción de los principios del mercado en la planificación a través de reformas normativas locales, nacionales e internacionales (Baeten, 2012; Eraydın, 2012; Gunder et al., 2018).

Una característica de este papel más proactivo del Estado en su relación con el mercado se ejerce, según Castree (2008), a través de los procesos de desregulación del suelo. Este mecanismo puede ser visto como un retroceso del Estado y sus funciones en el ámbito de planificación urbana, manifestado en la apertura a una mayor autonomía de funcionamiento de los actores privados y el establecimiento de una regulación menos restrictiva en la materia. Además, en esa línea el Estado puede promover una “re-regulación”, entendida como políticas y normativas que faciliten la privatización y mercantilización de más ámbitos de la vida social y ambiental (Castree, 2008). Al respecto, la planificación urbana y las políticas neoliberales no necesariamente se contradicen, ya que el neoliberalismo no es sinónimo de anti-planificación per se, sino que establece una arquitectura geoinstitucional específica para promover su apoyo irrestricto al mercado (Allmendinger & Haughton, 2013). Existiría, entonces, una hibridez entre la desregulación del suelo y un rol activo por parte del Estado en el mantenimiento de regulaciones urbanas que promueven el mercado (Brenner & Theodore, 2002; Mansfield, 2004). Se ha considerado así que, bajo los principios de la Escuela de Chicago, la desregulación era en sí misma una “forma planificada”, según la cual el crecimiento disperso estaría conectado con la

regulación y con la desregulación del suelo (Barton & Ramírez, 2019, p. 4). Es por esto que la planificación urbana, según definida en estas agendas, no es simplemente la antítesis a la regulación, sino que establece un modo de gobierno adaptativo, cambiante y contradictorio (Kayasü & Yetiskul, 2014; Peck, 2010). Así, la idea de contradicción ha sido un tema importante de los estudios sobre el neoliberalismo (Harvey, 1989; Vicuña, 2013). En este sentido, el proceso de neoliberalización de la planificación urbana está plagado de contradicciones normativas referentes al espacio, principalmente cuando las políticas y normas urbanas establecen objetivos opuestos en su contenido, o cuando existe un solapamiento espacial que agrava la discrepancia entre distintos objetivos, y las políticas y normas superiores socavan las del nivel inferior (o viceversa), perjudicando la mejora del entorno construido y natural (Baeten, 2012; Gunder et al., 2018).

4.2.1.3 Planificación urbana en Chile

En Chile, el territorio y su ordenación se rencuentran regulados por múltiples cuerpos jurídicos parciales en función de requerimientos específicos (Márquez Poblete & Veloso Pérez, 2020), y no se reflejan en un solo instrumento preciso (Precht et al., 2016). Por una parte, existen normas que tienen incidencia en la ordenación territorial al incorporar diversas normativas, como el Código de Minería, el DI 3516 sobre predios rústicos, el DI 1939 sobre saneamiento de la pequeña propiedad raíz, entre otras (Arenas, 1998; Baeriswyl, 2001; Mansilla, 2013; Márquez Poblete, 1999). Por otra parte, la legislación chilena establece, a través de la Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC)² y la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC)³, la regulación específica de la Planificación Urbana (PU), integrando los instrumentos de ordenamiento de carácter estricto⁴ (Precht et al., 2016). Es decir, la Planificación Urbana se encuentra inserta en un sistema jurídico integrado por múltiples normas, denominado inclusive como “selva normativa” (Sierra, 2006, p. 310), estando condicionada por el marco constitucional y el orden de valores que este establece (Cordero, 2011; Vicuña & Schuster, 2021).

²Véase Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / Bcn, Decreto 458 | DFL 458 Aprueba Nueva Ley General de Urbanismo y Construcciones. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Promulgación, 18 dic. 1975. Última versión, 7 jul. 2003. <https://bcn.cl/2f7k6>

³Véase Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / Bcn, Decreto 47 Fija nuevo texto de la Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Promulgación, 5 jun. 1992 Última versión, 15 mayo 2023. <https://bcn.cl/2f7a9>

⁴“Instrumentos que buscan, de alguna u otra forma, que la utilización del territorio no obedezca a una suma de actos espontáneos y desconectados entre sí, sino a la materialización de un proyecto colectivo, y cuyas directrices se vayan plasmando en instrumentos de ordenamiento territorial de jerarquía inferior, si corresponde” (Precht et al., 2016).

La Planificación Urbana es definida por la legislación como “el proceso que se efectúa para orientar y regular el desarrollo de los centros urbanos en función de una política nacional, regional y comunal de desarrollo socioeconómico” (art. 27 LGUC). Se materializa a través de los instrumentos de planificación territorial, existiendo al respecto tres niveles: nacional, intercomunal y local⁵, y una relación de jerarquía entre dichos instrumentos en orden de mayor a menor escala geográfica (art. 28 LGUC). La Planificación Urbana Nacional se ejerce a través de la Política Nacional de Desarrollo Urbano, instrumento de carácter indicativo. Posteriormente, a escala intercomunal (o metropolitana, según sea el caso), es ejercida a través de las secretarías ministeriales de Vivienda y Urbanismo, de nivel regional, mediante la elaboración de Planes Reguladores Intercomunales (o Metropolitanos, según sea el caso). La planificación urbana intercomunal es un instrumento de carácter normativo (vinculante) y que “regula el desarrollo físico de las áreas urbanas y rurales de diversas comunas que, por sus relaciones, se integran en una unidad urbana. Cuando la unidad sobrepasa los 500.000 habitantes le corresponderá la categoría de unidad metropolitana” (art. 34 LGUC). Finalmente, a escala local se ejerce a través de los Municipios a partir del Plan Regulador Comunal, de carácter normativo, y se define como “aquella que promueve el desarrollo armónico del territorio comunal, en especial de sus centros poblados, en concordancia con las metas regionales de desarrollo económico-social”.

4.2.2 Expansión urbana en la Región Metropolitana de Santiago

La Región Metropolitana de Santiago de Chile (RMS), donde radica la capital del país, Santiago, se ha caracterizado fuertemente los últimos cuarenta años por un crecimiento urbano expansivo y disperso, el cual ha sido documentado ampliamente por la literatura académica (De Mattos, 1999; Ducci, 1998; Fuentes & Pezoa, 2018; Schuster Olbrich et al., 2022), siguiendo la misma tendencia de muchas metrópolis latinoamericanas (Montoya-Tangarife et al., 2016).

⁵Antes de la Ley 21074 era a cuatro niveles, porque el Plan de Ordenamiento Territorial (PROT) derogó la planificación urbana regional establecida en el denominado Plan Regional de Desarrollo Urbano (PRDU), aunque los niveles existentes siguen vigentes hasta que no se promulguen los PROT.

4.2.2.1 Región Metropolitana de Santiago de Chile y las Áreas Excluidas al Desarrollo Urbano en el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS)

Para controlar el crecimiento urbano de la Región Metropolitana de Santiago (RMS), el instrumento rector que orienta su desarrollo es el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS), el cual entró en vigor el año 1994. Un elemento clave en materia de regulación espacial es que la Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC) y la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) distinguen entre territorio urbano y rural, separándolos por un límite, definido como la “línea imaginaria que delimita las áreas urbanas y de extensión urbana que conforman los centros poblados, diferenciándolos del resto del área comunal” (art. 52). En ese sentido, el territorio ubicado más allá del límite urbano, o bien donde no exista un límite urbano establecido a través de un instrumento de planificación territorial, se entiende como suelo rural, siendo esa la regla general en Chile (Cordero, 2011). Para lo anterior, el art. 55 LGUC establece la norma relativa al suelo rural en Chile, al señalar que “fuera de los límites urbanos establecidos en los Planes Reguladores no será permitido abrir calles, subdividir para formar poblaciones, ni levantar construcciones”, permitiéndose recibir las nuevas edificaciones y construcciones solo dentro del área urbana delimitada para dichos efectos.

Tabla 4 Regulación del suelo: área urbana y rural en Chile

Normativa		Área Urbana	Área Rural
LGUC	57; 55	“El uso del suelo urbano en las áreas urbanas se regirá por lo dispuesto en los Planes Reguladores, y las construcciones que se levanten en los terrenos serán concordantes con dicho propósito”	<p>“Fuera de los límites urbanos establecidos en los Planes Reguladores no será permitido abrir calles, subdividir para formar poblaciones, ni levantar construcciones” con determinadas excepciones:</p> <p>Complementar alguna actividad industrial con viviendas.</p> <p>Dotar de equipamiento a algún sector rural.</p> <p>Habilitar un balneario o campamento turístico</p> <p>Construcción de conjuntos habitacionales de viviendas sociales o de viviendas de hasta un valor de 1.000 unidades de fomento, que cuenten con los requisitos para obtener el subsidio del Estado.</p>
OGUC	1.1.2	“Superficie del territorio ubicada al interior del límite urbano, destinada al desarrollo armónico de los centros poblados y sus actividades existentes y proyectadas por el instrumento de planificación territorial”	“Territorio ubicado fuera del límite urbano”

OGUC	2.1.7	<p>El Plan Regulador Intercomunal dispone de las siguientes atribuciones en el área urbana:</p> <p>“a) La definición de los límites de extensión urbana, para los efectos de diferenciar el área urbana del resto del territorio, que se denominará área rural;</p> <p>b) la clasificación de la red vial pública;</p> <p>c) terrenos destinados a vías expresas,</p> <p>d) definir normas urbanísticas³ para las edificaciones e instalaciones a infraestructuras y actividades productivas;</p> <p>e) densidades promedio y/o máximas;</p> <p>f) definición de uso de suelo verde y de área de riesgo;</p> <p>g) el reconocimiento de áreas de protección de recursos de valor natural y patrimonial cultural”</p>	<p>El Plan Regulador Intercomunal dispone de las siguientes atribuciones en el área rural:</p> <p>“a) La definición de las áreas de riesgo o zonas no edificables de nivel intercomunal;</p> <p>b) El reconocimiento de áreas de protección de recursos de valor natural y patrimonial cultural;</p> <p>c) La definición de subdivisión predial mínima en el caso cuando corresponde a un Plan Regulador Metropolitano;</p> <p>d) Establecer los usos de suelo, para los efectos de la aplicación del artículo 55° LGUC”</p>
------	-------	---	--

³ Art. 166 inciso sexto (LGUC): “Se entenderá por normas urbanísticas aquellas contenidas en esta ley, en su Ordenanza General y en los instrumentos de planificación territorial que afecten a edificaciones, subdivisiones, fusiones, loteos o urbanizaciones, en lo relativo a los usos de suelo, cesiones, sistemas de agrupamiento, coeficientes de constructibilidad, coeficientes de ocupación de suelo o de los pisos superiores, superficie predial mínima, alturas máximas de edificación, adosamientos, distanciamientos, antejardines, ochavos y rasantes, densidades máximas, estacionamientos, franjas afectas a declaratoria de utilidad pública y áreas de riesgo o de protección”.

OGUC	2.1.24	<p>Define los usos de suelo que deben definir los instrumentos de planificación territorial:</p> <p>Residencial.</p> <p>Equipamiento.</p> <p>Actividades Productivas.</p> <p>Infraestructura.</p> <p>Espacio Público.</p> <p>Área Verde.</p>	<p>Define los usos de suelo para efectos del artículo 55 LGUC:</p> <p>Complementar alguna actividad industrial con viviendas.</p> <p>Dotar de equipamiento a algún sector rural.</p> <p>Habilitar un balneario o campamento turístico</p> <p>Construcción de conjuntos habitacionales de viviendas sociales o de viviendas de hasta un valor de 1.000 unidades de fomento, que cuenten con los requisitos para obtener el subsidio del Estado</p>
PRMS	2.2.2	<p>“Establece el “Área Urbana Metropolitana”:</p> <p>Es el área urbana, destinada a acoger el crecimiento de la población urbana y sus actividades”.</p>	<p>“Establece el “Área Restringida o Excluida al Desarrollo Urbano”:</p> <p>“Aquel territorio de las comunas comprendidas en el Plan, que no ha sido definido como Área Urbana Metropolitana y en el que sólo se aceptará el emplazamiento de las actividades urbanas expresamente señaladas en el Título 8º de la Ordenanza. Define área de riesgo, áreas de valor natural y áreas de resguardo de infraestructura metropolitana (transporte, sanitario, energético, gran minería).”</p>

Fuente: Elaboración propia en base a la LGUC, OGUC y PRMS.

Es en el área urbana donde se produce el mayor grado de intervención administrativa, zonificando los tipos de suelo (residencial, equipamiento, actividades productivas, infraestructura, espacio público y área verde, conforme al art. 2.1.24 OGUC) para las diferentes actividades permitidas (Cordero, 2011) (Tabla 4). Sin embargo, el área rural se encuentra en una situación de “ausencia de un instrumento de ordenamiento territorial del espacio rural orgánico, es decir, un cuerpo jurídico ordenado y conexo que entregue facultades de planificación y regulación de los espacios rurales” (Márquez Poblete & Velsos Pérez, 2021, p. 163), existiendo además otras normas jurídicas con impacto territorial en dicho espacio como el Código de Minería, Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Jiménez et al., 2018).

El PRMS establece, en su art. 2.2.2 de la ordenanza, el “Área Urbana Metropolitana” dentro del límite urbano, y el “Área Restringida o Excluida al Desarrollo Urbano” fuera de dicho límite, en su título 8, definiendo tres áreas a través de la zonificación de territorio (Vicuña, 2017): Áreas de Alto Riesgo para Asentamientos Humanos (art. 8.2), Áreas de Valor Natural y/o de Interés Silvoagropecuario (art. 8.3) y Áreas de Resguardo de Infraestructura Metropolitana (art. 8.4). En esta línea, nos centramos en el art. 8.3 del PRMS, relativo a las Áreas de Valor Natural y/o de Interés Silvoagropecuario (Tabla 5). El Plan define dichas zonas señalando: “Corresponde al territorio emplazado fuera de las áreas urbanizadas y urbanizables, que comprende las áreas de interés natural o paisajístico y/o que presentan vegetación y fauna silvestre, cursos o vertientes naturales de agua y que constituyen un patrimonio natural o cultural que debe ser protegido o preservado” (art. 8.3).

Tabla 5 Zonificación de las “Áreas de valor natural y/o de interés silvoagropecuario en el PRMS

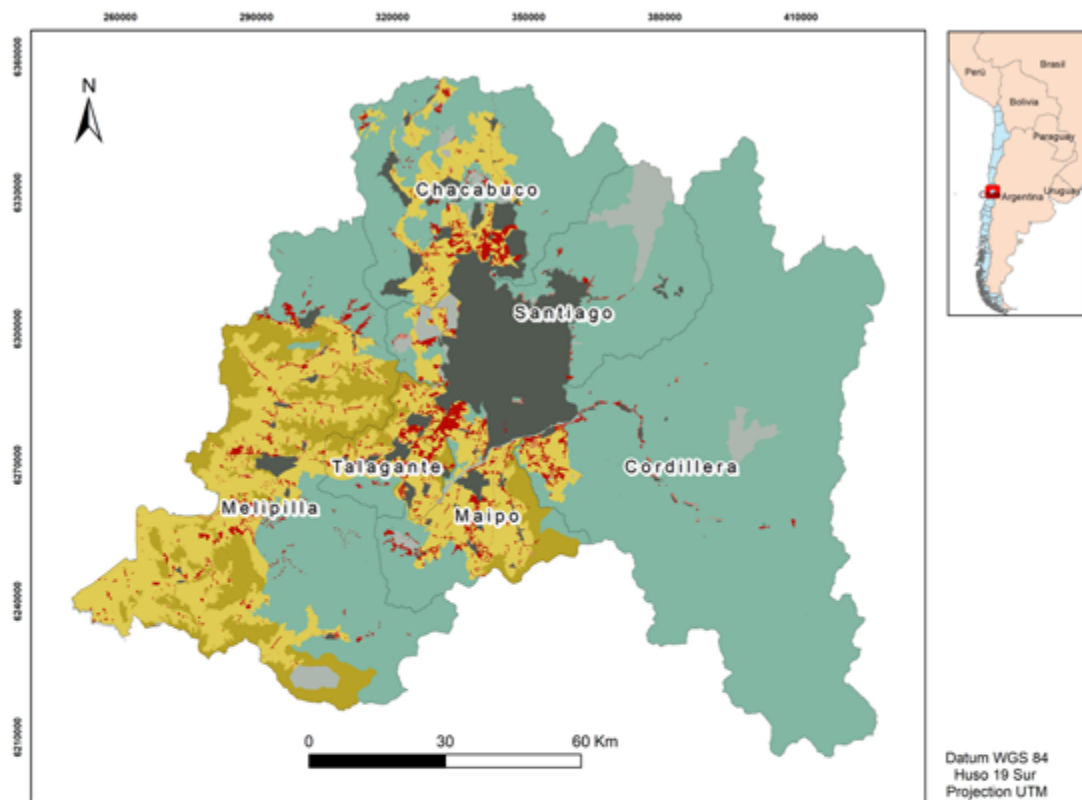
Título 8.3 PRMS: “Áreas de valor natural y/o de interés silvoagropecuario “	
Categoría	Subcategoría
Áreas de Valor Natural (art.8.3.1)	Área de Preservación Ecológica (art. 8.3.1.1)
	Áreas de Protección Ecológica con Desarrollo Controlado (art. 8.3.1.2)
	Áreas de Rehabilitación Ecológica (art.8.3.1.3)
	Áreas de Protección Prioritaria (art.8.3.1.4)
	Área de Humedales (art.8.3.1.5)
Áreas de interés silvoagropecuario (art.8.3.2)	Área de Interés Agropecuario Exclusivo (art. 8.3.2.1)
	Área de Interés Silvoagropecuario Mixto (art. 8.3.2.2)
	Área de Recuperación del Suelo Agrícola (art. 8.3.2.3)
Área Restringida por Cordones Montañosos (art.8.3.3)	Área Restringida por Cordones Montañosos (art.8.3.3)

Fuente: elaboración propia en base al PRMS

4.2.2.2 Crecimiento urbano durante la vigencia del PRMS para el periodo 1997-2013

No obstante la regulación señalada, el crecimiento urbano en Santiago de Chile en las últimas décadas ha sido expansivo, disperso, fragmentado y ha ocurrido más allá del límite urbano establecido por el PRMS (Fuentes & Pezoa, 2018; Puertas et al., 2014; Schuster Olbrich et al., 2022). Por ejemplo, se ha evidenciado este crecimiento en las áreas establecidas por el PRMS como Áreas de Valor Natural y/o de Interés Silvoagropecuario, donde se ha edificado un total de 39.866 ha en el periodo señalado. Destaca que dicho crecimiento se ha producido más claramente en las Áreas de Interés Silvoagropecuario, con un total de 32.686 ha, principalmente en las provincias de Melipilla (oeste), Maipo (sur), Talagante (sur oeste) y Chacabuco (norte). En relación con la zonificación de Áreas de Valor Natural definidas por el PRMS, son las provincias de Melipilla y Chacabuco las con mayor cantidad de zonas edificadas en dichas áreas (2.999 ha y 1.381 ha, respectivamente). Por último, en aquella definida como Área Restringida por Cordones Montañosos no hay cambios notables en comparación con las dos anteriores tipologías (Tabla 6, Figura 5).

Figura 5 Localización de la superficie edificada entre 1997 y 2013 en el “Áreas de valor natural y/o de interés silvoagropecuario”



Expansión urbana entre 1997 y 2013 en las Áreas de Valor Natural y Silvoagropecuaria en la RMS

- Área Edificada 1997
 - Área Edificada 2013
 - Área Urbana PRMS
- 8.3 Áreas de Valor Natural y Silvoagropecuaria PRMS**
- Área Restringida por Cordones Montaños
 - Áreas de Interés Silvoagropecuario
 - Áreas de Valor Natural
 - Otras zonificaciones (minería, área riesgo, infraestructura)

Elaboración propia con base en Sistema de Información Territorial de la Corporación Nacional Forestal (SIT-CONAF, 2020); (SIT-CONAF, 2020) e Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE, 2020)

Tabla 6 Superficie edificada entre 1997 y 2013 en el “Áreas de valor natural y/o de interés silvoagropecuario” establecida por el PRMS.

Provincias	Ubicación	Diferencia entre 1997 y 2013						Total
		Áreas de interés silvoagropecuario		Áreas de Valor Natural		Área Restringida por Cordones Montañosos		Área de Valor Natural y Silvoagropecuario
		Sup. (Ha)	%	S u p . (Ha)	%	Sup. (Ha)	%	Sup. (Ha)
Chacabuco	Norte	6.680	7.983	1.381	606	0	0	8.062
Cordillera	Sur este	2.552	2.179	764	1.884	0	0	3.315
Maipo	Sur	7.729	11.618	908	190	43	867	8.680
Melipilla	Oeste	8.537	14.332	2.999	33.290	133	99	11.669
Santiago	Centro	1.252	724	550	1.046	0	0	1.803
Talagante	Sur oeste	5.935	27.931	210	210	191	191	6.337
RMS	RMS	32.686	2.386	6.813	452	368	529	39.866

4.2.3 Mecanismos para edificar en Áreas Excluidas al Desarrollo Urbano en el marco del PRMS y sus contradicciones normativas territoriales

Si bien el PRMS establece como objetivo la ciudad compacta y establece un límite urbano y zonificaciones que delimitan los usos de suelo urbano y rural, existen mecanismos normativos establecidos por el propio Plan y por otras leyes que permiten edificar en las denominadas Áreas Excluidas al Desarrollo Urbano (Tabla 7). El Plan estableció que los nuevos desarrollos urbanos deben emplazarse dentro del área delimitada para tal fin (área urbana), pero –como puede observarse en la Tabla 6– ello no ocurrió necesariamente así, expandiéndose la mancha urbana más allá de los límites, según se establece en estudios anteriores (Fuentes & Pezoa, 2018; Puertas et al., 2014; Schuster Olbrich et al., 2022). En este sentido, puede entenderse que la expansión urbana habría sido promovida y facilitada a través de varios mecanismos normativos (Tabla 7), gracias a, por un lado, la desregulación del suelo rural; y, por el otro, al rol activo del Estado en el mantenimiento de regulaciones urbanas que promueven al mercado para edificar en el área no urbana (Barton & Ramírez, 2019; Jiménez et al., 2018; Mansfield, 2004; Vicuña, 2013). Al respecto, el PRMS tiene escasas atribuciones en cuanto a ordenación del territorio en el área rural, frente a los diversos cuerpos normativos e instituciones con atribuciones existentes. Ello da cuenta de una brecha reguladora por parte del PRMS en lo rural en comparación con el área urbana (Baeriswyl, 2001; Márquez Poblete, 1999; Precht et al., 2016), que remite a los instrumentos de ordenamiento territorial en la organización espacial de la periferia urbana, denominados por algunos como los “instrumentos del desorden” (Mansilla, 2013). Tal brecha regulatoria y competencial ha permitido el establecimiento de desarrollos urbanos que generan impactos negativos en el medioambiente y que fomentan la desigualdad social (Rajevic, 2020). En esta línea, identificamos mecanismos que permiten urbanizar más allá del límite en la propia legislación urbanística (artículos 55 y 116 LGUC y art. 2.1.29 OGUC), en otros cuerpos legales (DL 3.516 y DL 2.695) y en el mismo PRMS a través del título que regula las Áreas de Valor Natural y Silvoagropecuaria (Tabla 7).

Tabla 7 Mecanismos normativos que permiten urbanizar en el “Área de valor natural y silvoagropecuaria” del PRMS

Cuerpo Normativo	Artículo	Descripción
Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC)	55	<p>“Fuera de los límites urbanos establecidos en los Planes Reguladores no será permitido abrir calles, subdividir para formar poblaciones, ni levantar construcciones, salvo aquellas que fueren necesarias para la explotación agrícola del inmueble, o para las viviendas del propietario del mismo y sus trabajadores, o para la construcción de conjuntos habitacionales de viviendas sociales o de viviendas de hasta un valor de 1.000 unidades de fomento, que cuenten con los requisitos para obtener el subsidio del Estado. Corresponderá a la Secretaría Regional de Vivienda y Urbanismo respectiva cautelar que las subdivisiones y construcciones en terrenos rurales, con fines ajenos a la agricultura, no originen nuevos núcleos urbanos al margen de la Planificación urbana intercomunal”. Con dicho objeto, cuando sea necesario subdividir y urbanizar terrenos rurales para complementar alguna actividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Las construcciones destinadas a complementar alguna actividad industrial con viviendas. b. Las construcciones destinadas a dotar de equipamiento al área rural. c. Las construcciones destinadas a habilitar un balneario o campamento turístico. d. La construcción de conjuntos habitacionales de viviendas sociales e. La construcción de viviendas de hasta un valor de 1.000 unidades de fomento, que cuenten con los requisitos para obtener subsidio del Estado f. Las construcciones industriales g. Las construcciones de equipamiento h. Las construcciones de turismo y poblaciones. i. Las construcciones necesarias para la explotación agrícola del inmueble, así como las viviendas del propietario del mismo y sus trabajadores
	116	Se entiende siempre admitidas las construcciones destinadas a equipamiento de salud, educación, seguridad y culto

Decreto Ley 3516	1	Permite el desarrollo de “parcelaciones de agrado”, siendo lotes de 0,5 Ha que se desarrollan en el área rural, generando en la práctica urbanizaciones de baja densidad al margen de la planificación territorial
Decreto Ley 2695	1	Dicha ley permite la regularización de la propiedad en pequeños terrenos rurales cumpliendo ciertos requisitos
Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC)	2.1.29	El tipo de uso Infraestructura de Transporte, Sanitaria, Energética: sus redes y trazados se entenderán siempre admitidas y, las edificaciones e instalaciones de dichas infraestructuras en el territorio rural también, cumpliendo con la normativa ambiental
Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS)	8.3.1.1. Área de Preservación Ecológica	Actividades que aseguren la permanencia de los valores naturales, tales como científico, cultura, educacional, recreacional, deportivo y turístico, actividades agrícolas y ganaderas controladas
	8.3.1.2. Áreas de Protección Ecológica con Desarrollo Controlado	Actividad. Silvoagropecuaria y/o agropecuaria, residencial, forestación, reforestación con especies nativas y exóticas, explotación ganadero-pastoral extensiva, equipamiento de deporte, científico, turismo, esparcimiento, salud, culto
	8.3.1.3. Áreas de Rehabilitación Ecológica	Reforestaciones tendientes a su recuperación, equipamiento: deportes y recreación; culto y cultura; esparcimiento y turismo destinados a Zonas de Picnic, Piscinas, Restaurantes

8.3.1.4. Áreas de Protección Prioritaria	Actividades agrícolas, ganaderas y/o forestales controlada, explotaciones mineras, infraestructura vial, distribución de energía y comunicaciones y de agua potable
8.3.1.5. Área de Humedales	Permite de forma controlada actividades agrícolas, ganadero pastoral y/o forestal, previo cumplimiento técnico de los organismos competentes. Y de manera restringida permite usos de suelos para áreas verdes, equipamiento de cultura, científico y actividades esparcimiento-recreación con las instalaciones y/o edificaciones mínimas e indispensables para su habilitación
8.3.2 Áreas de interés silvoagropecuario	Se establece una subdivisión predial mínima de 4 Ha, salvo una subdivisión predial mínima específica para un sector, con una vivienda por predio. Además, se podrá edificar una vivienda para un cuidador. Sin embargo, a petición del Municipio respectivo, se podrá emplazar viviendas sociales cumpliendo ciertos requisitos.
8.3.2.1. Área de Interés Agropecuario Exclusivo	Se pueden autorizar instalaciones de agroindustrias que procesen productos frescos, previos informes favorables de organismos, instituciones y servicios que correspondan
8.3.2.2. Área de Interés Silvoagropecuario Mixto	Actividad agropecuaria, Agroindustria, Complementaria a vialidad, equipamiento, hospedaje, Infraestructura sanitaria, transporte, telecomunicaciones, energética, Actividades deportivas, recreativas y de esparcimiento y turismo, Extracción de minerales no metálicos
8.3.2.3. Área de Recuperación del Suelo Agrícola	Corresponden a aquellas áreas en las cuales se deberá desarrollar planes de recuperación y rehabilitación del suelo agrícola, para fines de uso agropecuario. Su utilización requerirá un plan informado favorablemente por el organismo competente
8.3.3. Área Restringida por Cordones Montañosos	Actividades silvoagropecuarias y/o agropecuarias, así como otras actividades, en tanto se mantenga y conserve las características del entorno natural en el cual se emplacen.
Art. 3.3.6; 3.3.7; 4.3; 8.3.2.4 (*)	a) Zonas Urbanas de Desarrollo Condicionado (ZODUC) b) Áreas Urbanizables s de Desarrollo Prioritario (AUDP) c) Áreas urbanizables con uso industrial exclusivo condicionado (ZIEDC); d) Proyectos de Desarrollo Urbano Condicionado (PDUC)

Fuente: elaboración propia en base a (Barton & Ramírez, 2019; Jiménez et al., 2018; Vicuña, 2013).

* Planificación por condiciones.

La expansión de la ciudad más allá del límite urbano está plagada de contradicciones normativas territoriales y excepciones, las cuales pueden identificarse mayoritariamente en lo establecido por el art. 55 de la LGUC y el art. 8.3 del PRMS que zonifica las Áreas de Valor Natural y/o de Interés Silvoagropecuario, excluidas al desarrollo urbano. Estos artículos establecen como regla general la prohibición de levantar edificaciones y construcciones en dichas áreas; sin embargo, el propio art. 55 y el art. 8.3 consideran una serie de excepciones, como, por ejemplo, el desarrollo de viviendas sociales en tales lugares (Vicuña, 2013). Por otra parte, dio lugar a una explosión de edificación de “parcelas de agrado”, establecidas a través del DL 3.516, con la creación de urbanizaciones de baja densidad más allá del límite urbano (Naranjo, 2017). Para hacer frente a dicho fenómeno se amplió la aplicación territorial del PRMS, fijándose una subdivisión predial mínima mayor para frenar dichos desarrollos (Naranjo, 2009), a través de las modificaciones de los años 1997⁷ , y 2006⁸. Sin embargo, si bien se aprobaron dichas reformas, se generó especulación sobre el mercado de suelos, autorizándose gran cantidad de superficie rural para posteriormente materializar dichos desarrollos, dificultando la implementación del plan a nivel temporal y la consecución de sus objetivos (Mansilla, 2013). Además, la incorporación de los mecanismos identificados como Zonas de Desarrollo Urbano Condicionado (ZODUC), las Áreas Urbanizables de Desarrollo Prioritario (AUDP), las Zonas Industriales Exclusivas con Desarrollo Condicionado (ZIEDC) y los Proyectos de Desarrollo Urbano Condicionado (PDUCC), establecen un modelo de desarrollo urbano por condiciones, el cual “busca canalizar las energías del mercado mediante el control y mitigación de los impactos de los proyectos, asignando los costos de urbanización a los desarrolladores inmobiliarios” (Vicuña, 2013, p. 201), y permitiendo con ello establecer desarrollos urbanos en dichas áreas.

⁷ Se incorpora al PRMS la zona norte de la región, la Provincia de Chacabuco integrada por Colina, Lampa y Til-Til.

⁸ Se incorporan al PRMS las 12 comunas restantes: Curacaví, María Pinto, Melipilla, San Pedro, Alhué, Padre Hurtado, Peñaflo, Talagante, Isla de Maipo, El Monte, Buin y Paine.

Así, el caso de Santiago de Chile es similar a la tendencia identificada en las últimas décadas en las metrópolis latinoamericanas, regida por una lógica de urbanización que promueve el desarrollo de espacios formalmente construidos, impulsada por el Estado y dirigida por el desarrollo inmobiliario (Cruz-Muñoz, 2021). En ese sentido, el caso de México, en el que la expansión y dispersión urbana ocurren también, es resultado del apoyo de un tramado de normativas que, aunque muchas veces contradictorias entre sí, priorizan usos de suelo más ligados a las políticas económicas que a aquellos usos que buscan evitar la degradación ambiental (Rodríguez, 2020).

Por otro lado, en el caso de Bogotá, una ciudad con una de las densidades más altas de Latinoamérica producto de la implementación por décadas de estrategias de densificación y compactación, se han producido efectos no deseados, como la fragmentación y la polarización social del territorio. Lo anterior ya que dichas estrategias han sido cada vez más influenciadas por el sector privado en el marco de avances de políticas neoliberales, que han orientado la planificación según los intereses de los promotores inmobiliarios y originado patrones de densificación muy desiguales, a pesar de la existencia de las mencionadas estrategias de densificación y compactación (Yunda & Sletto, 2020). Por otro lado, estudios que han analizado los casos de Buenos Aires o São Paulo establecen que ocurre expansión urbana a nivel local, y especialmente en los municipios más pobres, porque se ha promovido la expansión como una forma de atraer ingresos al gobierno local, contradiciendo los objetivos de planificación a largo plazo (Duren, 2006; Heinrichs & Nuissl, 2015; Menzori et al., 2021).

4.2.4 Conclusiones

En este estudio analizamos el estatuto normativo del suelo urbano y rural en Chile, en relación con la legislación urbanística y la planificación urbana. Además, cuantificamos la expansión urbana entre 1997 y 2013 en el Área Excluida al Desarrollo Urbano, definida por el límite urbano y la zonificación establecida por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS). Se identificaron los mecanismos dentro del propio Plan y en otras leyes que han permitido urbanizar en dichas áreas, contradiciendo el objetivo de ciudad compacta y de protección de las Áreas Excluidas al Desarrollo Urbano, perdiendo principalmente suelo agrícola en la región. De esta forma, la expansión urbana ocurre no a pesar de, sino que a través de la normativa urbana existente, produciendo contradicciones normativas en el territorio de la región. En ese sentido, la planificación urbana bajo reformas neoliberales no es única y necesariamente sinónimo de desregulación del suelo, sino una hibridez entre desregulación y un rol activo del Estado que establece regulaciones urbanas que permiten expandir la ciudad. Así, la hibridez entre desregulación del suelo rural y la existencia de mecanismos regulatorios que permiten expandir la ciudad se ve reflejada en el desarrollo de áreas edificadas en las Áreas Excluidas al Desarrollo Urbano del PRMS. De esta forma, cabe cuestionar para el presente caso de estudio si la expansión urbana y dispersa, más que un efecto no deseado de la planificación, puede deberse más a una planificación expansiva de la ciudad, en la que es el propio Estado el que establece mecanismos normativos para el desarrollo urbano más allá del límite, promoviendo el consumo insostenible del suelo de la región.

Para promover una ciudad compacta y superar las contradicciones normativas territoriales de la región, se debe promover una regulación del suelo rural que establezca sus límites y lo proteja de la aplicación de aquellos mecanismos regulatorios que permiten expandir la ciudad, en especial la expansión de territorios de baja densidad, promoviendo una mayor densificación de las zonas centrales y periurbanas; una regulación que, a la vez, vaya acompañada de una política que fomente la asequibilidad de vivienda en dichas zonas. Futuros estudios deben considerar los efectos de la planificación urbana y de la regulación del suelo (o desregulación) en los patrones espaciales de crecimiento de las ciudades a una menor escala geográfica, especialmente considerando el ritmo, la escala y otros factores que permiten la expansión urbana, para evitar o controlar el fenómeno de la ciudad dispersa. Los países que establezcan estrategias y políticas de orientación y compactación urbana deben considerar los posibles efectos de permitir bajas

densidades en el suelo rural, ya que pueden promover la fragmentación del territorio y la pérdida de suelo agrícola y de vegetación de la región, tal como consta en el caso analizado.

4.3 Estudio de caso 3: Spatial patterns and drivers of urban expansion: An exploratory spatial analysis of the Metropolitan Region of Santiago, Chile, from 1997 to 2013.

Cities 153 (2024) 105305

Contents lists available at ScienceDirect

Cities

journal homepage: www.elsevier.com/locate/cities



Spatial patterns and drivers of urban expansion: An exploratory spatial analysis of the Metropolitan Region of Santiago, Chile, from 1997 to 2013

Juan Pablo Schuster-Olbrich ^a, Oriol Marquet ^a, Carme Miralles-Guasch ^a, Luis Fuentes Arce ^b

^a Geography Department, Autonomous University of Barcelona, Cerdanyola del Vallès, 08193, Barcelona, Spain
^b Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Centro de Desarrollo Urbano Sustentable CIDEUS, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago 8320000, Chile

ARTICLE INFO

Keywords:
Urban expansion
Spatial data analyse
Urban planning
Metropolitan Region of Santiago of Chile
Moran index

ABSTRACT

Urban expansion is a global phenomenon rapidly transforming the earth's land surface, causing negative social and environmental impacts. Analysing its spatial patterns and underlying factors is crucial to promoting sustainable urban forms, especially in developing countries experiencing further increases in expansion. This study quantifies and explores the spatial pattern of the Metropolitan Region of Santiago (Chile) between 1997 and 2013, correlating it with explanatory factors at the municipal level using land cover maps and a Moran Index. The results reveal an urban expansion of 124 %, mainly towards rural and peri-urban municipalities, concentrated in the north and south of the region. The bivariate analysis highlights a positive correlation between factors such as population growth rate, household income, slope, and urban regulations with urban expansion, concentrated in rural-peri-urban areas. On the other hand, the urban area defined by the Santiago Metropolitan Regulatory Plan (PRMS) and population density negatively correlates with urban expansion. The study suggests that the city expanded into municipalities outside the urban area defined by the PRMS, and urban regulations promoted expansion into agricultural and public land. This research has important practical significance for understanding the spatial patterns of urban expansion and its drivers. The study has practical significance in understanding the spatial patterns and their drivers, highlighting priority areas that require urban policy intervention to promote sustainable urban forms.

Schuster-Olbrich, J. P., Marquet, O., Miralles-Guasch, C., & Fuentes Arce, L. (2024). Spatial patterns and drivers of urban expansion: An exploratory spatial analysis of the Metropolitan Region of Santiago, Chile, from 1997 to 2013. *Cities*, 153, 105305. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.105305>

JCR (2023): Impact factor = 6.0, Journal Rank= Q1 (Urban studies)

4.3.1 Introduction

Urban expansion has transformed land use on a global scale, altering land surfaces at an unprecedented rate and scale (Güneralp & Seto, 2013; Puertas et al., 2014). Consequently, this phenomenon has found its place in international urban sustainability agendas, including the New Urban Agenda, adopted during the United Nations Conference on Housing and Sustainable Urban Development (Habitat III) in Ecuador (Barton & Ramírez, 2019). In general terms, urban expansion is the increase in land cover of built-up areas, associated with an urban form in contrast to the compact city model (Seto et al., 2011; Terfa et al., 2019). Thus, urban expansion has occupied large natural areas and has encroached on farmland, fragmenting territories, affecting biodiversity, and promoting climate change (He et al., 2021). Therefore, it is crucial to understand the evolving spatial pattern of urban expansion, as regional land use will influence global urban sustainability (J. Zhong et al., 2020).

Researchers generally study urban expansion through remote sensing and GIS, analysing urban expansion patterns by tracking physical and land changes over time (Rawat & Kumar, 2015; Zhao et al., 2020). Urban expansion through land use and land cover change refers to the modification of the Earth's land surface by human activities (Gashu & Gebre-Egziabher, 2018). Studies have identified urban expansion with unsustainable urban forms, which produce high land consumption through forms of occupation with low land-use efficiency (Zhang et al., 2022).

States have established policies to control and guide expansive urban development to address the negative consequences of urban expansion. These strategies are mainly implemented through urban planning and land use regulation, highlighting urban growth boundaries (UGB), greenbelts, zoning and infill growth (Gennaio et al., 2009; Tarabon et al., 2020; Chetty & Surawar, 2021; Schuster Olbrich et al., 2022). Consequently, the adverse effects of urban expansion reveal the need to guide and regulate expansive urban development (He et al., 2021). Thus, urban planning has evolved globally as a policy tool to manage the expansion of urban development. Understanding how urban expansion is affected by urban regulations and planning, primarily through zoning or urban growth boundaries, is essential for promoting more compact and sustainable urban patterns (Dempsey et al., 2017).

4.3.2. Spatial analysis and drivers of urban expansion

According to the literature, urban expansion results from a complex interaction between physical, geographical, social, economic and political-institutional factors (Lambin et al., 2003; Pagliarin, 2018). Identifying these factors is crucial for understanding the mechanisms of urban expansion and coordinating regional urban growth (Jing et al., 2022). Demographic changes and economic growth are the literature's most studied drivers of urban expansion in the literature (Jiang et al., 2016; Seto et al., 2011; Tan et al., 2005). Population becomes a key factor, as accommodating an increasing number of people in a territory generally implies that more space is needed (Lambin et al., 2003). Furthermore, urban expansion has been established by the literature as an almost inevitable consequence of economic development with different intensities, driven through GDP growth (Artmann et al., 2019). Other physical factors, especially slope and elevation, have also been found to affect urban expansion, thus influencing land cover change (Thapa & Murayama, 2010).

Urban expansion is also influenced by planning and urban regulatory factors (Colsaet et al., 2018; Zhao et al., 2020). Urban planning is a public tool for planning and managing urban space development. Urban plans often balance expected urban expansion with cities' economic development and housing. Urban planning should also avoid losing agricultural land and open space (Barton & Ramírez, 2019; Mu et al., 2016).

Urban planning and regulation play critical roles in guiding, controlling, and limiting urban expansion, determining factors in limiting or promoting expansive urban growth in cities (Dempsey et al., 2017; Hersperger et al., 2018). Through zoning and the urban growth boundary, land use planning can control land use decisions, establish protective measures and guide market forces that drive land use change (Gennaio et al., 2009). Nevertheless, some studies have documented that urban planning can contribute to urban expansion, for example, by reducing densities, or that small decisions at the local scale can contradict strategic decisions at larger scales (Abrantes et al., 2016; Pagliarin, 2018; Silva & Vergara-Perucich, 2021; Vicuña, 2013). Consequently, the literature indicates that more attention needs to be paid to understanding the complex political and legal relationships that govern urban space (Andrews & McCarthy, 2014; Musakwa & Van Niekerk, 2014).

According to Tobler's law, "everything is related to everything else, but things close to each other are more related to each other" (Jing et al., 2022). Numerous studies have used exploratory spatial data analysis (ESDA) methods, such as Moran's I and the local indicator of spatial association (LISA), proposing practical tools to explore the aggregation and heterogeneity of urban expansion (J. Zhong et al., 2020; Jing et al., 2002; Salvati & Margherita, 2014; Y. Zhong et al., 2020). Understanding the spatial patterns of urban expansion is fundamental to achieving sustainable development (Musakwa & Van Niekerk, 2014). Thus, Moran's Global and Local I-indexes were selected in the present study, as they allow for the effective identification of hotspots, clusters and outliers of urban expansion, allowing to measure the tendency of similar urban expansion patterns to cluster spatially (Zhang et al., 2023). The Moran Index allows for the identification of areas that may require the application of urban policies, as they allow detection of the presence of clustering or dispersion patterns of the study phenomenon (Musakwa & Van Niekerk, 2014). The interpretation of a city's Moran Index depends on the context analysed. It is relevant to consider the city's local context, as cities with different contexts may show very different patterns of urban expansion, even if the same scale of analysis is used (Steurer & Bayr, 2020). Moreover, different scales can reveal different patterns of spatial autocorrelation, with the local scale being a scale that fits for urban plan implementation analyses (Dempsey et al., 2017). However, researchers have conducted most of this work in developed countries, and more research is needed to understand urban growth patterns in developing countries (M. M. Hassan, 2017). Thus, there is a lack of studies that delve into the relationship between expansion and urban planning as an urban growth management tool in cities in the Global South (Colsaet et al., 2018; Bovet et al., 2020). Additionally, more studies analyse the effects of land regulations and the urban growth boundary on housing and land prices. Fewer studies have examined their effects on developing new built-up areas (Dempsey, 2017).

In addition, in order to explain the spatial correlation between urban expansion and explanatory factors with an emphasis on urban planning and regulation, the bivariate Moran Global and Local was used to measure the spatial correlation at the local level across the study area (Wang et al., 2023). Despite implementing various urban plans, evidence analysing the correlation of planning with urban expansion through land change is limited (Hersperger et al., 2018).

From this perspective, the present study mainly seeks to contribute to regional planning and urban studies through ESDA-based approaches by identifying urban

expansion patterns and their priority areas through a case study, guiding urban planning towards more sustainable urban development (Salvati & Margherita, 2014; Terfa et al., 2019). In addition, it can provide some reference for the government, such as policymakers and urban planners in the region (Y. Zhong, 2020). For the above, the present study aims to: a) Analyse the pattern of expansive urban growth at the municipal level in the Metropolitan Region of Santiago (Chile) between 1997 and 2013; b) Examine the spatial relationship of urban expansion at the municipal level in the region; c) Explore the spatial correlation of urban expansion with explanatory factors with emphasis on urban planning and regulation.

4.3.3 Material and methods

4.3.3.1 Study area

The Metropolitan Region of Santiago Chile (MRSC) has 7,112,808 inhabitants, representing 40% of the total population of the entire country (INE, 2018). The Santiago Metropolitan Region has the City of Santiago at its centre, which is the capital of Chile. The MRSC is administratively divided into 52 municipalities, classified according to the continuity of urban area. The “core municipalities” correspond to the municipalities located in the centre of the region where the historical city is located. Secondly, the “peri-urban municipalities” correspond to those municipalities located on the edge of the core zone, being the city limits. Finally, “rural municipalities” are those municipalities in the regional area that are physically separated from the contiguous urban area outside of the contiguous urban area (De Mattos et al., 2014): (1) Core: Cerrillos (CE), Cerro Navia (CN), Conchalí (CL), Estación Central (EC), Independencia (IN), La Cisterna (LC), La Granja (LG), Lo Espejo (LE), Lo Prado (LP), Macul (MA), Nunoa (UN), Pedro Aguirre Cerda (PAC), Providencia (PR), Quinta Normal (QN), Recoleta (RE), Renca (RA), San Joaquín (SJ), San Miguel (SM), San Ramón (SR) and Santiago (SA); (2) Peri-urban: El Bosque (EB), Huechuraba (HU), La Florida (LF), La Pintana (LP), La Reina (LR), Las Condes (LC), Lo Barnechea (LB), Maipú (MU), Penalolen (PL), Pudahuel (PU), Puente Alto (PA), Quilicura (QU), San Bernardo (SB) and Vitacura (VI); (3) Rural: Buin (BU), Calera de Tango (CT), Colina (CO), Curacaví (CU), El Monte (EM), Isla de Maipo (IM), Lampa (LA), Padre Hurtado (PH), Paine (PA), Peñaflor (PF), Pirque (PI), San José de Maipo (SJM) and Talagante (TA), Melipilla (ME), San Pedro (SP), Alhue (AL), María Pinto (MP), and Til-Til (TI) (Fig. 6).

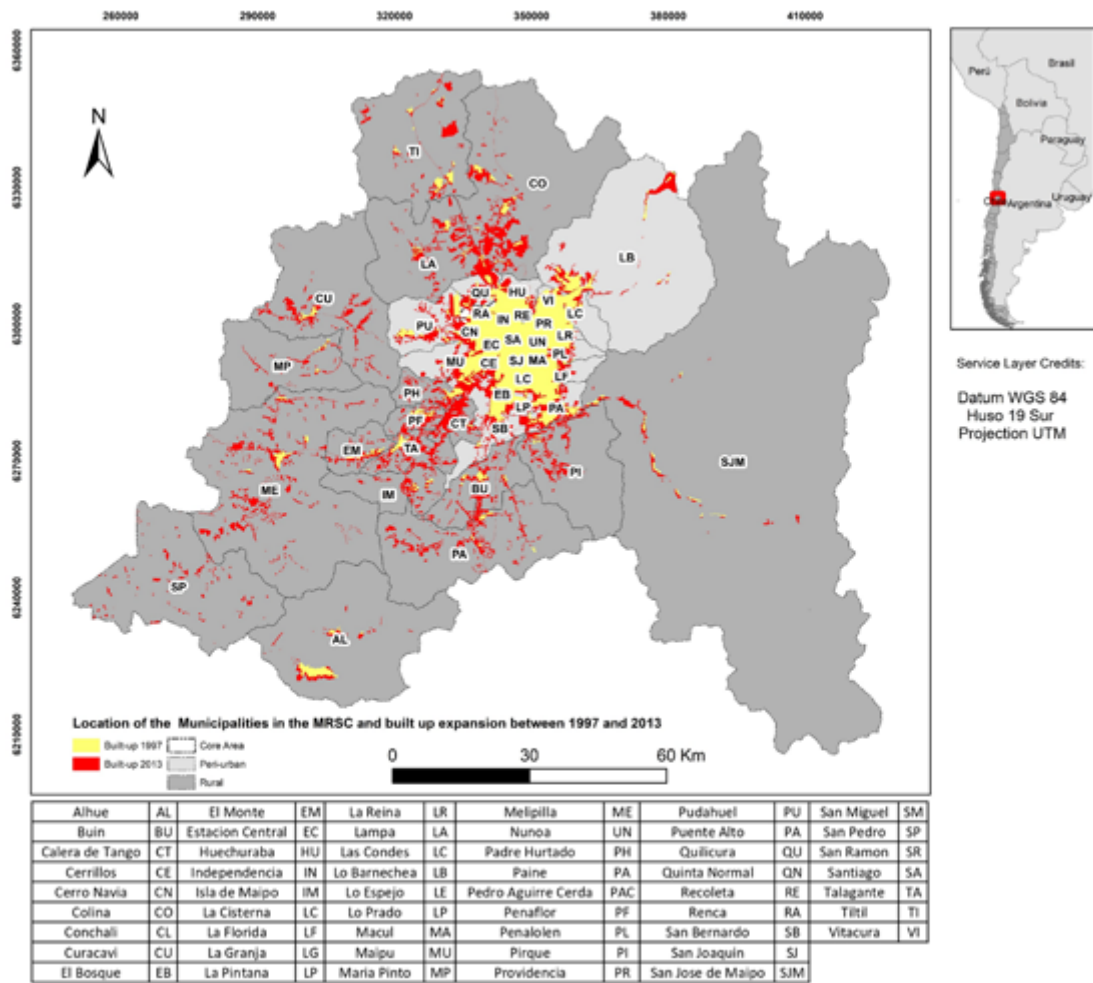


Figure 6 Metropolitan Region of Santiago, Chile and administrative political division at the municipal level according to distance to the core area.

Source: Own elaboration based on CONAF and MINVU.

4.3.3.2 Built-up area

For this study, we define the built-up area as “urban land cover and land use, impervious surfaces and other manifestations of the built environment” (Seto et al., 2011). The definition of built-up has also been used in other studies that are based within the Santiago Metropolitan Region of Chile (RMSC) (Hernández-Moreno & Reyes-Paecke, 2018). We calculate urban expansion as the difference in built-up area between 1997 and 2013 in Hectares at the municipal level (6.25 Ha per pixel). We use an official land cover database, that was produced by the National Forest Corporation (CONAF), to quantify the built-up expansion, using GIS (Montoya-Tangarife et al., 2017; Schuster Olbrich et al., 2022).

4.3.3.3 Explanatory factors

We identified and analysed physical (Dewan & Yamaguchi, 2008; Puertas et al., 2014), socioeconomic (Gennaio et al., 2009; De Mattos et al., 2014) and urban planning and regulation factors related to urban expansion (Jiménez et al., 2018; Barton & Ramírez, 2019; Silva & Vergara-Perucich, 2021) (Table 8). For the analysis, we calculated area, elevation and slope variables using GIS. For area, we used the total area in hectares of each municipality using the CONAF database. To examine the effects of slope (degrees) and elevation (meters above sea level), values for the municipalities were calculated from a digital elevation model (DEM) from the Natural Resources Information Centre (CIREN) (Thapa & Murayama, 2010). We calculated the mean of each municipality per raster pixel (12.5 m per pixel) (Dewan & Yamaguchi, 2009). The annual growth rate of housing units and population were extracted from the National Institute of Statistics (INE) at the municipal level. At the same time, we added the income of the household head based on a survey by the Ministry of Social Development (MIDESO). We use the annual growth rate (AGR) according to the study by Seto et al. (2011) (Schuster Olbrich et al., 2022). In addition, we calculated a dummy variable on whether the municipality had access to a highway. Finally, from the INE data, we use the building permits that allow construction, using the total m² approved by each municipality. (De Mattos et al., 2014; Naranjo, 2017).

The application of the land-use plan called the Santiago Metropolitan Regulatory Plan (“Plan Regulador Metropolitano de Santiago”, PRMS), specifically the variable

“Urban area delimited by PRMS”. The PRMS is the Plan established at the regional level and establishes the urban (and non-urban) area of the municipalities through an urban growth boundary (UGB) and a zoning associated with the urban area. Thus, the PRMS was applied to only 37 municipalities (71.2%) in the original period (1994), leaving out of the Plan a total of 15 municipalities (28.8%). In 1997, the Plan was extended to a total of 40 municipalities (76.9%) leaving out of the Plan a total of 12 municipalities (23.1%); and finally in 2006, the Plan was applied to all municipalities in the region, a total of 52 (100%). (Table 8). For the analysis, we focus on the statistical work of Liu (2005), Musakwa and Van Niekerk, (2014) and Steurer & Bayr (2020), which incorporate the planning variable as a categorical dummy variable, since the PRMS was partially implemented at the municipal level. Thus, the value 1 corresponds to the municipality being subject to the PRMS, and on the other hand, the value 0, if the municipality had been left out of the Plan in that period.

On the other hand, regarding urban regulation, two variables were identified: Decree Law (DL) N° 3,516 and Decree Law (DL) N° 2,695. The first law allows the subdivision of 0.5 ha to build single-family homes on agricultural land. The second law allows the regularisation of low-value housing on public land. These variables represent the number of resolutions granted by the public administration to authorise each subdivision or regularisation. The total number of resolutions allowing the application of DL 3,516 and DL 2,698 per municipality was used. The information was obtained through the SAG and the Ministry of National Assets (Naranjo, 2017; Silva & Vergara-Perucich, 2021).

Table 8 Built-up expansion and driving factors (N=52).

Dimension	Variable	Description	Time lapse	Source	Median	N	Percentage	Std. Dev	Min	Max
Built-up	Built-up difference (Ha)		1997-2013	CONAF	956.5	52		1,753.5	-45	7,477
	% of Built-up difference (Ha)		1997-2013	CONAF	5.7	52		11,1	-3	40
Physical	Area (Ha)		2013	CONAF	5,515.4	52		72,923.2	629	
	Elevation (Meters)		2006	CIREN	562.1	52		489.9	243	3141
	Slope (degrees)		2006	CIREN	6.2	52		6.4	2	28
Socio-economic	Highway across the municipality (unit)	No	2012	GORE		10	19.2	0.4	0	1
		Yes				42	80.8			
	Housing AGR		1992-2017	INE	4.4	52		2.6	0	12
	Population AGR		1992-2017	INE	2.3	52		2.6	-2	11
	Population density (Ha/ inhabitants)		1992-2017	INE/ CONAF	93.4	52		46.7	0	235
	Income of the household head AGR		1992-2017		9.9	52		3	0	16
	Built permits (unit m ² approval)		1996-2019	INE	1,414,961	52		3,247,527	67.76	

Urban Planning and Urban Regulation	Urban area delimited by PRMS in 1994 at the municipal level (UGB)	Not apply	1994	MINVU		15	28.8	0.5	0	1
		Apply				37	71.2			
	Urban area delimited by PRMS in 1997 at the municipal level (UGB)	Not apply	1997	MINVU		12	23.1			
		Apply				40	76.9	0.4		
	Decree-Law (DL) 3,516 of agricultural plots		1994-2006	SAG	185	19		438	1	1,859
	Decree-Law (DL) N°2,695 of National Assets		2009-2020		132	52		159.2	2	942

Source: Own elaboration

4.3.3.4 Spatial autocorrelation analysis

We used the Global and Local Moran Index for the spatial data analysis at a local scale (municipality level) in the region, based on the Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA). For this purpose, a first-order queen contiguity matrix has been used, because in this way the relationships in all directions are explored (Gutiérrez & Delclòs, 2016) (Table 9).

Table 9 Moran Index description

Moran Index	Type		Description
		Global	The Global Univariate Moran Index assesses the overall spatial autocorrelation of an individual variable across the entire geographic dataset.
		Local (Lisa Maps)	Assesses the spatial autocorrelation of each spatial unit individually to its close neighbours. Provides information on whether a specific spatial unit is surrounded by similar or different areas in terms of the variable being analysed.
	Bivariate	Global	A measure used in spatial analysis assess the spatial autocorrelation between two different variables in a geographic dataset.
		Local (Lisa Maps)	Determines whether areas with similar (or different) values of one variable tend to be close to areas with similar (or different) values of the other variable.

Source: Own elaboration from (Salvati & Margherita, 2014)

First, we use the univariate Global Moran Index to analyse the spatial autocorrelation of urban expansion and whether it tends to cluster spatially at the municipal level. (Zhao et al., 2020) When interpreting the results of the Global Moran Index, it should remember that it is an inferential statistic and should be interpreted in the context of its null hypothesis. The null hypothesis states that the spatial processes that promote the observed pattern of values are random (Musakwa & Van Niekerk, 2014). In this regard, the Global Moran Index is an indicator of spatial autocorrelation that explains the extent to which urban expansion tends to be spatially clustered (positive spatial autocorrelation, values tending to 1), dispersed (negative spatial autocorrelation, value close to -1), or randomly distributed (values close to 0).

On the other hand, Moran's Global Index treats the territory as if a uniform whole, so stronger or weaker correlations may be invisible in certain parts of the territory. In this sense, spatial autocorrelation analysis allows the calculation of Local Index of Spatial Association (LISA) maps (Anselin, 1995). For this reason, the analysis focuses on the LISA maps, as they allow the identification of areas with high and low values, classifying the results into four groups: High-High (HH), High-Low (HL), Low-High (LH) and Low-Low (LL) cases can be mapped better to understand the spatial distribution of hot and cold spots and to see where clusters occur. Municipalities classified as HH are characterised by high urban expansion, being located close to other municipalities with a high expansion value (spatial clustering). At the same time, the HL classification indicates high-expansion municipalities surrounded by low-expansion municipalities or vice versa (LH) (spatial outliers). Conversely, municipalities with low expansion surrounded by municipalities with low urban expansion are classified as LL. (Steurer & Bayr, 2020; Zhao et al., 2020).

Second, we use bivariate spatial autocorrelation to explore the spatial correlation between urban expansion and the explanatory factors. The bivariate analysis measures the correlation between both attributes, allowing us to study two attributes that occur simultaneously in a given geographic unit (Gómez-Varo et al., 2021). The bivariate Global Moran Index produces statistics that indicate the strength and direction of the spatial autocorrelation between the two selected variables. The bivariate Global Moran Index can be positive, negative, or close to zero. Thus, a significantly non-zero value of the Bivariate Global Moran Index suggests that the two variables are spatially correlated in the geographic dataset, implying that similar values of one variable tend to cluster together with similar values of the other variable. If it is negative, it means that there is a tendency towards spatial dissociation or dispersion between the values of the two variables

in the study area. Specifically, the closer the value of the coefficient is to -1, the stronger the negative correlation, indicating a greater spatial disparity between the variables (Zhang et al., 2023).

On the other hand, the bivariate Local Moran Index allows to analyse the local spatial correlation of urban expansion and the factors identified at the local level. The fundamental difference between the bivariate and the univariate Moran Local Index is that the spatial lag belongs to a different variable in the bivariate case. In essence, this notion of bivariate spatial correlation measures the degree to which the value of a given variable in one location correlates with its neighbours of a different variable. It also identifies spatial clusters of four groups for both variables, representing: HH) Indicates the presence of a positive spatial association between the two variables, meaning that municipalities with high values of urban expansion also tend to have high values of the analysed factor in neighbouring municipalities; LL) Indicates the presence of a positive spatial association between the two variables, meaning that municipalities with low values of urban expansion also tend to have low values of the analysed factor in neighbouring municipalities; HL) indicates the presence of a negative spatial association between the two variables, meaning that municipalities with high values of urban expansion tend to be surrounded by municipalities with low values of the analysed factor, and vice versa (LH). For example, it allows to analyse whether municipalities that experience higher urban expansion are also associated with an increase in the population rate of the surrounding municipalities (Wang et al., 2023).

The variable data was systematised, processed, and represented using the tools provided by geographic information systems (GIS), specifically the ESRI ArcGIS software version 10.8©. The exploratory spatial analysis calculations and the creation of the LISA maps were carried out with GeoDa software version 1.20.0.10.

4.3.4 Results

This study quantified the urban expansion of the Metropolitan Region of Santiago (Chile) between 1997 and 2013 and analysed this expansion through a spatial autocorrelation analysis at the municipal level. This analysis used Global and Local Moran Index to identify where and to what degree the Region's expansion was concentrated. We then used a Bivariate Moran Index to explore further the degree of clustering between urban expansion and its explanatory variables (physical, socio-economic, urban planning and urban regulation).

4.3.4.1 Urban expansion at the municipal level

In the study period, the built-up area increased from 60,130 ha in 1997 to 134,730 ha in 2013, an increase of 124% in the region (74,620 Ha). According to [Figure 6](#) and [Table 10](#), the rural municipalities had the most significant increase in built-up expansion in the study period (51,497 Ha). Secondly, the 14 municipalities located in the peri-urban area increased by a total of 22,024 ha. Finally, the 20 municipalities in the central area only increased by a total of 1,099 Ha ([Table 10](#)). Hence, urban expansion increases greatly in the region's rural and peri-urban municipalities ([Fig. 6](#)).

Table 10 Built-up expansion (Ha) in the Metropolitan Region of Santiago Chile, at the municipality level

Type of Municipality	N	Built-up (Ha)		Difference (Ha)	%
		1997	2013		
Core	20	22,436	23,535	1,099	5
Periurban	14	28,775	50,779	22,004	76
Rural	18	8,919	60,416	51,497	577
Total	52	60,130	134,730	74,600	124

According to [Table 10](#), we identified that among the municipalities located in the core area (20), ten municipalities did not expand, having 0 difference in urban expansion (Lo Prado, Macul, Nunoa, Pedro Aguirre Cerda, San Joaquin, San Miguel, Santiago, Quinta Normal, Independencia). On the other hand, five municipalities (Cerrillos, Renca Lo Espejo, Recoleta, Cerro Navia) expanded between 94 Ha and 568 Ha in the study period, with Cerrillos standing out (568 Ha). On the other hand, peri-urban municipalities (14), only Vitacura and El Bosque expanded to a lesser extent (34 Ha and 2 Ha respectively), with Pudahuel (3,732 Ha), Maipu (3,247 Ha) and San Bernardo (3,061 Ha) as the municipalities that expanded the most. Finally, concerning rural municipalities (18), all municipalities expanded by at least 1,000 Ha in the period analysed, with Colina (7477 Ha), Melipilla (6,681 Ha), Lampa (4,439 Ha) and Paine (4,345 Ha) standing out ([Figure 6](#)).

Table 11 Built-up expansion at the municipal level.

Municipality	Type	Built-up expansion (Ha)		
		1997	2013	Difference
Alhue	Rural	1,479	2,618	1,139
Buin	Rural	586	3,275	2,688
Calera de Tango	Rural	81	3,030	2,948
Cerrillos	Core	1,104	1,672	568
Cerro Navia	Core	888	981	94
Colina	Rural	1,053	8,537	7,477
Conchali	Core	1,083	1,094	11
Curacavi	Rural	317	3,757	3,440
El Bosque	Peri-urban	1,415	1,417	2
El Monte	Rural	337	1,338	1,001
Estacion Central	Core	1,414	1,432	18
Huechuraba	Peri-urban	1,116	1,73	614
Independencia	Core	746	743	-3
Isla de Maipo	Rural	226	1,883	1,657
La Cisterna	Core	1,009	1,011	2
La Florida	Peri-urban	3,028	3,940	912
La Granja	Core	985	993	8
La Pintana	Peri-urban	722	1,833	1,111
La Reina	Peri-urban	1,802	1,909	107
Lampa	Rural	469	4,908	4,439
Las Condes	Peri-urban	3,493	4,121	628
Lo Barnechea	Peri-urban	2,202	5,200	2,998
Lo Espejo	Core	689	819	130
Lo Prado	Core	660	660	0
Macul	Core	1,276	1,276	0
Maipu	Peri-urban	2,870	6,117	3,247
Maria Pinto	Rural	171	1,178	1,007
Melipilla	Rural	746	7,427	6,681
Nunoa	Core	1,683	1,683	0
Padre Hurtado	Rural	303	1,698	1,395
Paine	Rural	307	4,661	4,354
Pedro Aguirre Cerda	Core	865	865	0
Penaflo	Rural	563	2,45	1,887

Penalolen	Peri-urban	1,650	2,907	1,257
Pirque	Rural	138	3,117	2,979
Providencia	Core	1,323	1,278	-45
Pudahuel	Peri-urban	2,385	6,118	3,732
Puente Alto	Peri-urban	2,981	5,423	2,442
Quilicura	Peri-urban	1,017	2,897	1,880
Quinta Normal	Core	1,177	1,176	-1
Recoleta	Core	1,351	1,468	117
Renca	Core	1,303	1,503	200
San Bernardo	Peri-urban	1,996	5,057	3,061
San Joaquin	Core	984	984	0
San Jose de Maipo	Rural	652	1,860	1,208
San Miguel	Core	957	957	0
San Pedro	Rural	0	1,777	1,777
San Ramon	Core	628	629	1
Santiago	Core	2,310	2310	0
Talagante	Rural	483	3,334	2,850
Tiltil	Rural	1,007	3,575	2,569
Vitacura	Peri-urban	2,096	2,130	34
Total	-			74,620

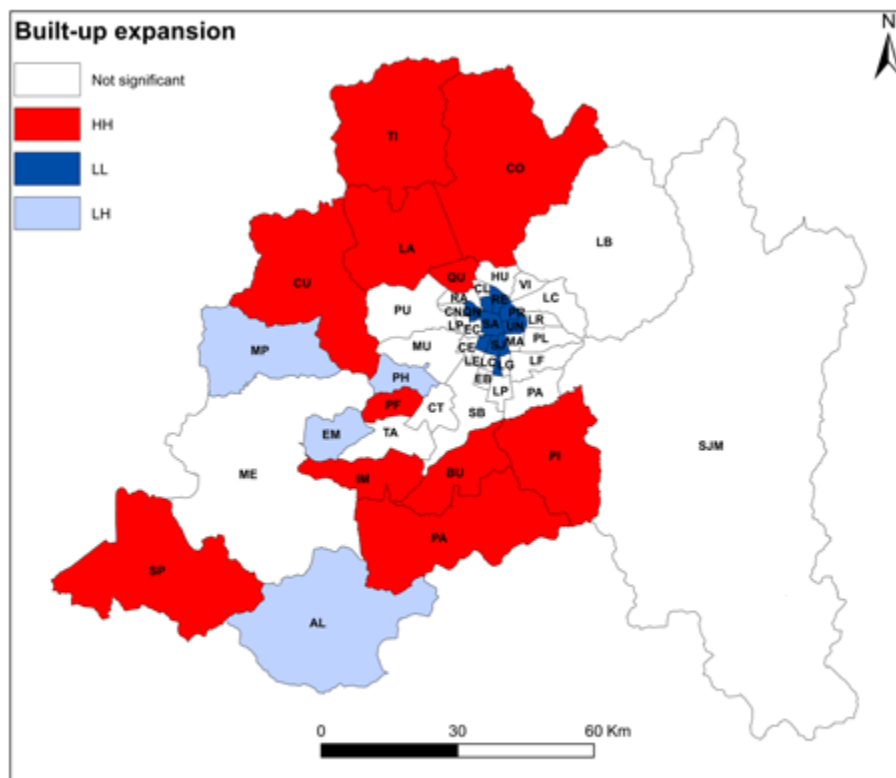
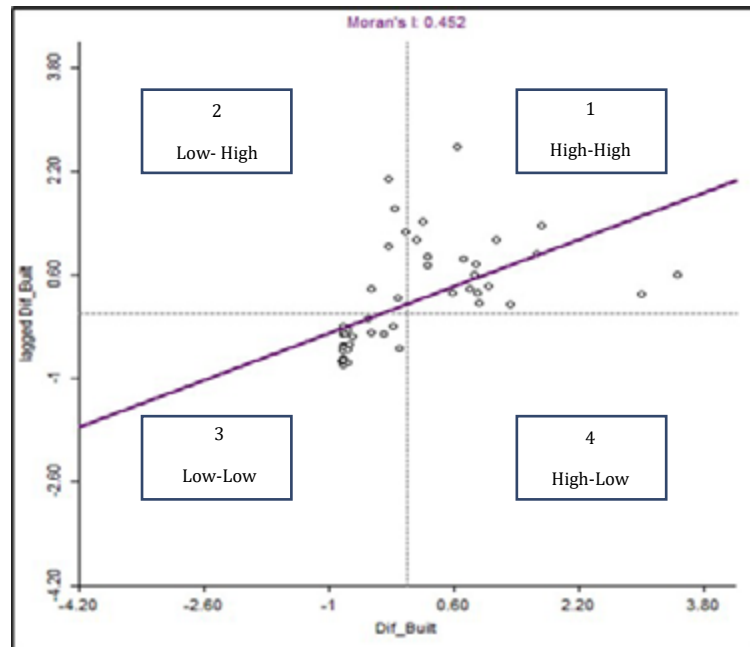
Note: The negative value relates to the difference in remote sensing resolution between 1997 and 2013.

4.3.4.2 Spatial autocorrelation of urban expansion

A positive and significant autocorrelation of urban expansion patterns is identified according to the Moran Global index of urban expansion in the region (Moran's $I = 0.452$; $p < 0.001$). That is, there is a spatial autocorrelation in urban expansion in the region, rejecting the null hypothesis of randomness (Figure 7).

Analysing the Local Moran Index through the Lisa maps, (fig.7), we identified 25 municipalities with significant spatial autocorrelation in the region. On the one hand, 11 municipalities (HH) have a high value of urban expansion and are surrounded by high values of urban expansion, and are distributed as follows: i) Grouped to the north: Til Til (Rural); Colina (Rural); Lampa (Rural); Curacaví (Rural); Quilicura (Periurban) iii) To the south: Peñaflor (Rural), Isla de Maipo (Rural), Buin (Rural), Pirque (Rural), Paine (Rural); vi) To the west: San Pedro (Rural). On the other hand, there are 10 municipalities (LL) with a low or almost zero expansion value, concentrated in the core zone of the region, coinciding with the consolidated urban area (Figs. 6 and 7). These municipalities have no space for further expansion and, therefore, have expansion values close to zero or almost non-existent. The set of 4 municipalities that make up the LH group consists of: Alhué (Rural), El Monte (Rural), María Pinto, (Rural) Padre Hurtado (Rural), which represent municipalities with a low difference in urban expansion about the surrounding municipalities with high values of urban expansion.

Figure 7 Moran Index scatterplot of urban expansion between 1997 and 2013 and Lisa maps at the municipal level in the Santiago Metropolitan Region (Chile)



4.3.4.3 Global and local Moran Index: bivariate association between urban expansion at the municipal level and its explanatory factors by dimension

In this section, we analyse the bivariate spatial autocorrelation of urban expansion and its factors by dimensions at the municipal level, using the bivariate global and local Moran Index (Table 12, Fig. 8). This is to understand the patterns of spatial association between urban expansion and its explanatory factors.

Table 12 Global Moran Index of urban expansion (Ha) between 1997 and 2013 and its explanatory factors by dimension.

Dimension	Variable	Global Moran Index (i)	P value
Physical	Area	0.2	0.006*
	Elevation	0.069	0.114
	Slope	0.355	0.001*
Socio-economic	Built permits	-0.111	0.019*
	Housing AGR	0.436	0.001*
	Income of the household head AGR	0.294	0.001*
	Population AGR	0.47	0.001*
	Population density	-0.306	0.001*
	Highway across the municipality	-0.095	0.056
Urban Planning and Urban Regulation	Urban area delimited by PRMS in 1994 at the municipal level	-0.461	0.001*
	Urban area delimited by PRMS in 1997 at the municipal level	-0.346	0.001*
	Decree Law N°3.516	0.27	0.002*
	Decree Law N°2.965	0.239	0.003*

Note: p (*) Significant correlation <0.05.

4.3.4.4 Physical dimension

Looking at **Table 12**, the variables area ($i=0.2$; $p=0.006$) and slope ($i=0.355$; $p=0.001$) are spatially correlated with urban expansion. That is, this implies that similar values of urban expansion at the municipal level tend to cluster together with similar values of area and slope in the region. On the other hand, the elevation variable was not significant in the analysis. Looking at the Lisa maps, about area, there are 3 municipalities (HH) with a high value of urban expansion, surrounded by municipalities with a high value of area. On the other hand, the LL values correspond to 13 municipalities located in the core zone, indicating a positive correlation, in which there is a low value of urban expansion, surrounded by municipalities with a lower total area. In terms of slope, we identified 5 municipalities (HH) slope grouped in the north and south of the region, with a high value of urban expansion surrounded by a high slope value. On the other hand, 12 municipalities concentrate on a low value of urban expansion and low values of slope, located in the core zone (LL) (**Fig. 8 a**).

4.3.4.5 Socioeconomic dimension

The annual growth rate of population ($i=0.470$; $p=0.001$), housing units ($i=0.436$; $p=0.001$) and household income ($i=0.294$; $p=0.001$) are variables with a positive overall Moran Index, and thus tend to cluster with similar values of urban expansion in the region (**Fig. 8 b**). That is, high (or low) values of urban expansion at the municipal level tend to cluster with high (or low) values of annual housing stock, population and household head income. Furthermore, building permits ($i= -0.111$; $p=0.019$) and population density ($i= -0.306$; $p= 0.001$) give rise to a negative index, thus suggesting that these values are not spatially correlated with similar values of urban expansion. In this context, municipalities experiencing higher urban expansion tend to have lower population density in their surroundings, and vice versa. Finally, the presence of a highway in the municipality appears as a non-significant variable in the analysis.

Looking at the Lisa maps, about population (**Fig. 8 b**), a total of 4 (HH) municipalities, concentrated in the north of the region, were identified as municipalities with a high value of urban expansion surrounded by municipalities with a high value of population growth rate. In addition, 5 municipalities (HH) clustered to the north

of the region were identified as having a high value of urban expansion spatially correlated with the increase in the annual housing rate of surrounding neighbours. In addition, 3 municipalities (HH), located north and south of the region, presented a positive spatial correlation of high urban expansion with high values of increasing Household head income AGR. On the other hand, when observing the Lisa map, the population density variable highlights 4 municipalities classified as (HL) located in the north and west of the region. Possibly, in these municipalities there is a high expansion through the increase of built-up areas and, therefore, density decreases. The variable of building permits presents an HH clustering pattern only in one municipality north of the region.

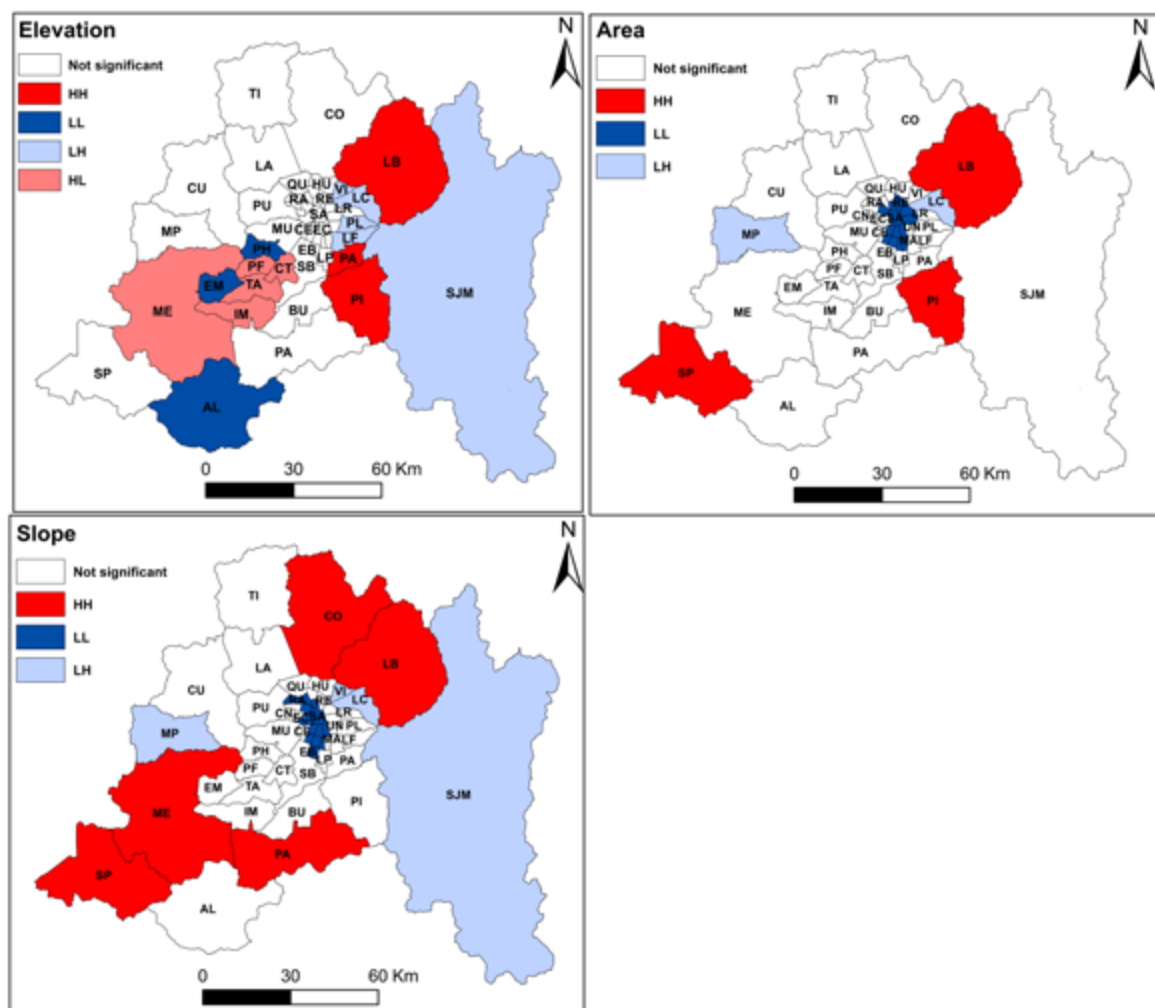
4.3.4.6 Urban planning and urban regulation

Looking at [Table 12](#), we observe that there is a positive spatial correlation between urban expansion and the presence of the urban regulations analysed: Decree Law N° 3516 ($i = 0.270$; $p = 0.002$) and Decree Law N° 2695 ($i = 0.329$; $p = 0.003$). Thus, the high (or low) values of urban expansion at the municipal level tend to be concentrated with the higher (or lower) number of resolutions that allow the application of DL 3,516 and DL 2,698 for each municipality ([Fig. 8.c](#)). On the other hand, we identify that the urban area delimited by the Santiago Metropolitan Regulatory Plan (PRMS) in 1994 ($i = -0.461$; $p = 0.001$) and in 1997 ($i = -0.346$; $p = 0.001$) have variables that present a negative spatial correlation with urban expansion. This possibly suggests that those municipalities that concentrate a high value of urban expansion are those that were left out of the PRMS. On the other hand, the municipalities that concentrated on a low value of urban expansion were those that the PRMS integrated in the analysed period.

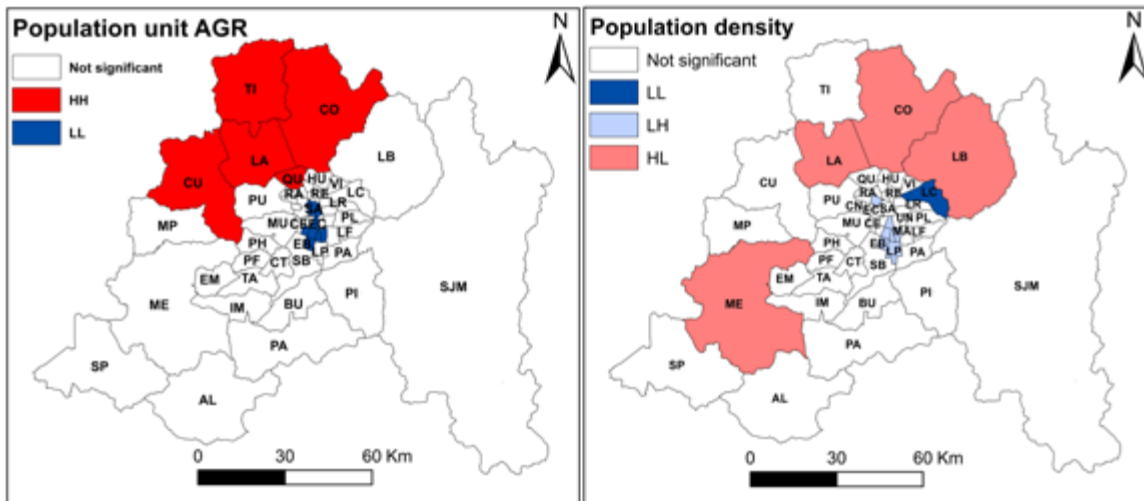
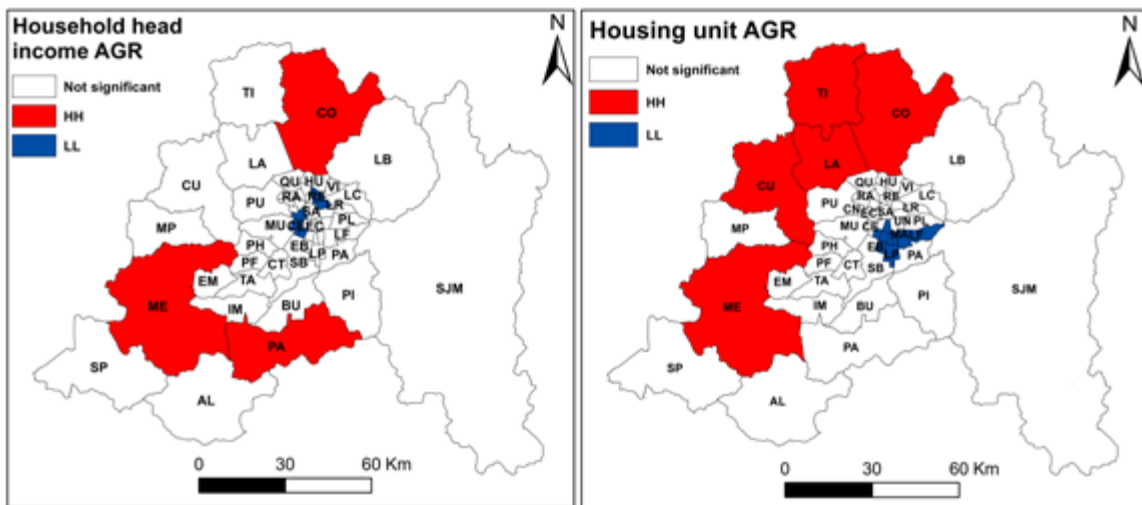
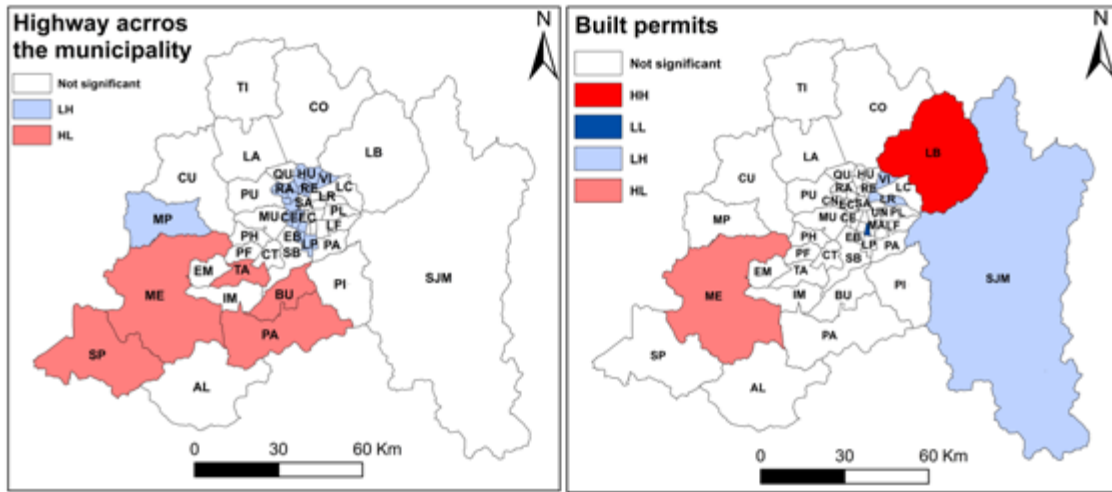
Analysing Lisa's maps ([Fig. 8 c](#)), we identify a (HH) pattern observed in the southwest of the region in applying the urban regulation (Decree Law N° 3,516 and Decree Law N° 2,695). That is, there is a grouping of municipalities with high urban expansion and a higher number of applications of such regulations in neighbouring municipalities. On the other hand, the urban area delimited by the PRMS in the variables (1994 and 1997) shows a primarily (HL) result, mainly clustered in the southwest of the region. The result (HL) indicates a concentration of municipalities in the southwest with a high value of urban expansion, surrounded by municipalities that were outside the application of the PRMS. The (LH), on the

other hand, suggests a concentration of municipalities with low urban expansion values in the region's core zone, surrounded by municipalities where the PRMS was applied. Finally, it should be noted that there were 3 (LL) municipalities.

a) Physical dimension



b) Socioeconomic dimension



c) Urban planning and urban regulation

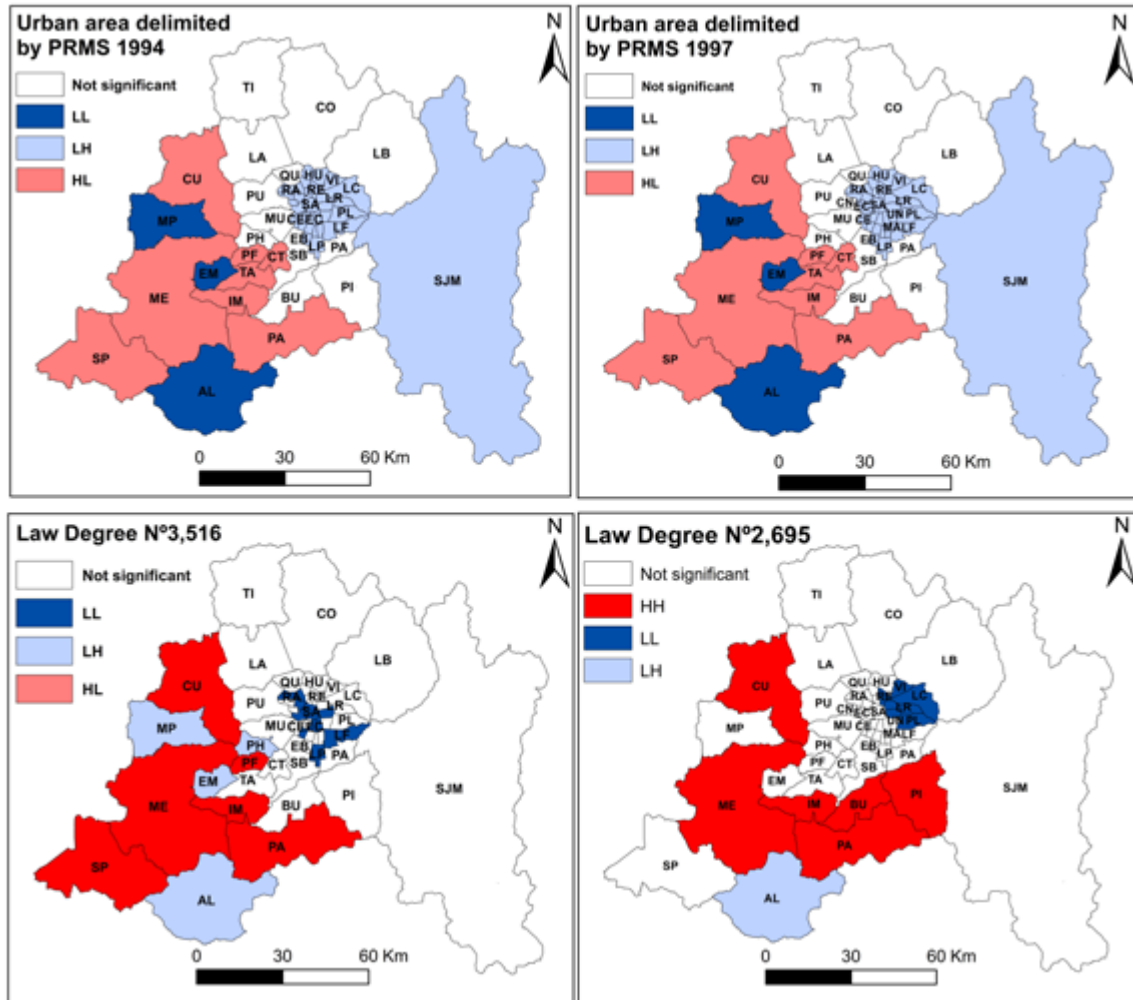


Figure 8 Lisa maps of urban expansion (Ha) between 1997 and 2013 and the explanatory factors by dimension.

4.3.5 Discussion

4.3.5.1 Urban expansion and spatial analysis

The Metropolitan Region of Santiago (Chile) in the period between 1997 and 2013 exhibited an urban expansion mainly towards rural and peri-urban municipalities, according to other studies on the region (De Mattos, 2010; Seto et al., 2012; Fuentes & Pezoa, 2018). Furthermore, less expansion towards the east and in the core zone of the region was identified, mainly for two reasons. First, the Andes Mountains act as a natural barrier, preventing the city's eastward expansion. Second, the core zone is dominated by the densification of existing urban areas (Vicuña, 2020).

Subsequently, we find that this expansion is positively autocorrelated, having a spatial dependence at the municipality level in the region, a trend similar to the analysis of growth patterns in other cities (Feng et al., 2019). Thus, the region presented a concentration of urban expansion mainly in the north and south of the region meaning that the expansion of urban areas at the municipal level in that sector tends to occur similarly in other nearby municipalities (Puertas et al., 2014; Silva & Vergara-Perucich, 2021). In this regard, the Moran Index was a useful tool to detect clusters of urban expansion through the identification of hot spots and cold spots, and could be useful for the identification of areas to intervene (Jing et al., 2022).

4.3.5.2 Physical factors

Regarding physical factors, it was observed that the factors of area and slope of the municipality were relevant for the region, being identified as variables related to urban expansion. For example, in a study applied to Spanish cities, it was observed that the higher the percentage of open space, the higher the level of urban expansion (Gómez-Antonio et al., 2016). Slope also plays a relevant role in urban expansion, as there is a tendency for urban expansion to expand towards places with less slope. The present case follows this trend identified in the literature by identifying the central area as LL as it is flat and corresponds to the consolidated urban area (Dewan & Yamaguchi, 2009; Thapa & Murayama, 2010).

Also, the presence of mountains hinders expansion, as they act as a natural barrier and make development more costly (DeSalvo & Su, 2019).

4.3.5.3 Socio-economic factors

The urban expansion tends to concentrate with population growth values, similar to the trend of other related studies applied to the MRSC, in which population growth in central municipalities tends to stagnate, thus distributing the metropolitan population towards peri-urban and rural municipalities (De Mattos, 2010; Hernández-Moreno & Reyes-Paecke, 2018). Similar trends have also been documented in other Latin American and world cities (Gómez-Antonio et al., 2016; Cruz-Muñoz, 2021). However, they differ from the case of European cities, where there is urban expansion but the annual rate of population decline (Kasanko et al., 2006).

Population density was a significant variable in the present study, showing spatial dissociation with urban expansion according to the Global Moran Index. In this specific context, municipalities experiencing higher urban expansion tend to have lower population density in their surroundings, and vice versa, similar to what has been observed by other studies (Aquino & Gainza, 2014; Naranjo, 2017). Furthermore, the city has possibly expanded to a greater extent than its population rate, mainly by developing low-density housing, which is generally a symptom of expansion (Robinson et al., 2005).

The increase in the annual housing rate shows a spatial pattern correlated with urban expansion that is more towards the north and west of the region. This pattern may be due to the implementation of a legal reform called “conditional urban development”. This mechanism allows the installation of new real estate projects in agricultural areas, converting them into new urban areas. Such a mechanism allows the development of new projects whose urbanisation costs are passed on to developers (Vicuña, 2013; Jiménez et al., 2018). Moreover, it is consistent with urban expansion towards the north, considering that between 2002 and 2011, 40,000 new dwellings were added, representing more than 10% of the housing stock in the period (De Mattos et al., 2014).

The variable representing municipalities with access to an inter-municipal highway was found to be positive but not statistically significant. Possibly because there was an increase in new urban developments near the highway starting in the 1990s, prior to the time frame of the study (Hidalgo & Borsdorf, 2007). Moreover, possibly because there were already new urban developments outside the city core, even prior to the development of highways (Figueroa & Rodríguez, 2013). Finally, since it was not possible to disaggregate the GDP variable at the municipality level, the annual increase in average income per household head by municipalities was analysed. The results show similar patterns to those identified in other studies, with an increase in income and urban expansion in the northern sector of the region. This could be due to the development of single-family housing in the form of gated condominiums associated with middle and upper socio-economic groups, contributing to socio-spatial segregation, as has been documented in other studies and cities in Latin America and the United States (Le Goix, 2005; Yunda & Sletto, 2020). In addition, it has been documented in studies elsewhere in the world that rising incomes can lead to urban expansion, as people seek larger housing and better living conditions. (M. O. Hassan et al., 2023).

4.3.5.4 Urban planning and regulatory factors

The urban planning and regulation factors in this study show that urban planning and policies can contribute to explaining urban land expansion in the region, as has been documented by other studies (Colsaet et al., 2018; Vicuña, 2013). Thus, the bivariate autocorrelation analysis with respect to the planning and regulation variables showed two different but complementary patterns. On the one hand, the spatial correlation between the urban area delimited by the 1994 and 1997 PRMS was negative, indicating a spatial dissociation with urban expansion in the region. As has been documented in other studies, this indicates that an expansion beyond the urban growth boundary (UGB) occurred towards the peri-urban and rural municipalities that were left out of the Plan (Barton & Ramírez, 2019; Petermann, 2006; Puertas et al., 2014; Schuster Olbrich et al., 2022; Vicuña, 2017). This differs from the case of the Oregon Land Use Plan in the United States, for example, where the plan limits expansion through larger-scale planning and zoning, protecting agricultural and natural lands (Dempsey et al., 2017). In this regard, there is an open debate in the literature on the spatial and temporal scale of implementing plans and their possible effects on urban expansion, especially in agricultural areas

and open spaces (Menzori et al., 2021; Nel·lo, 2010).

On the other hand, the regulations analysed, both Decree Law N°3.516 and Decree Law N°2.695, tended to spatially cluster with urban expansion at the municipal level, especially in those municipalities that correspond to municipalities with large extensions of agricultural land, located in the south of the region. Decree Law N°3,516 of 1980 facilitates the subdivision of rural properties into agricultural plots of 0.5 ha each, which enables low-density urban growth in agricultural areas of the region (Naranjo, 2017). On the other hand, Decree Law N°2.695 allows for the regularisation of low economic value constructions located on small public lands. Other studies have identified Decree Law N° 3,516 and Decree Law N° 2,695 as mechanisms that legally allow the city to expand by developing low-density housing on agricultural and public land. Thus, the case of MRSC has been referred to as “the normativity of the diffuse city” since it is legally allowed to expand through these mechanisms. (Jiménez et al., 2018; Silva & Vergara-Perucich, 2021).

This element of the present case study stands out, in contrast to the case of Portugal, where there were regulations and land use planning that assigned uses and protection to rural space. However, urban expansion took place anyway, and at the expense of these areas. The allocation of uses was ineffective and did not guide urban development in complex and extensive areas, such as metropolitan areas (Abrantes et al., 2016).

It should be noted that the spatial pattern of urban expansion in the MRSC, its negative correlation with the PRMS, and its positive correlation with DL 3516 and DL 2698 at the municipal level are consistent with the literature. In 1994, the PRMS primarily applied to central municipalities with the highest population densities, excluding the peri-urban and rural municipalities from the plan. This omission allowed for the widespread application of regulations DL 3516 and DL 2698, which permit low-density urban development in these areas. Consequently, the PRMS was modified and extended to those peri-urban and rural municipalities to promote a compact city and protect open spaces. To this end, the extension of the PRMS prohibited applying the decrees in these municipalities. However, many low-density developments had already been authorized prior to this modification. (Cruz-Muñoz, 2021; Jiménez et al., 2018; Naranjo, 2009).

While the present study contributes to understanding urban expansion and its explanatory factors through a spatial autocorrelation analysis, it has limitations.

To consider a broader analysis of the study area, there is a challenge regarding the availability of recent public data on land cover to understand the dynamics of urban expansion clustering with a broader and more current time horizon. In addition, incorporating the temporal dimension into the ESDA analysis is an effective tool for exploring the pattern of urban expansion clustering but has difficulties conveying temporal correlations (Jing et al., 2022). Furthermore, the present study considered the municipal administrative political division because of its relevance for urban planning. It is a predominant scale of analysis in urban expansion studies, as delimitation criteria may vary from country to country (Chettry, 2023). However, for a deeper understanding of the region's reality, underlying data on urban expansion at a smaller scale should be considered, as it may hide suburban or dispersed patterns in the region, and its identification is key for the sustainable urban development of the region (Seevarethnam et al., 2021; Steurer & Bayr, 2020; Wu et al., 2021). In addition, with the development of analyses with underlying data at a smaller scale, the application of other methods, such as the Moran Index for compactness assessment through its similar values, could be explored (Tsai, 2005; Salvati & Margherita, 2014). Complementary, the Shannon Entropy Index for analysing dispersion in the urban growth pattern of the region (Chettry & Surawar, 2021).

4.3.6 Conclusions

This study quantified urban expansion between 1997 and 2013 in the Metropolitan Region of Santiago, Chile, at the municipal level. The results identified the physical, socio-economic, urban planning, and urban regulation factors that influence urban expansion. The Global and Local Moran Index was applied at the municipality level to analyse urban expansion and the explanatory factors. Our conclusions are as follows.

Urban expansion occurred by 124% in the studied period, mainly in rural municipalities. Additionally, urban expansion tends to be spatially clustered, particularly in the northern and southern parts of the region. Consequently, the hypothesis of random urban expansion was rejected, indicating that spatial factors play a significant role.

At the factor level, through the bivariate Moran Index analysis, variables with a positive and negative coefficient with the values of urban expansion in the region stood out. That is, variables are grouped with similar values of urban expansion (positive correlation) or variables that present a dissociation in space with urban expansion (negative correlation). Regarding the Global and Local Moran Index, the variables with a positive correlation with the urban expansion at the municipality level were the annual population growth rate, housing and income of the household head, slope and the Decree Laws N°3516 and N°2965. Concerning the spatial patterns, these suggest an HH relationship between the variables and expansion in municipalities further away from the core area and LL in the core area. On the other hand, the following variables stood out with a negative coefficient: urban areas delimited by the PRMS in 1994 and 1997 at the municipal level (UGB) and population density. At the spatial pattern level, the concentration of high values of urban expansion was identified in those municipalities that remained outside the PRMS (peri-urban and rural municipalities). On the other hand, the concentration of low values of urban expansion was identified in those municipalities that were integrated by the PRMS (mainly core municipalities).

This study underscores the significance of employing the Moran Index to analyse urban expansion patterns and explanatory factors at the municipal level. In particular, the Moran Index can be a valuable tool for urban planners and decision-makers to prioritise those municipalities that require policies and interventions to address accelerated urban expansion and its negative effects. The decision-makers should establish densification and housing accessibility policies in denser areas

and establish environmental and agricultural protection policies for open spaces to protect municipalities from new urban development in undesirable areas. This study has provided evidence of how an urban planning instrument's territorially partial and gradual application over time may not control and guide expansive urban development towards peri-urban and rural municipalities in the region. Moreover, urban expansion has been promoted by the application of decrees that promote low-density developments on agricultural and public lands in the region. Therefore, the authorities should limit or repeal the regulations that promote low-density urban development in the region.

Future studies should deepen the analysis of expansive patterns and urban morphology with a greater temporal dimension and a smaller scale in the region. Studies should analyse the relationship between urban expansion and the effects of planning and regulation on growth patterns and, especially, explore the spatial effects of the identified decrees on possible urban sprawl. In this regard, studies should deepen and integrate the effects of planning and regulatory factors on urban patterns as they can play a key role in promoting or limiting urban expansion, especially in cities of the Global South.

The background of the page is a solid blue color. Overlaid on this background is a complex, abstract white line art design. The lines are thin and form a series of interconnected, irregular shapes that resemble a network or a stylized map. The lines vary in length and direction, creating a sense of movement and complexity. The overall effect is modern and minimalist.

**PARTE V: DISCUSIÓN CONJUNTA
Y CONCLUSIONES**

5. Discusión y conclusiones

En el presente capítulo se discuten en común los principales resultados de los tres artículos científicos presentados, con el objetivo de responder a las preguntas de investigación y evaluar la hipótesis planteada de la tesis doctoral.

5.1 Discusión de los resultados principales:

Hipótesis general:

En un contexto de expansión urbana de la Región, el Plan Regulador Metropolitano de Santiago ha sido ineficaz para controlar y frenar el crecimiento urbano expansivo en el período analizado (1997-2013).

El objetivo general de la presente tesis planteaba analizar los patrones espaciales de la expansión urbana de la Región Metropolitana de Santiago y el papel del Plan Regulador Metropolitano de Santiago en el crecimiento urbano expansivo, entre 1997 y 2013. Los resultados obtenidos de los artículos científicos presentados han confirmado la hipótesis principal de la tesis, demostrando que la ciudad se expandió físicamente durante el período de estudio. Inclusive, la expansión urbana de la Región identificada superó el límite urbano establecido por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago. De este modo, el límite urbano y la zonificación establecida por el Plan fueron ineficaces para contener la expansión de la ciudad.

En esta línea, se identificó que los factores de planificación urbana y la normativa urbana sí juegan un rol en el crecimiento expansivo, existiendo una hibridez entre desregulación del suelo y un rol activo del Estado que establece regulaciones urbanas que permiten expandir la ciudad, contradiciendo el objetivo del Plan de promover una ciudad compacta (Barton & Ramírez, 2019; Vicuña, 2013). En esta línea, al explorar los efectos espaciales del Plan Regulador Metropolitano y de los DL 3.516 y DL 2.698, identificamos una correlación negativa y una positiva, respectivamente. Es decir, los municipios que quedaron fuera del Plan concentraron

una alta expansión urbana en el período, y aquellos municipios que concentraron la mayor aplicabilidad de los DL 3.516 y DL 2.698 se correlacionaron espacialmente con valores altos de expansión urbana en el período de estudio, consistente con la literatura (Fuentes & Pezoa, 2018; Naranjo, 2017; Petermann, 2006).

A continuación, se desarrollan los siguientes apartados con la finalidad de analizar las tres hipótesis planteadas para cada pregunta específica de investigación, detallando las conclusiones conjuntas del documento.

Preguntas de investigación:

Pregunta 1: ¿Cuáles son los patrones espaciales y temporales del crecimiento urbano en expansión de la Región Metropolitana de Santiago de Chile entre 1997 y 2013?

Sub-Hipótesis 1: En un contexto de expansión urbana a nivel mundial, la Región Metropolitana de Santiago tuvo una expansión a un ritmo y escala acelerada, especialmente hacia las áreas periféricas de la Región entre 1997 y 2013.

El presente estudio ha identificado una expansión urbana de la Región Metropolitana de Santiago de Chile entre 1997 y 2013, que se alinea con las dinámicas de expansión observadas a nivel mundial (Seto et al., 2011). Esta expansión ocurre a un ritmo superior al del crecimiento demográfico, caracterizándose por una baja densidad, y orientándose hacia las áreas periurbanas y rurales de la región, principalmente de norte y suroeste. Los resultados son consistentes con las tendencias expansivas de las ciudades a nivel mundial y latinoamericano (Cruz-Muñoz, 2021; De Mattos et al., 2014; Domingo et al., 2021), lo que amenaza la sostenibilidad urbana regional (Naranjo, 2017).

A nivel regional, la ciudad se expandió un 124% entre 1997 y 2013, siendo más notable la hacia las subregiones (provincias) del norte (Chacabuco) y suroeste (Melipilla, Talagante) de la región. Este crecimiento conllevó una pérdida principalmente del suelo agrícola de la región, similar a la tendencia establecida en otros estudios para Santiago (Montoya-Tangarife et al., 2017; Naranjo, 2017).

La tasa anual de crecimiento físico de la ciudad a nivel regional fue de 5,2%, superando la tasa anual de 2,9% proyectada por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS). Esto confirma que existió un crecimiento acelerado en la región. Además, las tasas anuales de expansión urbana a nivel subregional, superaron el 10% en las provincias del norte (Chacabuco) y suroeste (Melipilla, Talagante), lo que concuerda con otros estudios de Santiago y de otras metrópolis latinoamericanas (De Mattos et al., 2014; Yunda & Sletto, 2020). La expansión urbana observada es consistente con otros estudios, que señalan que los municipios del centro de la región no experimentaron un crecimiento significativo debido a que corresponden a la mancha urbana consolidada. Además, el crecimiento hacia el este de la región fue limitado, en gran parte por la presencia de la Cordillera de los Andes que opera como una barrera natural (Silva & Vergara-Perucich, 2021; Vicuña, 2013).

Por otro lado, la tendencia global observada en la literatura indica que las ciudades se están expandiendo a mayor ritmo que las tasas de población (Seto et al., 2010), y el caso de Santiago es similar a esta tendencia. La densidad poblacional en la región disminuyó significativamente, pasando de un total de 87,4 a 52,8 (habitantes/Ha edificada). Esta tendencia se traduce en una tasa anual de densidad poblacional de -3,1, destacando la pérdida de densidad en los municipios con mayor expansión, al norte y suroeste de la región. Este fenómeno se alinea con otros estudios que analizan el caso de Santiago, los cuáles identifican una pérdida de población en áreas centrales y un aumento en las periurbanas y rurales, como síntoma de expansión urbana (De Mattos, 2010; Fuentes & Pezoa, 2018; Puertas et al., 2014).

Pregunta 2: ¿Qué papel juega el Plan Regulador Metropolitano de Santiago con relación a orientar y limitar la expansión urbana de la Región Metropolitana de Santiago de Chile entre 1997 y 2013?

Sub-Hipótesis 2: El Plan Regulador Metropolitano de Santiago juega un rol limitado para orientar y controlar la expansión urbana ocurrida entre 1997 y 2013 en la región analizada.

El Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) ha demostrado ser insuficiente para orientar y controlar el crecimiento expansivo en la Región Metropolitana de Santiago de Chile. Este estudio evidencia que, de un aumento total del 124% en la expansión a nivel regional, un 75% ocurrió fuera del límite urbano, mientras que sólo un 49% ocurrió dentro del límite urbano, similar a la tendencia de otros estudios (Hernández-Moreno & Reyes-Paecke, 2018). Es decir, la expansión urbana ocurrió en mayor medida en el área no destinada para recibir nuevos desarrollos urbanos establecida por el PRMS (Vicuña, 2017).

La planificación del uso de suelo, a través de mecanismos como la zonificación y el límite de crecimiento urbano, está diseñada para controlar las decisiones del uso de suelo, establecer medidas de protección y orienta las fuerzas del mercado que impulsan el cambio urbano (Gennaio et al., 2009). A pesar de contar con dichos mecanismos y una normativa urbanística que buscaban una ciudad compacta y proteger los espacios rurales, la expansión urbana se produjo contradiciendo dicha estrategia (Vicuña, 2017). Lo anterior, ha ocurrido gracias a un rol híbrido del Estado, que ha establecido una desregulación del suelo rural y ha implementado mecanismos normativos que permiten expandir legalmente la ciudad, contradiciendo el objetivo de ciudad compacta del PRMS. La literatura se refiere a este fenómeno como la “normatividad de la ciudad difusa” (Jiménez et al., 2018: 27) y “debilidad regulatoria” (Silva & Vergara-Perucich, 2021: 16), haciendo referencia a la presencia de mecanismos normativos establecidos en el propio Plan y en la normativa urbana que habilitan la expansión de la ciudad. Lo anterior, se inserta en un debate amplio sobre el caso de las metrópolis latinoamericanas y de otras regiones, en las que se discute si la expansión urbana es un fenómeno no deseado de la planificación o bien, una estrategia de uso de suelo planificada establecida pero “de forma diferente” (Barton & Ramírez, 2019; Pagliarin, 2018 p.1).

En este contexto, el PRMS ha experimentado diversas modificaciones durante su vigencia, ampliando su extensión territorial con el objetivo de proveer mayor suelo urbanizable. Estos cambios han supuesto una transición desde un enfoque racional-comprehensivo hacia una lógica de desarrollo urbano condicionado, abandonando su estrategia de crecimiento interno, facilitando la expansión de la ciudad hacia áreas alejadas del núcleo central (Vicuña, 2017).

De esta manera, tanto el PRMS como la legislación urbanística han implementado reformas y herramientas que “dotan de los instrumentos necesarios a los agentes urbanísticos para promover legalmente la implantación residencial en prácticamente cualquier ámbito territorial” (Jiménez et al., 2018; p.42). Un ejemplo significativo, es la reforma del artículo 55 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones en el 2003, que permitió la posibilidad de construir viviendas sociales fuera de los límites urbanos (Hidalgo, 2004). Además, la implementación de leyes como el Decreto Ley 3.516 de 1980 ha facilitado el desarrollo de viviendas de baja densidad en áreas agrícolas, lo que ha sido identificado como un factor que contribuyó a la expansión urbana en áreas periurbanas y rurales (Naranjo, 2009),

La débil planificación asociada a un rápido crecimiento urbano en expansión ha permitido ocupar espacios periurbanos de alto valor ecológico y agrícola (Abrantes et al., 2016; Hidalgo, 2004), siendo incapaz de controlar y orientar el desarrollo urbano en las zonas no destinadas para aquello (Seto et al., 2010). El cambio de enfoque del PRMS, pasó de una planificación racional a un enfoque por condiciones, lo que ha permitido la creación de núcleos urbanos alejados de la mancha urbana histórica (Hidalgo & Borsdorf, 2007). Por lo tanto y conforme a la literatura, la delimitación entre campo y ciudad en el caso analizado, no es tan nítida (De Mattos, 2010).

En el contexto de la rápida expansión de las ciudades latinoamericanas, la preocupación por la sustentabilidad ha llevado a la implementación de políticas urbanas y estrategias de compactación. Sin embargo, estas iniciativas a menudo han sido influenciadas por el interés del sector privado, lo que ha transformado la planificación urbana orientada al Estado a un enfoque de planificación basada en el apoyo de desarrolladores privados (Arabindoo, 2009; Yunda & Sletto, 2020). Este cambio implica una subordinación de la planificación, donde el límite urbano es zanjado por un juego entre la oferta y la demanda (Rajevic, 2020). Así, las normativas urbanas pueden contribuir a la sobreocupación del suelo o incentivar un crecimiento expansivo, promoviendo bajas densidades

como el caso analizado (Colsaet et al., 2018; Robinson et al., 2005).

A pesar del potencial que tienen las políticas urbanas para ordenar el territorio, han demostrado ser insuficientes para controlar y orientar el desarrollo urbano en el caso analizado (Seto et al., 2010). Esto es especialmente relevante en áreas metropolitanas, que son consideradas como áreas complejas y extensas, lo que dificulta la asignación eficaz del uso de suelo (Abrantes et al., 2016).

3. Pregunta 3: ¿Qué factores explican los patrones espaciales de expansión urbana en la Región Metropolitana de Santiago de Chile entre 1997 y 2013?

Sub-Hipótesis 3: Los factores identificados inciden positivamente en la expansión urbana en la región de estudio, promoviendo un crecimiento urbano expansivo hacia áreas periféricas de la región.

Identificar los factores que influyen en el crecimiento urbano expansivo y el cambio de suelo urbano es todo un desafío (Rounsevell et al., 2012). En este sentido, la expansión urbana es el resultado de una compleja interacción entre principalmente factores físicos, geográficos, sociales, económicos y político-institucionales (Lambin et al., 2003; Pagliarin, 2018). Muchos estudios se enfocan en los factores demográficos, como el crecimiento de la población urbana, y en los factores económicos, como el aumento del Producto Interno Bruto (PIB), que se consideran como factores claves que inciden en la expansión urbana, con diferentes intensidades y grados dependiendo de la región observada (Jiang et al., 2016). Por ejemplo, en China, el PIB actúa como un impulsor significativo en la expansión urbana. En contraste, en África o India, el crecimiento de la población es un factor más significativo. Sin embargo, tanto el crecimiento de la población urbana y el aumento del PIB explican un porcentaje limitado de la expansión urbana. En este sentido, existen otros factores no captados por el aumento de la población y del PIB como impulsores que desempeñan un papel relevante en este proceso (Seto et al., 2011).

De este modo, se ha prestado menos atención al rol de la planificación y la normativa urbana como factores que inciden en la forma urbana y sus efectos espaciales, los cuáles pueden analizarse a través del Índice de Moran (Y. Zhong et al., 2020). En cuanto a los efectos espaciales identificados, es importante considerar la primera ley de Tobler, que señala: “todo está relacionado con todo lo demás, pero las cosas cercanas entre sí están más relacionadas entre sí” (Jing et al., 2022; p.4). En la región analizada, la expansión urbana presenta una auto correlación espacial positiva nivel municipal, lo que permite rechazar la hipótesis nula sobre aleatoriedad del fenómeno. Como se ha señalado precedentemente, los municipios rurales y periurbanos ubicados al norte y suroeste de la región, se agrupan concentrando altos valores de expansión urbana durante el período de estudio.

Por otra parte, se identificaron y exploraron los efectos espaciales a través del Índice de Moran Global y Local, elaborando además mapas LISA, de los factores físicos,

socioeconómicos, así como de la planificación y normativa urbana que influyen en la expansión urbana a nivel municipal. En términos generales, los factores físicos y socioeconómicos influyeron con diferentes intensidades en la expansión urbana. Entre los factores físicos, se identificó la altitud, la elevación y el área del municipio. Entre los factores socioeconómicos destacan el aumento de la tasa anual de la población, la densidad poblacional, si el municipio tiene acceso (o no) a una autopista interurbana, la tasa anual de ingresos del jefe(a) de hogar y el aumento de la tasa anual de vivienda. Específicamente, respecto al aumento de la tasa anual de población y la densidad poblacional, los resultados coinciden con la tendencia observada de Santiago y de otras metrópolis latinoamericanas (Cruz-Muñoz, 2021; Yunda & Sletto, 2020). Se observó un aumento de la población en los municipios periurbanos y rurales de la ciudad, concentrándose espacialmente en los sectores norte de la ciudad de Santiago (De Mattos et al., 2014; Fuentes & Pezoa, 2018). Además, se identificó una pérdida de densidad en los municipios periurbanos y rurales alejados del núcleo de la ciudad, lo que resulta en un aumento de la mancha urbana más rápido que el aumento de la población, fenómeno reconocido como síntoma de expansión urbana (Seto et al., 2010, 2011).

En este sentido, la disminución de la densidad de población a nivel regional es un problema bastante común de las ciudades a nivel global, siendo reconocido como una de las amenazas más importantes para la sostenibilidad urbana (Gennaio et al., 2009; Schulz et al., 2010). Así, en el caso de Santiago, que ha implementado una política de gestión de crecimiento urbano para controlar la expansión, estableciendo bajas densidades en los municipios periurbanos y rurales para limitar el desarrollo de áreas rurales fuera de los centros urbanos, se ha producido el desarrollo de viviendas unifamiliares de baja densidad. Esto ha resultado en una pérdida sustancial de áreas agrícolas y naturales de la región. En este sentido, las políticas de baja densidad pueden tener efectos adversos al promover una dispersión y fragmentación del territorio (Abrantes et al., 2016; Robinson et al., 2005).

Además, en relación con el incremento anual del ingreso medio por jefe(a) de hogar por comuna, los resultados son coherentes con los documentados por otros estudios. Se observa un patrón en el que las comunas del norte, suroeste (Colina, Melipilla, Paine) han expandido sus áreas urbanas debido al aumento de la tasa anual de ingresos de jefe (a) de hogar. Este fenómeno podría atribuirse al desarrollo de viviendas unifamiliares en forma de condominios cerrados destinados a familias de ingresos medios-altos. Esta tendencia contribuye a la segregación socioespacial,

fenómeno que ha sido documentado en diversos estudios en América Latina y Estados Unidos (Hidalgo, 2004; Le Goix, 2005).

En relación con los factores de planificación y de normativa urbana y sus efectos espaciales, se observaron resultados disímiles. Se exploró la correlación espacial del límite urbano definido por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) y de los DL 3.516 y DL 2.698, que han sido identificadas como normativas relevantes en estudios anteriores sobre expansión urbana.

Por un lado, los resultados concordaron con lo señalado en otros estudios respecto a la correlación positiva de la expansión y la aplicación de los DL 3.516 y DL 2.698 (Naranjo, 2017; Vicuña, 2017). Este análisis indicó una correlación espacial positiva entre aquellos municipios que experimentaron altas tasas de expansión, rodeados de municipios en los que se aplicaron en mayor cantidad las autorizaciones establecidas en los DL 3.516 y DL 2.698. Es decir, estas normativas permitieron el desarrollo de viviendas de baja densidad en suelo agrícola y en suelo fiscal, habilitando legalmente la expansión de la ciudad (Jiménez et al., 2018; Silva & Vergara-Perucich, 2021).

Por otro lado, se observa que el área urbana definida por el límite urbano establecido por el Plan, presenta una correlación espacial negativa con la expansión urbana observada. Esto se debe a que los municipios que más se expandieron fueron aquellos que quedaron fuera del área urbana definida por el PRMS, es decir, las áreas periurbanas y rurales que no fueron inicialmente incorporados por el Plan. Desde la implementación del PRMS en 1994, éste se centró en los municipios centrales con mayor densidad poblacional, excluyendo las áreas periurbanas y rurales. Esta exclusión permitió la implementación de normativas como el DL 3.516 que facilitó el desarrollo de viviendas de baja densidad en el suelo agrícola. En consecuencia y de manera posterior, se modificó el PRMS y se amplió el límite urbano progresivamente alcanzando a los municipios periurbanos y rurales con el fin de prohibir la aplicación de dicha normativa. Sin embargo, muchos desarrollos de baja densidad ya habían sido autorizados antes de estas modificaciones y debido a la especulación generada por dichas reformas (Cruz-Muñoz, 2021; Jiménez et al., 2018; Naranjo, 2009). En este sentido, la literatura indica que, las modificaciones frecuentes del Plan, al menos tres veces en menos de 15-20 años, revelan la incapacidad para controlar el crecimiento urbano expansivo (Gennaio et al., 2009; Hidalgo & Borsdorf, 2007; Vicuña, 2022).

5.2 Conclusiones generales

Esta tesis aporta a una comprensión más profunda de los patrones espaciales del crecimiento urbano expansivo y sus factores explicativos, con un enfoque en el papel de la planificación y la normativa urbana aplicada a una metrópolis latinoamericana. Los resultados corroboran lo observado en otros estudios sobre la Región Metropolitana de Santiago de Chile, alineándose con la tendencia de otras metrópolis a nivel global, con características y patrones específicos. Además, se ha identificado que los factores de planificación y normativa urbana han contribuido a la expansión de la ciudad sobre suelo agrícola y natural, afectando la sustentabilidad urbana de la región.

1. Expansión urbana de la región Metropolitana de Santiago y el rol del Plan Regulador Metropolitano de Santiago para orientar dicho crecimiento.

El presente estudio contribuye a la comprensión de la evolución de los patrones espaciales de expansión urbana, centrándose en el rol del Plan Regulador Metropolitano de Santiago en dicho proceso. Este enfoque, novedoso para el análisis de una ciudad del Sur Global, es especialmente relevante dado que existen menos estudios sobre políticas de compactación en las metrópolis latinoamericanas (Horn, 2020), y se proyecta que el proceso de expansión urbana continuará en las próximas décadas (Fuentes & Pezoa, 2019; Montoya-Tangarife et al., 2017; Puertas et al., 2014).

De este modo, el caso de la Región Metropolitana de Santiago de Chile refleja la tendencia de otras metrópolis latinoamericanas, que experimentan una alta y acelerada expansión, caracterizada por una baja densidad en las áreas periurbanas y rurales, síntoma de que la ciudad se está expandiendo. Esta tendencia se enmarca en una dirección global donde las ciudades se están expandiendo a mayor ritmo que el crecimiento poblacional (Seto et al., 2011). En el caso analizado, la expansión urbana ocurre más allá del área urbana definida por el Plan, lo que ha puesto en evidencia la ineficacia del límite urbano y la zonificación establecida.

El objetivo de promover una ciudad compacta y proteger las áreas agrícolas y de valor natural se ve perjudicada por una rápida expansión urbana, con variaciones de intensidad desagregadas a nivel subregional (provincias) y municipal, destacando

los municipios rurales y periurbanos al norte y al suroeste de la región (Gennaio et al., 2009; Robinson et al., 2005; Silva & Vergara-Perucich, 2021). En consecuencia, la estrategia de compactación basada en el límite urbano y la zonificación, ampliamente reconocidas como estrategias que se insertan en la planificación urbana, ha resultado insuficiente para controlar la expansión en la región. En este marco, como lo ha indicado la literatura sobre otras metrópolis latinoamericanas, las estrategias de densidad y políticas de compactación fueron transferidas desde el Norte Global en un contexto de globalización, reestructuración económica y neoliberalización, lo que podría perjudicar el desarrollo de formas urbanas más sostenibles (Yunda & Sletto, 2020).

2. Expansión urbana como una forma de estrategia de planificación establecida pero de forma “diferente”.

La expansión urbana que ocurre más allá del límite urbano encuentra respaldo en el rol del Estado, que establece mecanismos normativos que permiten expandir la ciudad en áreas no destinadas para aquello, contradiciendo el objetivo del Plan de promover una ciudad compacta (Barton & Ramírez, 2019). Este proceso de expansión más allá de límite urbano no se produce a pesar de la planificación y de la normativa urbana existente, sino que ocurre a través de mecanismos establecidos por el propio Estado, que están establecidos en el Plan y la legislación urbana.

El objetivo del PRMS de promover formas urbanas más sostenibles, bajo agendas y reformas neoliberales se debilita (Brenner & Theodore, 2002; Mansfield, 2004). Esta expansión urbana ha sido promovida y facilitada por la desregulación del suelo rural y por un rol activo del Estado en el mantenimiento de normativas urbanas que favorecen al mercado para construir en áreas no urbanas (Barton & Ramírez, 2019; Mansfield, 2004; Vicuña, 2013). Este fenómeno ha sido identificado como “la normatividad de la ciudad difusa” (Jiménez et al., 2018: p. 27), o “debilidad regulatoria” (Silva & Vergara-Perucich, 2021: p. 16), haciendo referencia a la existencia de mecanismos establecidos en el propio Plan y en la legislación urbana para expandir la ciudad. Según Cruz-Muñoz (2021), los procesos de producción de la ciudad suburbana han evolucionado de una urbanización más informal a una lógica de urbanización que promueve los espacios formalmente construidos, teniendo la expansión urbana un fuerte respaldo institucional (Heinrichs et al., 2009). Por lo tanto, la expansión urbana observada no debe ser considerada

únicamente como un efecto no deseado de la planificación (Ahani & Dadashpoor, 2021; Barton & Ramírez, 2019), sino más bien como una estrategia de uso de suelo establecida pero de forma “diferente” (Pagliarin, 2018: p.1). Esta perspectiva coincide con lo establecido por Jackson (1985), que indica que la expansión urbana y la producción suburbana es producto de políticas gubernamentales que influyen en el desarrollo y uso de suelo urbano.

El rol del Plan Regulador Metropolitano de Santiago durante el período analizado, se considera como más reactivo que preventivo en cuanto a su capacidad para orientar y controlar la expansión observada. Inicialmente, el Plan se enfocó en las áreas urbanas más consolidadas y densas, situadas en los municipios centrales de la región, donde se encontraba la mancha urbana histórica. Desde el año 1994, el límite urbano del Plan tuvo que ser modificado en tres oportunidades para hacer frente a la acelerada expansión, lo que cuestiona su capacidad para orientar y controlar la expansión urbana, considerada como una planificación débil por la literatura (Pierri et al, 2021; Silva & Vergara-Perucich, 2021). La incapacidad para hacer frente a la expansión del Plan, se vio agravada por la desregulación del suelo rural y por un papel activo del Estado en la promoción de mecanismos normativos que permitieron la expansión de la ciudad.

Finalmente, hay que destacar que el Índice de Moran aplicado, se ha mostrado como una herramienta útil para explorar los efectos espaciales de los factores analizados, permitiendo identificar a los municipios que requieren intervención prioritaria de políticas urbanas con el objetivo de promover formas urbanas más sostenibles (Jing et al., 2022).

The background of the page is a solid blue color. Overlaid on this background is a complex, abstract white line art design. The lines are irregular and jagged, forming a series of interconnected, somewhat chaotic shapes that resemble a network or a stylized map. The lines vary in thickness and direction, creating a sense of movement and complexity. In the lower-middle section of the page, there is a dark blue horizontal bar. Inside this bar, the text 'PARTE VI: REFLEXIONES FINALES' is written in a white, uppercase, sans-serif font. The text is centered horizontally within the bar.

PARTE VI: REFLEXIONES FINALES

6. Fortalezas, limitaciones y futuros estudios.

Si bien el presente trabajo de tesis desarrollado a través de tres artículos científicos destaca con fortalezas y contribuciones a la literatura, no está exento de limitaciones, que presentan también la oportunidad para el desarrollo de futuros estudios.

6.1 Fortalezas de la tesis

Esta tesis contribuye a la comprensión de los procesos de expansión urbana aplicado a una ciudad latinoamericana, analizando el rol de la planificación y de la normativa urbana en términos de orientar dicho crecimiento, desde un enfoque multiescalar e interdisciplinario. La tesis aporta un análisis empírico que permite visibilizar y analizar la eficacia de los planes urbanísticos en relación con la expansión urbana en una ciudad del Sur Global. Cabe señalar que existe literatura limitada que analice las estrategias de compactación en este tipo de ciudades (Gennaio, 2009, Horn, 2020; Puertas, 2014; Horn, 2020). En especial, considerando que las políticas de compactación implementadas a través de la planificación urbana fueron desarrolladas en las ciudades del Norte Global, no han sido suficientemente analizadas en el contexto de las metrópolis latinoamericanas. Por lo tanto, la presente investigación representa una valiosa oportunidad de contribuir a la literatura existente y a los tomadores de decisiones respecto de una estrategia de compactación aplicada a una ciudad del Sur Global.

Además, la tesis busca vincular en el análisis de la expansión urbana el papel que juega el Plan Regulador Metropolitano de Santiago, el cual es un aspecto menos explorado en la literatura actual (Hersperger et al., 2018). Para ello, evaluamos los resultados del plan en la comparación de usos a través del SIG, mediante los usos definidos por el plan y el cambio real a través de la teledetección. Por otro lado, integra en el análisis el rol de la normativa urbana, ya que el derecho juega un rol en la configuración de espacio, destacando su intersección con la expansión urbana identificada (Barkan, 2011; Irus Bravermann et al, 2014). En este sentido, es fundamental que los estudios urbanos y de planificación urbana consideren

el rol del derecho en la ordenación del territorio, ya que, los marcos normativos son parte de la realidad urbana en una medida mucho mayor de lo que suele pensarse (Azuela, 2016). Complementando este enfoque, se integró en el análisis la dimensión espacial de la expansión urbana y sus factores impulsores, basados en Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (ESDA, por sus siglas en inglés) a través del Índice de Moran Global y Local, integrando la normativa urbana, considerando un enfoque interdisciplinario.

6.2 Limitaciones de la tesis

Aunque el trabajo de tesis doctoral presenta fortalezas y contribuciones significativas a la literatura de los estudios urbanos, también enfrenta limitaciones durante su desarrollo. Una de las principales limitaciones dice relación con la disponibilidad de datos espaciales obtenidos (coberturas de uso de suelo), en especial en relación con el cambio y avance tecnológico de las imágenes satelitales obtenidas y un cambio de criterio para desarrollar el catastro de cobertura del suelo. En esta línea, se identificó cambios en la metodología utilizada de teledetección de la cobertura del suelo de CONAF, lo que nos permitió enfocarnos y utilizar únicamente la categoría de área edificada (uso de suelo urbano). Esta categoría se mantuvo constante durante el desarrollo de la tesis y ha sido apoyada por la literatura de cobertura del suelo, siendo útil para cuantificar la expansión construida en la zona edificable y no edificable en la Región (Henríquez-Dole et al., 2018; Hernández-Moreno & Reyes-Paecke, 2018; Montoya-Tangarife et al., 2017).

Es fundamental contar con información espacial más actualizada ya que el catastro de cobertura del suelo de CONAF no ha sido renovado desde 2013. La disponibilidad de datos públicos de calidad, estandarizados y publicados periódicamente y actualizados, es clave para implementar herramientas de planificación urbana y promover procesos de tomas de decisiones eficientes y bien diseñados. Asimismo, la calidad de los datos obtenidos elaborados por CONAF y levantados mediante teledetección presentan limitaciones. Sería valioso contar con datos a menor escala geográfica a nivel censal o de barrio y poder ahondar en los patrones espaciales de expansión urbana a menor escala, para profundizar el estudio morfológico de los patrones espaciales. Con el desarrollo de análisis con datos subyacentes a menor escala, se podría explorar la aplicación de otros métodos, como el índice de Moran para la evaluación de la compacidad a través de sus valores similares

(Salvati y Margherita, 2014; Tsai, 2005) o bien, la aplicación del Índice de Entropía de Shannon para analizar la dispersión en el patrón de crecimiento urbano de la región (Chettry y Surawar, 2021).

Finalmente, un factor relevante en la literatura sobre factores que inciden en la expansión urbana a nivel global dice relación con la influencia del crecimiento económico a través del Producto Interno Bruto para su análisis (Jiang et al., 2013). Sin embargo, dada la escala de análisis y la imposibilidad de desagregar la información no se consideró la influencia del PIB, siendo un desafío considerar sus efectos y en particular a menor escala (Seto et al., 2011).

6.3 Futuras líneas de investigación

En relación con la parte final de las reflexiones, revisadas las fortalezas y debilidades de la tesis, cabe señalar futuras líneas de investigación sugeridas a partir del desarrollo de la presente investigación:

1. En el contexto del cambio de suelo y cobertura de suelo ("*Land Use Land Cover Change*"), se debe profundizar en el análisis del cambio de suelo en general, no sólo focalizado al uso de suelo urbano, avanzando hacia análisis que integren otros tipos de suelo con un nivel de mayor desagregación de las clasificaciones de suelo.
2. Analizar la expansión urbana en una menor escala geográfica (a nivel censal o de barrio) para profundizar los patrones de crecimiento urbano y poder emplear otros tipos de análisis espaciales para ahondar en la morfología urbana y su compacidad.
3. Abordar una dimensión temporal más amplia y actualizada de información espacial, para tener una perspectiva mayor del fenómeno de la expansión urbana y determinar con mayor profundidad sus alcances e implicancias espaciotemporales. Lo anterior, para poder emplear otras técnicas metodológicas y de análisis (Análisis exploratorio espaciotemporal de datos, ESTDA, Modelos de Regresión Espacial).
4. Futuros estudios deben considerar las consecuencias de las políticas de baja densidad y los efectos deseados y no deseados de la planificación urbana en la expansión de la ciudad, en especial en áreas de protección ambiental y no destinadas para recibir nuevos desarrollos urbanos.

5. Avanzar en la integración de los efectos espaciales de la normativa urbana y de los planes urbanísticos en la expansión urbana, y su posible contribución a la promoción de formas urbanas más sostenibles.

6. Por último, se debe robustecer la literatura con estudios que consideren ciudades del Sur Global, aportando reflexiones y alcances de política pública que puedan contribuir a escala global, fortaleciendo dicho sector de la literatura.

The background of the page is a solid blue color. Overlaid on this background is a complex, abstract white line art design. The lines are thin and form a network of interconnected, irregular shapes and paths that resemble a stylized map or a network diagram. The lines vary in length and direction, creating a sense of movement and connectivity across the page.

PARTE VII: REFERENCIAS Y ANEXOS

7.1 Referencias

Abrantes, P., Fontes, I., Gomes, E., & Rocha, J. (2016). Compliance of land cover changes with municipal land use planning: Evidence from the Lisbon metropolitan region (1990-2007). *Land Use Policy*, 51(May 2015), 120–134. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.10.023>

Ahani, S., & Dadashpoor, H. (2021). Urban growth containment policies for the guidance and control of peri-urbanization: a review and proposed framework. *Environment, Development and Sustainability*, 23(10), 14215–14244. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01268-5>

Allmendinger, P., & Haughton, G. (2013). The Evolution and Trajectories of English Spatial Governance: “Neoliberal” Episodes in Planning. *Planning Practice and Research*, 28(1), 6–26. <https://doi.org/10.1080/02697459.2012.699223>

Alvarez Correa, L., Salazar Barrows, A., & Hidalgo Dattwyler, R. (2003). Los condominios y urbanizaciones cerradas como nuevo modelo de construcción del espacio residencial en Santiago de Chile (1992-2000). *Scripta Nova. Revista Electronica de Geografía y Ciencias Sociales*, 7(7), 123. <https://doi.org/10.1344/sn2003.7.762>

Andrews, E., & McCarthy, J. (2014). Scale, shale, and the state: Political ecologies and legal geographies of shale gas development in Pennsylvania. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 4(1), 7–16. <https://doi.org/10.1007/s13412-013-0146-8>

Anselin, L. (1995). Local Indicators of Spatial Association—LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), 93–115. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>

Anselin, L. (2003). GeoDa 0.9 User’s Guide. *Center for Spatially Integrated Social Science*: <http://www.csiss.org/>

Aquino, F. L., & Gainza, X. (2014). Understanding density in an uneven city, Santiago de Chile: Implications for social and environmental sustainability. *Sustainability (Switzerland)*, 6(9), 5876–5897. <https://doi.org/10.3390/su6095876>

- Arabindoo, P. (2009). Falling apart at the margins? Neighbourhood transformations in peri-urban Chennai. *Development and Change*, 40(5), 879–901. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7660.2009.01587.x>.
- Arenas, F. (1998). El Ordenamiento Territorial en el Marco de la Planificación Territorial. *Revista de Geografía Norte Grande*, 23, 55–61.
- Artmann, M., Inostroza, L., & Fan, P. (2019). Urban sprawl, compact urban development and green cities. How much do we know, how much do we agree? *Ecological Indicators*, 96, 3–9. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.10.059>
- Azuela, A. (2016). *La ciudad y sus reglas. Sobre la huella del derecho en el orden urbano*. Vol. XX (A. Azuela (ed.); Primera ed. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Baeriswyl, F. (2001). *Introducción al Ordenamiento Territorial Rural en Chile*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Agencia Cooperación en Chile. (94 páginas). Santiago, Chile.
- Baeten, G. (2012). *Neoliberal Planning: Does It Really Exist?* In G. B. T. Ta, san-Kok (Ed.), *Contradictions of Neoliberal Planning* (Springer S, Vol. 102, pp. 205–211). https://doi.org/10.1007/978-90-481-8924-3_11
- Barton, J. R., & Ramírez, M. I. (2019). The Role of Planning Policies in Promoting Urban Sprawl in Intermediate Cities: Evidence from Chile. *Sustainability* (Switzerland), 11(24), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su11247165>
- Baum-snow, N. (2007). Did Highways Cause Suburbanization ? *The Quarterly Journal of Economics*, 122(2), 775–805. <https://www.jstor.org/stable/25098858>
- Blank, Y., & Rosen-zvi, I. (2010). The spatial turn in legal theory. Hagar: *Studies in Culture, Polity and Identity*, 1–24. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2937221
- Blomley, N. (2017). Land use, planning, and the “difficult character of property.” *Planning Theory and Practice*, 18(3), 351–364. <https://doi.org/10.1080/14649357.2016.1179336>
- Blomley, N. K. (1989). Text and context: Rethinking the law-space nexus. *Progress in Human Geography*, 13(4), 512–534. <https://doi.org/10.1177/030913258901300403>
- Booth, P. (2016). *Planning and the rule of law*. *Planning Theory and Practice*, 17(3), 344–360. <https://doi.org/10.1080/14649357.2016.1183810>

Bovet, J., Reese, M., Köck, W., Freemark, Y., Wyndham, K. E., Castro, C. P., Sarmiento, J. P., Williams, B., Nedović-Budić, Z., Horn, A., Swaffield, S. R., Buitelaar, E., Manville, M., Monkkonen, P., Lens, M., Qian, Z., Pagliarin, S., De Decker, P., Weitz, J., ... Levrel, H. (2020). What drives land take and urban land expansion? A systematic review. *Planning Practice and Research*, 79(1), 339–349. <https://doi.org/10.1016/j.landuse-pol.2017.03.024>

Brand, P. C. (2009). *La globalización neoliberal y la planeación urbana: perspectivas para América Latina*. La Ciudad Latinoamericana En El Siglo XXI: Globalización, Neoliberalismo, Planeación, 7–24.

Brenner, N. (2013). Tesis sobre la urbanización planetaria. *Nueva Sociedad*, 243(enero-febrero), 38–66.

Brenner, N., & Schmid, C. (2015). Towards a new epistemology of the urban? *City*, 19(2–3), 151–182. <https://doi.org/10.1080/13604813.2015.1014712>

Brenner, N., & Theodore, N. (2002). Cities and the Geographies of Actually Existing Neoliberalism. *Antipode*, 34(3), 349–379. <https://doi.org/doi:10.1111/anti.2002.34.issue-3>

Cadenasso, M. L., Pickett, S. T. A., & Schwarz, K. (2007). Spatial heterogeneity in urban ecosystems: Reconceptualizing land cover and a framework for classification. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(2), 80–88. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[80:SHIUER\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[80:SHIUER]2.0.CO;2)

Calthorpe, P., & Fulton, W. (2001). *The Regional City: Planning for the end of sprawl*. ISLAND PRE.

Castree, N. (2008). Neoliberalising nature: The logics of deregulation and reregulation. *Environment and Planning A*, 40(1), 131–152. <https://doi.org/10.1068/a3999>

CEMAT. (1983). *Carta Europea de Ordenación del Territorio*: meeting of European ministries in Torremolinos. Citado en Hildenbrand-Scheid, A. (1996). Política de ordenación del territorio en Europa (pp. 213-218). Universidad de Sevilla y Junta de Andalucía.

Checa, J. (2023). *La configuració de la macroregió urbana mediterrània. La integració del territori de Catalunya, illes Balears i País Valencià a partir de l'anàlisi de la població, ocupació del sòl, l'ús de l'espai, les desigualtats territorials i la percepció de la població* Universitat Autònoma de Barcelona.

Chetty, V. (2023). A Critical Review of Urban Sprawl Studies. *Journal of Geovisualization and Spatial Analysis*, 7(2), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s41651-023-00158-w>

Chetty, V., & Surawar, M. (2021). Delineating Urban Growth Boundary Using Remote sensing, ANN-MLP and CA model: A Case Study of Thiruvananthapuram Urban Agglomeration, India. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 49(10), 2437–2450. <https://doi.org/10.1007/s12524-021-01401-x>

Colsaet, A., Laurans, Y., & Levrel, H. (2018). What drives land take and urban land expansion? A systematic review. *Land Use Policy*, 79(August), 339–349. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.08.017>

CONAF (2013). Monitoring of changes, cartographic correction, and updating of the native forest cadastre in the regions of Valparaíso, Metropolitan, and Libertador Bernardo O’ Higgins [dataset]. Chile, 2013.

CONAF. (1997). Land use and vegetation cadastre of Metropolitan Region of Santiago.

Coq-Huelva, D., & Asián-Chaves, R. (2019). Urban Sprawl and Sustainable Urban Policies. A Review of the Cases of Lima, Mexico City and Santiago de Chile. *Sustainability* (Switzerland), 11(20), 5835. <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/20/5835>

Cordero, E. (2011). Ordenamiento territorial, justicia ambiental y zonas costeras. *Revista de Derecho de La Pontificia Universidad Católica de Valparaíso*, XXXVI, 209–249. <https://doi.org/10.35537/10915/62494>

Cruz-Muñoz, F. (2021). Patrones de expansión urbana de las megaurbes latinoamericanas en el Nuevo Milenio. *Eure*, 47(140), 29–49. <https://doi.org/10.7764/eure.47.140.02>

Cuervo, L. M., & Délano, M. del P. (2019). *Planificación multiescalar. Desigualdades territoriales Volumen II*. In Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://www.cepal.org/es/publicaciones/44847-planificacion-multiescalar-desigualdades-territoriales-volumen-ii>

D’Amour, C. B., Reitsma, F., Baiocchi, G., Barthel, S., Güneralp, B., Erb, K. H., Haberl, H., Creutzig, F., & Seto, K. C. (2017). Future urban land expansion and implications for global croplands. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(34), 8939–8944. *PNAS Nexus*. <https://doi.org/10.1073/pnas.1606036114>

De Mattos, C, Ducci, M. E., Rodríguez, A., & Yañez, G. (2004). *Santiago en la globalización: ¿Una nueva ciudad?* Ediciones SUR.

De Mattos, C. (2010). Globalización y metamorfosis metropolitana en América Latina . De la ciudad a lo urbano generalizado. *Revista de Geografía Norte Grande*, 104 (Marzo 2014), 81–104. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022010000300005>

De Mattos, C. A. (2002). Mercado metropolitano de trabajo y desigualdades sociales en el Gran Santiago. ¿Una ciudad dual? *Eure*, 28(85), 51–70. <https://doi.org/10.4067/s0250-71612002008500004>

De Mattos, C. A. de. (1999). Santiago de Chile, Globalización y Expansión Metropolitana: lo que existía sigue existiendo. *Eure*, XXV, No 77, 29–56. <https://doi.org/10.1590/s0102-88392000000400006>

De Mattos, C., Fuentes, L., & Link, F. (2014). Tendencias recientes del crecimiento metropolitano en Santiago de Chile. ¿Hacia una nueva geografía urbana? *Revista INVI*, 29(81), 266. <https://doi.org/10.4067/s0718-83582014000200006>

Demattei, G. (1998). Suburbanización y periurbanización. Ciudades anglosajonas y ciudades latinas. In *A La ciudad dispersa. Suburbanización y nuevas periferias* (CCCCB, pp. 1–8).

Dempsey, J. A., & Plantinga, A. J. (2013). How well do urban growth boundaries contain development? Results for Oregon using a difference-in-difference estimator. *Regional Science and Urban Economics*, 43(6), 996–1007. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2013.10.002>

Dempsey, J. A., Plantinga, A. J., Kline, J. D., Lawler, J. J., Martinuzzi, S., Radeloff, V. C., & Bigelow, D. P. (2017). Effects of local land-use planning on development and disturbance in riparian areas. *Land Use Policy*, 60, 16–25. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.10.011>

DeSalvo, J. S., & Su, Q. (2019). The determinants of urban sprawl: theory and estimation. *International Journal of Urban Sciences*, 23(1), 88–104. <https://doi.org/10.1080/12265934.2018.1452627>

Dewan, A. M., & Yamaguchi, Y. (2008). Using remote sensing and GIS to detect and monitor land use and land cover change in Dhaka Metropolitan of Bangladesh during 1960-2005. *Environmental Monitoring and Assessment*, 150(1–4), 237–249. <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0226-5>

- Dewan, A. M., & Yamaguchi, Y. (2009). Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization. *Applied Geography*, 29(3), 390–401. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2008.12.005>
- Dobbs, C., Escobedo, F. J., Clerici, N., de la Barrera, F., Eleuterio, A. A., MacGregor-Fors, I., Reyes-Paecke, S., Vásquez, A., Zea Camaño, J. D., & Hernández, H. J. (2019). Urban ecosystem Services in Latin America: mismatch between global concepts and regional realities? *Urban Ecosystems*, 22(1), 173–187. <https://doi.org/10.1007/s11252-018-0805-3>
- Domingo, D., Palka, G., & Hersperger, A. M. (2021). Effect of zoning plans on urban land-use change: A multi-scenario simulation for supporting sustainable urban growth. *Sustainable Cities and Society*, 69(February). <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102833>
- Ducci, M. E. (1998). Santiago, ¿una mancha de aceite sin fin? ¿Qué pasa con la población cuando la ciudad crece indiscriminadamente? *Eure*, 24(72), 85–94. <https://doi.org/10.4067/S0250-71611998007200005>
- Duren, N. L. D. E. (2006). Planning à la Carte : The Location Patterns of Gated Communities around Buenos Aires in a Decentralized Planning Context. *International Journal of Urban and Regional Research*, 30(June), 308–327.
- Edadan, N. (2015). Structural Determinants of Unregulated Urban Growth and Residential Land Pricing: Case of Bangalore. *Journal of Urban Planning and Development*, 141(4), 05014022. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)up.1943-5444.0000236](https://doi.org/10.1061/(asce)up.1943-5444.0000236)
- Ellman, T. (1997). *Infill: The cure for sprawl?* Arizona issue analysis (Vol. 146). Phoenix, AZ: Goldwater Institute
- Eraydın, A. (2012). Contradictions in the Neoliberal Policy Instruments: What Is the Stance of the State? In G. B. T. Ta, san-Kok (Ed.), *Contradictions of Neoliberal Planning* (Springer S, Vol. 102, pp. 61–77). https://doi.org/10.1007/978-90-481-8924-3_4
- Feng, Y., Wang, X., Du, W., Liu, J., & Li, Y. (2019). Spatiotemporal characteristics and driving forces of urban sprawl in China during 2003–2017. *Journal of Cleaner Production*, 241. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118061>
- Fernandez Milan, B., & Creutzig, F. (2016). Municipal policies accelerated urban sprawl and public debts in Spain. *Land Use Policy*, 54, 103–115. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.01.009>

Fertner, C., Jørgensen, G., Sick Nielsen, T. A., & Bernhard Nilsson, K. S. (2016). Urban sprawl and growth management – drivers, impacts, and responses in selected European and US cities. *Future Cities and Environment*, 2(0), 9. <https://doi.org/10.1186/s40984-016-0022-2>

Figuerola, O., & Rodríguez, C. (2013). Urban Transport, Urban Expansion and Institutions and Governance in Santiago, Chile Case study prepared for *Global Report on Human Settlements 2013*. <http://www.unhabitat.org/grhs/2013>

Fleischmann, M., Romice, O., & Porta, S. (2021). Measuring urban form: Overcoming terminological inconsistencies for a quantitative and comprehensive morphologic analysis of cities. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 48(8), 2133–2150. <https://doi.org/10.1177/2399808320910444>

Forman, R. T. T. (1995). *Land mosaics: The ecology of landscapes and regions*. New York: Cambridge University Press.

Friedman, J. (1991). *Planificación en el ámbito público*. Ministerio para las Administraciones Públicas. Madrid. (139 p).

Fuentes, L., & Pezoa, M. (2018). Nuevas geografías urbanas en Santiago de Chile 1992 - 2012. Entre la explosión y la implosión de lo metropolitano. *Revista de Geografía Norte Grande*, 2018(70), 131–151. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022018000200131>

Fuentes, L., & Pezoa, M. (2019). *Los límites de lo urbano en la macrozona central de Chile. entre lo “confuso” y lo “difuso”. Un ejercicio de definición de su alcance y crecimiento*. Documento de Trabajo. Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile. 28 p.

Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M. R., Wolman, H., Coleman, S., & Freihage, J. (2001). Wrestling sprawl to the ground: Defining and measuring an elusive concept. *Housing Policy Debate*, 12(4), 681–717. <https://doi.org/10.1080/10511482.2001.9521426>

García Coll, A., Bretones Esteban, M., & Crespí Vallbona, M. (2017). Los efectos de la Crisis económica en el urbanismo disperso de la Región Metropolitana de Barcelona. *Clivatge. Estudis i Testimonis Sobre El conflicte i El Canvi Socials*, 0(5), 290–331.

Gashu, K., & Gebre-Egziabher, T. (2018). Spatiotemporal trends of urban land use/land cover and green infrastructure change in two Ethiopian cities: Bahir Dar and Hawassa. *Environmental Systems Research*, 7(January 2018), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40068-018-0111-3>

- Geisse, G. (1977). Origen y evolución del sistema urbano nacional. *Eure: Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*, 5(14), 37–46.
- Gennaio, M. P., Hersperger, A. M., & Bürgi, M. (2009). Containing urban sprawl-Evaluating effectiveness of urban growth boundaries set by the Swiss Land Use Plan. *Land Use Policy*, 26(2), 224–232. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2008.02.010>
- Gerber, J. D. (2016). The managerial turn and municipal land-use planning in Switzerland – evidence from practice. *Planning Theory and Practice*, 17(2), 192–209. <https://doi.org/10.1080/14649357.2016.1161063>
- Gómez-Antonio, M., Hortas-Rico, M., & Li, L. (2016). The Causes of Urban Sprawl in Spanish Urban Areas: A Spatial Approach. *Spatial Economic Analysis*, 11(2), 219–247. <https://doi.org/10.1080/17421772.2016.1126674>
- Gómez-Varo, I., Delclòs-Alió, X., & Miralles-Guasch, C. (2021). Vitalidad urbana y vida cotidiana: revisitando a Jane Jacobs desde el análisis espacial del comercio alimentario en Barcelona. *Cuadernos Geográficos*, 60(3), 147–167. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v60i3.16962>
- Google (2021). Google Earth Pro 7.3.4.8248. Satellite Image Landsat / Copernicus.
- Gradinaru, S. R., Ioja, C. I., Patru-Stupariu, I., & Hersperger, A. M. (2017). Are spatial planning objectives reflected in the evolution of urban landscape patterns? A framework for the evaluation of spatial planning outcomes. *Sustainability*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/su9081279>
- Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, 319(5864), 756–760. <https://doi.org/10.1126/science.1150195>
- Gunder, M., Madanipour, A., & Watson, V. (2018). The Routledge Handbook of Planning Theory. In A. M. Michael Gunder & V. Watson (Eds.), *The Journal of Arts Management, Law, and Society* (Routledge, Vol. 51, Issue 3). <https://doi.org/10.1080/10632921.2021.1894285>
- Güneralp, B., & Seto, K. C. (2013). Futures of global urban expansion: Uncertainties and implications for biodiversity conservation. *Environmental Research Letters*, 8(1). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/1/014025>
- Gutiérrez, A., & Delclòs, X. (2016). The uneven distribution of evictions as new evidence of urban inequality: A spatial analysis approach in two Catalan cities. *Cities*, 56, 101–108. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.04.007>

Hardoy, J. E. (1977). *Las áreas metropolitanas*. In América Latina en su arquitectura (5th ed., p. 344). UNESCO.

Harrison, J., Galland, D., & Tewdwr-Jones, M. (2021). Regional planning is dead: long live planning regional. *Regional Studies*, 55(1), 6–18. <https://doi.org/10.1080/00343404.2020.1750580>

Harvey, D. (1989). Capitalism from managerialism to the entrepreneurialism: in urban governance transformation. *Geografiska Annaler. Series B, Human Geography*, 71(1), 3–17.

Hassan, M. M. (2017). Monitoring land use/land cover change, urban growth dynamics and landscape pattern analysis in five fastest urbanized cities in Bangladesh. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 7, 69–83. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2017.07.001>

Hassan, M. O., Ling, G. H. T., Rusli, N., Mokhtar, S., Wider, W., & Leng, P. C. (2023). Urban Sprawl Patterns, Drivers, and Impacts: The Case of Mogadishu, Somalia Using Geo-Spatial and SEM Analyses. *Land*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/land12040783>

He, Z., Zhao, C., Fürst, C., & Hersperger, A. M. (2021). Closer to causality: How effective is spatial planning in governing built-up land expansion in Fujian Province, China? *Land Use Policy*, 108, 105562. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105562>

Heinrichs, D., & Nuissl, H. (2015). Suburbanization in Latin America: Towards New Authoritarian Modes of Governance at the Urban Margin. In *Suburban Governance*. University of Toronto Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.3138/9781442663565>

Heinrichs, D., Nuissl, H., & Rodríguez, Y. C. (2009). Dispersión urbana y nuevos desafíos para la gobernanza (metropolitana) en América Latina: el caso de Santiago de Chile. *Eure*, XXXV(Agosto 2008), 29–46. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612009000100002>

Henríquez-Dole, L., Usón, T. J., Vicuña, S., Henríquez, C., Gironás, J., & Meza, F. (2018). Integrating strategic land use planning in the construction of future land use scenarios and its performance: The Maipo River Basin, Chile. *Land Use Policy*, 78(May), 353–366. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.06.045>

Hermida, M. A., Cabrera-Jara, N., & Durán-Hermida, M. (2023). Crecimiento y urbanización. En L. Fuentes, M. Greene, & R. Mora (Eds.), *Dinámicas Territoriales (ARQ)*. Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (pp 12-32).

Hernández-Moreno, Á., & Reyes-Paecke, S. (2018). The effects of urban expansion on green infrastructure along an extended latitudinal gradient (23°S–45°S) in Chile over the last thirty years. *Land Use Policy*, 79(December 2017), 725–733. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.09.008>

Hersperger, A. M., Bürgi, M., Wende, W., Bacău, S., & Grădinaru, S. R. (2020). Does landscape play a role in strategic spatial planning of European urban regions? *Landscape and Urban Planning*, 194(March 2019), 103702. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103702>

Hersperger, A. M., Oliveira, E., Pagliarin, S., Palka, G., Verburg, P., Bolliger, J., & Grădinaru, S. (2018). Urban land-use change: The role of strategic spatial planning. *Global Environmental Change*, 51(June 2017), 32–42. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.05.001>

Hidalgo, R. (2004). De los pequeños condominios a la ciudad vallada: Las urbanizaciones cerradas y la nueva geografía social en Santiago de Chile (1990-2000). *Eure*, 30(91), 29–52. <https://doi.org/10.4067/s0250-71612004009100003>

Hidalgo, R., & Borsdorf, A. (2007). Taller Nacional sobre “Migración interna y desarrollo en Chile: diagnóstico, perspectivas y políticas.” In *Cepal*. <https://www.cepal.org/sites/default/files/courses/files/rhidalgo.pdf>

Horn, A. (2020). Reviewing Implications of Urban Growth Management and Spatial Governance in the Global South. *Planning Practice and Research*, 35(4), 452–465. <https://doi.org/10.1080/02697459.2020.1757228>

Hu, Y., Qin, Y., Li, J., & Chen, G. (2018). Scenario simulation and the prediction of land use and cover change in Beijing, China. *Sustainability (Switzerland)*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/su10103619>

Huang, C. W., McDonald, R. I., & Seto, K. C. (2018). The importance of land governance for biodiversity conservation in an era of global urban expansion. *Landscape and Urban Planning*, 173(January), 44–50. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.01.011>

Huang, D., Huang, J., & Liu, T. (2019). Delimiting urban growth boundaries using the CLUE-S model with village administrative boundaries. *Land Use Policy*, 82(September 2018), 422–435. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.12.028>

INE. (2018). *Instituto Nacional de Estadísticas Junio / 2018*. 27. <https://www.censo2017.cl/descargas/home/sintesis-de-resultados-censo2017.pdf>

Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE). (2020, junio 10). *Zonificación Plan Regulador Metropolitano de Santiago* (PRMS). <http://www.geoportal.cl/geoportal/catalog/search/resource/resumen.page?uuid=%7B762EF519-9B33-423D-AE66-8CDCFE7E260B%7D>

Inostroza, L., Baur, R., & Csaplovics, E. (2013). Urban sprawl and fragmentation in Latin America: A dynamic quantification and characterization of spatial patterns. *Journal of Environmental Management*, 115, 87–97. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.11.007>

Irus Braverman, Blomley, N., Delaney, D., & Kedar, A. (Sandy). (2014). *The Expanding Spaces of Law*. Stanford University Press.

Jackson, K. T. (1985). *Crabgrass frontier. The suburbanization of the United States*. New York/ Oxford: Oxford University Press.

Janoschka, M. (2002). El nuevo modelo de la ciudad latinoamericana: Fragmentación y privatización. *Eure*, 28(85), 11–29. <https://doi.org/10.4067/s0250-71612002008500002>

Jepson, W. (2012). Claiming Space, Claiming Water: Contested Legal Geographies of Water in South Texas. *Annals of the Association of American Geographers*, 102(3), 614–631. <https://doi.org/10.1080/00045608.2011.641897>

Jiang, L., Deng, X., & Seto, K. C. (2013). The impact of urban expansion on agricultural land use intensity in China. *Land Use Policy*, 35, 33–39. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.04.011>

Jiang, P., Cheng, Q., Gong, Y., Wang, L., Zhang, Y., Cheng, L., Li, M., Lu, J., Duan, Y., Huang, Q., & Chen, D. (2016). Using Urban Development Boundaries to Constrain Uncontrolled Urban Sprawl in China. *Annals of the American Association of Geographers*, 106(6), 1321–1343. <https://doi.org/10.1080/24694452.2016.1198213>

Jiménez, V., Campesino, A. J., Hidalgo, R., & Alvarado, V. (2018). Normalización del modelo neoliberal de expansión residencial más allá del límite urbano en Chile y España. *Eure*, 44(132), 27–46. <https://doi.org/10.4067/s0250-71612018000200027>

Jing, S., Yan, Y., Niu, F., & Song, W. (2022). Urban Expansion in China: Spatiotemporal Dynamics and Determinants. *Land*, 11(3), 1–16. <https://doi.org/10.3390/land11030356>

Jorquera Guajardo, F., Salazar Burrows, A., & Montoya-Tangarife, C. (2017). Nexos espacio-temporales entre la expansión de la urbanización y las áreas naturales prote-

gidas. Un caso de estudio en la Región de Valparaíso, Chile. *Investigaciones Geográficas*, 60(54), 41. <https://doi.org/10.5354/0719-5370.2017.48041>

Kasanko, M., Barredo, J. I., Lavalle, C., McCormick, N., Demicheli, L., Sagris, V., & Brezger, A. (2006). Are European cities becoming dispersed? A comparative analysis of 15 European urban areas. *Landscape and Urban Planning*, 77(1–2), 111–130. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.02.003>

Kayasü, S., & Yetiskul, E. (2014). Evolving legal and institutional frameworks of neo-liberal Urban policies in Turkey. *Metu Journal of the Faculty of Architecture*, 31(2), 209–222. <https://doi.org/10.4305/METUJFA.2014.2.11>

Kii, A. Peungnumesai, V. Vichiensan and H. Miyazaki, “Effect of Public Transport Network on Urban Core and the Future Perspective in Bangkok, Thailand,” *2019 First International Conference on Smart Technology & Urban Development (STUD)*, Chiang Mai, Thailand, 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/STUD49732.2019.9018769.

Lacerda, N., Mendes Zancheti, S., & Diniz, F. (2000). Planejamento metropolitano: uma proposta de conservação urbana e territorial. *EURE* (Santiago), 26(79), 77–94. <https://doi.org/10.4067/s0250-71612000007900005>

Lambin, E. F., Geist, H. J., & Lepers, E. (2003). Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Annual Review of Environment and Resources*, 28(1), 205–241. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.050302.105459>

Lascoumes, Pierre, y Patrick Le Galès (2004). “L’action publique saisie par ses instruments”. En *Gouverner par les instruments*, editado por Pierre Lascoumes y Patrick Le Galès, 14-44. París: Presses de Sciences Po

Le Goix, R. (2005). Gated communities: Sprawl and social segregation in Southern California. *Housing Studies*, 20(2), 323–343. <https://doi.org/10.1080/026730303042000331808>

Lefebvre, H. (1972 [1970]) *La revolución urbana*. Madrid: Alianza Editorial.

Li, G., Fang, C., Li, Y., Wang, Z., Sun, S., He, S., Qi, W., Bao, C., Ma, H., Fan, Y., Feng, Y., & Liu, X. (2022). Global impacts of future urban expansion on terrestrial vertebrate diversity. *Nature Communications*, 13(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29324-2>

Lima, R. C. de A., & Silveira Neto, R. da M. (2019). Zoning ordinances and the housing market in developing countries: Evidence from Brazilian municipalities. *Journal of Housing Economics*, 46(August 2018), 101653. <https://doi.org/10.1016/j>

jhe.2019.101653

Lima, R. C. de A., & Silveira, J. de M. F. J. (2017). Emerging Governance Modalities of Metropolitan Planning in Latin America. *International Planning Studies*, 22(2), 89–104. <https://doi.org/10.1080/13563475.2016.1250639>

Liu, J., Zhan, J., & Deng, X. (2005). Spatio-temporal patterns and driving forces of urban land expansion in China during the economic reform era. *Ambio*, 34(6), 450–455. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-34.6.450>

López-Morales, E. J., Klett, I. R. G., & Corvalán, D. A. M. (2012). Urbanismo proempresarial en Chile: Políticas y planificación de la producción residencial en altura en el pericentro del Gran Santiago. *Revista INVI*, 27(76), 76–114. <https://doi.org/10.4067/s0718-83582012000300003>

Lord, A., & Tewdwr-Jones, M. (2014). Is Planning “Under Attack”? Chronicling the Deregulation of Urban and Environmental Planning in England. *European Planning Studies*, 22(2), 345–361. <https://doi.org/10.1080/09654313.2012.741574>

Mansfield, B. (2004). Rules of privatization: Contradictions in neoliberal regulation of North Pacific fisheries. *Annals of the Association of American Geographers*, 94(3), 565–584. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.2004.00414.x>

Mansilla, P. (2013). Los instrumentos del desorden: Estado y actores subnacionales en la producción de los espacios periurbanos. *Persona y Sociedad*, 27(2), 41–68. <http://personaysociedad.cl/ojs/index.php/pys/article/view/89>

Márquez Poblete, M., & Velsos Pérez, E. (2021). El Ordenamiento Territorial En Chile: Estado Del Arte. *Estado, Gobierno y Gestión Pública*, 35(35), 139–179.

Márquez, M., Aurelio, M., & Poblete, M. (1999). El ordenamiento territorial de los espacios rurales en Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 118(26), 113–118.

Mcdonald, R. I., Kareiva, P., & Forman, R. T. T. (2008). The implications of current and future urbanization for global protected areas and biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 141(6), 1695–1703. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.04.025>

Mcgranahan, G., & Satterthwaite, D. (2014). Urbanisation concepts and trends. *In International Institute for Environment and Development* (Issue June).

Mejía, V. (2020). *Procesos de urbanización y morfología urbana en Ecuador: La evolución de los usos del suelo a la luz de la imagen satelital nocturna de la Tierra 1992-*

2019. Universidad Autónoma de Barcelona.

Menzori, I. D., Sousa, I. C. N. de, & Gonçalves, L. M. (2021). Urban growth management and territorial governance approaches: A master plans conformance analysis. *Land Use Policy*, 105(September 2020). <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105436>

MINVU, (2022). Ministerio de Vivienda y Urbanismo. *Plan Regulador Metropolitano. PRMS*. <https://metropolitana.minvu.gob.cl/pag-m/prms/>

Monti, A. (2020). De la planificación como técnica a la cultura de la planificación. *EURE* (Santiago), 46(137), 27–46. <https://doi.org/10.4067/s0250-71612020000100027>

Montoya-Tangarife, C., Burrows, A. S. & De La Barrera, F. (2016). Dinámicas espacio-temporales en una reserva de la biósfera en Chile. *IX Congreso Internacional de Ordenamiento Territorial y Ecológico* (CIOTE). Colombia, agosto de 2016

Montoya-Tangarife, C., De La Barrera, F., Salazar, A., & Inostroza, L. (2017). Monitoring the effects of land cover change on the supply of ecosystem services in an urban region: A study of Santiago-Valparaíso, Chile. *PLoS ONE*, 12(11), 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188117>

Moura, R. (2023). Escalas de lo urbano. En L. Fuentes, M. Greene, & R. Mora (Eds.), *Dinámicas Territoriales* (ARQ). Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (15-48 pp).

Mu, B., Mayer, A. L., He, R., & Tian, G. (2016). Land use dynamics and policy implications in Central China: A case study of Zhengzhou. *Cities*, 58, 39–49. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.05.012>

Mubarak, F. A. (2004). Urban growth boundary policy and residential suburbanization: Riyadh, Saudi Arabia. *Habitat International*, 28(4), 567–591. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2003.10.010>

Musakwa, W., & Van Niekerk, A. (2014). Monitoring urban sprawl and sustainable urban development using the Moran index: A case study of Stellenbosch, South Africa. *International Journal of Applied Geospatial Research*, 5(3), 1–20. <https://doi.org/10.4018/ijagr.2014070101>

Naciones Unidas. (2014). *La situación demográfica en el mundo*. Informe conciso. In Madrid: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales.

Naranjo, G. (2009). El rol de la ciudad infiltrada en la reconfiguración de la perife-

ria metropolitana de Santiago de Chile. *Estudios Geograficos*, 70(266), 205–229. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.0448>

Naranjo, G. (2017). *La Expansión Urbana de Chacabuco: Hacia la Redefinición de un nuevo Territorio, 1980 - 2010* [Pontificia Universidad Católica de Chile]. <http://doctoradofadeu.uc.cl/es/tesis/la-expansion-urbana-de-chacabuco-hacia-la-redefinicion-de-un-nuevo-territorio-1980-2010>

Nechyba, T. J., & Walsh, R. P. (2004). Urban sprawl. *f* 18(4), 177–200. <https://doi.org/10.1257/0895330042632681>

Nel·lo, O. (2001). *Cataluña, ciudad de ciudades* (O. Nel·lo (ed.); Milenio).

Nel·lo, O. (2010). El planeamiento territorial en Cataluña. *Cuadernos Geograficos*. 5462, 131–167.

Nel·lo, O. (2012). *Francesco Indovina. Del analisis del territorio al gobierno de la ciudad* (Vol. 1).

Nel·lo, O. (2012b). Ordenar el Territorio. La experiencia de Barcelona y Cataluña (J. R. González (ed.); *Tirant Hum*).

Nelson, A. C., & Moore, T. (1993). Assessing urban growth management. The case of Portland, Oregon, the USA's largest urban growth boundary. *Land Use Policy*, 10(4), 293–302. [https://doi.org/10.1016/0264-8377\(93\)90039-D](https://doi.org/10.1016/0264-8377(93)90039-D)

Olesen, K. (2014). The neoliberalisation of strategic spatial planning. *Planning Theory*, 13(3), 288–303. <https://doi.org/10.1177/1473095213499340>

Orellana, A., Link, F., & Noyola, J. (2016). Presentación. In RIL (Ed.), *Urbanización planetaria y la reconstrucción de la ciudad* (p. 594). Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales UC.

Ornés, S. (2009). El urbanismo, la planificación urbana y el ordenamiento territorial desde la perspectiva del derecho urbanístico venezolano. *Politeia*, 32(42), 197–225.

Pagliarin, S. (2018). Linking processes and patterns: Spatial planning, governance and urban sprawl in the Barcelona and Milan metropolitan regions. *Urban Studies*, 55(16), 3650–3668. <https://doi.org/10.1177/0042098017743668>

Palka, G., Oliveira, E., Pagliarin, S., & Hersperger, A. M. (2021). Strategic spatial planning and efficacy: an analytic hierarchy process (AHP) approach in Lyon and Copenhagen. *European Planning Studies*, 29(6), 1174–1192. <https://doi.org/10.1080/09654313.2020.1828291>

- Parnreiter, C. (2005). Tendencias de desarrollo en las metrópolis latinoamericanas en la era de la globalización: Los casos de Ciudad de México y Santiago de Chile. *Eure*, 30(92), 5–28. <https://doi.org/10.4067/s0250-71612005009200001>
- Paül, V., & Tonts, M. (2010). Containing urban sprawl: Trends in land use and spatial planning in the Metropolitan Region of Barcelona. *Journal of Environmental Planning and Management*, 48(1), 7–35. <https://doi.org/10.1080/0964056042000308139>
- Peck, J. (2010). *Construction of Neoliberal Reason*. In Oxford University Press.
- Petermann, A. (2006). ¿Quién extendió a Santiago? Una breve historia del límite urbano, 1953-1994. En A. Galetovic (Ed.), Santiago. Dónde estamos y hacia dónde vamos. (pp. 207–230). CEP. https://www.cepchile.cl/cep/site/docs/20160304/20160304094228/libro_santiago_version_en_baja.pdf
- Pierri, B., Daunt, P., Inostroza, L., & Hersperger, A. M. (2021). The role of spatial planning in land change: An assessment of urban planning and nature conservation efficiency at the southeastern coast of Brazil. *Land Use Policy*, 105771. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105771>
- Poduje, I. (2006). El globo y el acordeón: planificación urbana en Santiago, 1960-2004. *Santiago. Dónde Estamos y Hacia Dónde Vamos*. Santiago, Chile, 131–176.
- Precht, A., Reyes, S., & Salamanca, C. (2016). *El Ordenamiento Territorial en Chile*. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Puertas, O. L., Brenning, A., & Meza, F. J. (2013). Balancing misclassification errors of land cover classification maps using support vector machines and Landsat imagery in the Maipo river basin (Central Chile, 1975-2010). *Remote Sensing of Environment*, 137(January 2013), 112–123. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.06.003>
- Puertas, O. L., Henríquez, C., & Meza, F. J. (2014). Assessing spatial dynamics of urban growth using an integrated land use model. Application in Santiago Metropolitan Area, 2010-2045. *Land Use Policy*, 38(June 2013), 415–425. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.11.024>
- Rafeq, Y. (2006). Sustainable urban forms: Their typologies, models, and concepts. *Journal of Planning Education and Research*, 26(1), 38–52. <https://doi.org/10.1177/0739456X05285119>
- Rajevic, E. (2020). The weak regulation of rural lands four decades after their liberalization. *Aus*, 2020(28), 54–60. <https://doi.org/10.4206/aus.2020.n28-07>

Rawat, J. S., & Kumar, M. (2015). Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 18(1), 77–84. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2015.02.002>

Robinson, L., Newell, J. P., & Marzluff, J. M. (2005). Twenty-five years of sprawl in the Seattle region: Growth management responses and implications for conservation. *Landscape and Urban Planning*, 71(1), 51–72. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.02.005>

Rodríguez, N. (2020). Marcos legislativos, racionalidades político-económicas y ordenamiento territorial: La desarticulación sectorial y multinivel en México. *Revista de Geografía Norte Grande*, 29(77), 11–29. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022020000300011>

Rojas, F. M. (2024). Atlas metropolitano: la expansión urbana y el rol de la gobernanza metropolitana en América Latina. En F. Toro, D. Mashini, & F. Vera (Eds.), *Lo metropolitano: escala, complejidad y gobernanza* (BID, p. 422-447). BID. <https://publications.iadb.org/es/node/34719>

Romero, H., Vásquez, A., Fuentes, C., Salgado, M., Schmidt, A., & Banzhaf, E. (2012). Assessing urban environmental segregation (UES) in Latin America: The case of Santiago de Chile. *Ecological Indicators*, 23, 76–87. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.03.011>

Rounsevell, M. D. A., Pedrolí, B., Erb, K. H., Gramberger, M., Busck, A. G., Haberl, H., Kristensen, S., Kuemmerle, T., Lavorel, S., Lindner, M., Lotze-Campen, H., Metzger, M. J., Murray-Rust, D., Popp, A., Pérez-Soba, M., Reenberg, A., Vadineanu, A., Verburg, P. H., & Wolfslehner, B. (2012). Challenges for land system science. *Land Use Policy*, 29(4), 899–910. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.01.007>

Sabatini, F., & Salcedo, R. (2007). Gated communities and the poor in Santiago, Chile: Functional and symbolic integration in a context of aggressive capitalist colonization of lower-class areas. *Housing Policy Debate*, 18(3), 577–606. <https://doi.org/10.1080/10511482.2007.9521612>

Sahana, M., Hong, H., & Sajjad, H. (2018). Analyzing urban spatial patterns and trend of urban growth using urban sprawl matrix: A study on Kolkata urban agglomeration, India. *Science of the Total Environment*, 628–629, 1557–1566. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.170>

Salvati, L., & Margherita, C. (2014). Urban growth and land-use structure in two med-

iterranean regions: An exploratory spatial data analysis. *SAGE Open*, 4(4). <https://doi.org/10.1177/2158244014561199>

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2006). *Metodología de la Investigación* (McGraw-Hil).

Schmid, F. B., Kienast, F., & Hersperger, A. M. (2021). The compliance of land-use planning with strategic spatial planning—insights from Zurich, Switzerland. *European Planning Studies*, 29(7), 1231–1250. <https://doi.org/10.1080/09654313.2020.1840522>

Schulz, J. J., Cayuela, L., Echeverria, C., Salas, J., & Rey Benayas, J. M. (2010). Monitoring land cover change of the dryland forest landscape of Central Chile (1975-2008). *Applied Geography*, 30(3), 436–447. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2009.12.003>

Schuster Olbrich, J. P., Vich, G., Miralles-guasch, C. (2022). Urban sprawl containment by the urban growth boundary : the case of the Regulatory Plan of the Metropolitan Region of Santiago of Chile Urban sprawl containment by the urban growth boundary : the Santiago of Chile. *Journal of Land Use Science*, 17(1), 324–338. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2022.2086312>

Scott, A & Storper, M. (2013). The nature of cities: The scope and limits of urban theory. *International Journal of Urban and Regional Research*, 19(1), 85–114. <https://doi.org/10.4054/DemRes.2005.12.9>

Seevarethnam, M., Rusli, N., Ling, G. H. T., & Said, I. (2021). A geo-spatial analysis for characterising urban sprawl patterns in the batticaloa municipal council, Sri Lanka. *Land*, 10(6), 1–26. <https://doi.org/10.3390/land10060636>

Seto, K. C., Fragkias, M., Güneralp, B., & Reilly, K. . (2011). A Meta-Analysis of Global Urban Land Expansion. *PloS One*, 7(4), 1–10. <https://doi.org/10.1371/Citation>

Seto, K. C., Güneralp, B., & Hutyra, L. R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(40), 16083–16088. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109>

Seto, K. C., Sánchez-Rodríguez, R., & Fragkias, M. (2010). The New Geography of Contemporary Urbanization and the Environment. *Annual Review of Environment and Resources*, 35(1), 167–194. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-100809-125336>

Seto, K. C., Woodcock, C. E., Song, C., Huang, X., Lu, J., & Kaufmann, R. K. (2002). Monitoring

land-use change in the Pearl River Delta using Landsat TM. *International Journal of Remote Sensing*, 23(10), 1985–2004. <https://doi.org/10.1080/01431160110075532>

Shao, Z., Bakker, M., Spit, T., Janssen-Jansen, L., & Qun, W. (2020). Containing urban expansion in China: the case of Nanjing. *Journal of Environmental Planning and Management*, 63(2), 189–209. <https://doi.org/10.1080/09640568.2019.1576511>

Shen, X., Wang, X., Zhang, Z., & Fei, L. (2021). Does non-conforming urban development mean the failure of zoning? A framework for conformance-based evaluation. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 48(5), 1279–1295. <https://doi.org/10.1177/2399808320926179>

Sierra. (2006). Urbanismo por decreto: centralismo y confusión institucional en la ciudad chilena. En A. Galetovic (Ed.), *Santiago. Dónde estamos y hacia dónde vamos*. (pp. 300–330). CEP. https://www.cepchile.cl/cep/site/docs/20160304/20160304094228/libro_santiago_version_en_baja.pdf

Silva, C. (2020). The rural lands of urban sprawl: institutional changes and suburban rurality in Santiago de Chile. *Asian Geographer*, 37(2), 117–144. <https://doi.org/10.1080/10225706.2019.1701505>

Silva, C., & Ma, J. (2021). A Sustainable Urban Sprawl? *DisP - The Planning Review*, 57(January 2021), 50–67. <https://doi.org/10.1080/02513625.2021.2026667>

Silva, C., & Vergara-Perucich, F. (2021). Determinants of urban sprawl in Latin America: evidence from Santiago de Chile. In *SN Social Sciences* (Vol. 1, Issue January 2021). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s43545-021-00197-4>

Sistema de Información Territorial – Corporación Nacional Forestal (sit conaf). (2020, junio 10). *Catastro y Usos del Suelo y Vegetación 1997*. <https://sit.conaf.cl/>

Sistema de Información Territorial – Corporación Nacional Forestal (sit conaf). (2020, julio 15). *Catastro y Usos del Suelo y Vegetación 2013*. <https://sit.conaf.cl/>

Steuere, M., & Bayr, C. (2020). Measuring urban sprawl using land use data. *Land Use Policy*, 97(May), 104799. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104799>

Surya, B., Salim, A., Hernita, H., Suriani, S., Menne, F., & Rasyidi, E. S. (2021). Land use change, urban agglomeration, and urban sprawl: A sustainable development perspective of makassar city, indonesia. *Land*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/land10060556>

- Świątkiewicz, A., Połom, M., & Puzdrakiewicz, K. (2021). Changes in the spatial development of a satellite town under the impact of a metropolitan city—evidence from pruszcz gdański (Poland). *Land*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/land10080800>
- Tan, M., Li, X., Xie, H., & Lu, C. (2005). Urban land expansion and arable land loss in China - A case study of Beijing-Tianjin-Hebei region. *Land Use Policy*, 22(3), 187–196. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2004.03.003>
- Tao, Z., Feng, X., Li, K., & Shi, R. (2022). Impacts of Urban Rail Transit on City Growth: Evidence from China. *Urban Rail Transit*, 8(2), 121–133. <https://doi.org/10.1007/s40864-022-00169-8>
- Tarabon, S., Calvet, C., Delbar, V., Dutoit, T., & Isselin-Nondedeu, F. (2020). Integrating a landscape connectivity approach into mitigation hierarchy planning by anticipating urban dynamics. *Landscape and Urban Planning*, 202(June), 103871. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103871>
- Tayyebi, A., Pijanowski, B. C., & Tayyebi, A. H. (2011). An urban growth boundary model using neural networks, GIS and radial parameterization: An application to Tehran, Iran. *Landscape and Urban Planning*, 100(1–2), 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.10.007>
- Terfa, B. K., Chen, N., Liu, D., Zhang, X., & Niyogi, D. (2019). Urban expansion in Ethiopia from 1987 to 2017: Characteristics, spatial patterns, and driving forces. *Sustainability* (Switzerland), 11(10), 1–21. <https://doi.org/10.3390/su11102973>
- Thapa, R. B., & Murayama, Y. (2010). Drivers of urban growth in the Kathmandu valley, Nepal: Examining the efficacy of the analytic hierarchy process. *Applied Geography*, 30(1), 70–83. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2009.10.002>
- Theodore, N., Peck, J., & Brenner, N. (2009). Urbanismo neoliberal: la ciudad y el imperio de los mercados. *Temas Sociales SUR*, 66, 1–11.
- Tian, L., Li, Y., Yan, Y., & Wang, B. (2017). Measuring urban sprawl and exploring the role planning plays: A shanghai case study. *Land Use Policy*, 67(June), 426–435. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.06.002>
- Torrens, P., & Alberti, M. (2000). Measuring sprawl. *Centre for Advanced Spatial Analysis Working Paper Series*, 27, 43. <http://eprints.ucl.ac.uk/1370/>
- Tsai, Y. H. (2005). Quantifying urban form: Compactness versus “sprawl.” *Urban Studies*, 42(1), 141–161. <https://doi.org/10.1080/0042098042000309748>

- Tsilimigkas, G., Kizos, T., & Gourgiotis, A. (2018). Unregulated urban sprawl and spatial distribution of fire events: evidence from Greece. *Environmental Hazards*, 17(5), 436–455. <https://doi.org/10.1080/17477891.2018.1430554>
- Urriza, G., & Garriz, E. (2014). ¿Expansión urbana o desarrollo compacto? Estado de situación en una ciudad intermedia: Bahía Blanca, Argentina. *Revista Universitaria de Geografía*, 23(2), 97–123.
- Valverde, M. (2009). Jurisdiction and scale: Legal “technicalities” as resources for theory. *Social and Legal Studies*, 18(2), 139–157. <https://doi.org/10.1177/0964663909103622>
- Van Vliet, J., Verburg, P. H., Grădinaru, S. R., & Hersperger, A. M. (2019). Beyond the urban-rural dichotomy: Towards a more nuanced analysis of changes in built-up land. *Computers, Environment and Urban Systems*, 74(December 2018), 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2018.12.002>
- Viana, C. M., Oliveira, S., Oliveira, S. C., & Rocha, J. (2019). Land Use/Land Cover Change Detection and Urban Sprawl Analysis. *Spatial Modeling in GIS and R for Earth and Environmental Sciences*, 621–651. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815226-3.00029-6>
- Vicuña, M. (2013). El marco regulatorio en el contexto de la gestión empresarialista y la mercantilización del desarrollo urbano del Gran Santiago, Chile. *Revista INVI*, 28(78), 181–219.
- Vicuña, M. (2017). Planificación metropolitana de santiago Cambios de estilo frente a las recientes transformaciones urbanas. *Iberoamericana de Urbanismo*, 13(Febrero 2017), 47–64. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/108616/13_03_RIURB_Vicuña.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vicuña, M. (2020). Densidad y sus efectos En La Transformación Espacial De La Ciudad Contemporánea: Cinco Tipologías Para Interpretar La Densificación Residencial Intensiva En El Área Metropolitana De Santiago. *Revista 180*, Junio 2019. [https://doi.org/10.32995/rev180.num-45.\(2020\).art-659](https://doi.org/10.32995/rev180.num-45.(2020).art-659)
- Vicuña, M. (2022). Del planeamiento metropolitano al regional: trayectoria del plan regulador metropolitano de Santiago. En M. Vicuña, D. Río, P. E. Luis, & M. Valenzuela (Eds.), *Planes Metropolitanos En Iberoamérica Culturas E Instrumentos* (Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales UC, pp. 149–175). RIL .
- Vicuña, M., & Schuster, J. P. (2021). Planificación urbana y gestión del riesgo de de-

sastres: desafíos para instrumentos y mecanismos de planificación urbana y territorial. *Centro de Investigación de Gestión de Riesgos y Desastres. (CIGIDEN)*.

Wang, W., Jiao, L., Zhang, W., Jia, Q., Su, F., Xu, G., & Ma, S. (2020). Delineating urban growth boundaries under multi-objective and constraints. *Sustainable Cities and Society*, 61(January 2020), 102279. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102279>

Wang, Z., Wang, L., Zhao, B., & Pei, Q. (2023). Analysis of Spatiotemporal Interaction Characteristics and Decoupling Effects of Urban Expansion in the Central Plains Urban Agglomeration. *Land*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/land12040772>

Weber, C., & Puissant, A. (2003). Urbanization pressure and modeling of urban growth: Example of the Tunis Metropolitan Area. *Remote Sensing of Environment*, 86(3), 341–352. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00077-4](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00077-4)

Wei, Y. D., & Ewing, R. (2018). Urban expansion, sprawl and inequality. *Landscape and Urban Planning*, 177(xxxx), 259–265. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.05.021>

Wilson, I. D., Ware, J. M., & Ware, J. A. (2003). A genetic algorithm approach to cartographic map generalisation. *Computers in Industry*, 52(3), 291–304.

Wu, R., Li, Z., & Wang, S. (2021). The varying driving forces of urban land expansion in China: Insights from a spatial-temporal analysis. *Science of the Total Environment*, 766(xxxx), 142591. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142591>

Yunda, J. G., & Sletto, B. (2020). Densification, private sector-led development, and social polarization in the global south: Lessons from a century of zoning in Bogotá. *Cities*, 97(December 2019), 102550. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.102550>

Zhang, L., Hou, Q., Duan, Y., & Liu, W. (2023). Spatial Correlation between Water Resources and Rural Settlements in the Yanhe Watershed Based on Bivariate Spatial Autocorrelation Methods. *Land*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/land12091719>

Zhang, W., Wrenn, D. H., & Irwin, E. G. (2017). Spatial heterogeneity, accessibility, and zoning: An empirical investigation of leapfrog development. *In Journal of Economic Geography* (Vol. 17, Issue 3). <https://doi.org/10.1093/jeg/lbw007>

Zhang, Y., Li, Y., Chen, Y., Liu, S., & Yang, Q. (2022). Spatiotemporal Heterogeneity of Urban Land Expansion and Urban Population Growth under New Urbanization: A Case Study of Chongqing. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(13). <https://doi.org/10.3390/ijerph19137792>

- Zhao, P., Lü, B., & de Roo, G. (2010). Performance and dilemmas of urban containment strategies in the transformation context of Beijing. *Journal of Environmental Planning and Management*, 53(2), 143–161. <https://doi.org/10.1080/09640560903529097>
- Zhao, X., Zhang, M., Li, Y., Huang, X., Wang, B., & Zhang, L. (2020). Urban residential land expansion and agglomeration in China: a spatial analysis approach. *Environment, Development and Sustainability*, 22(6), 5317–5335. <https://doi.org/10.1007/s10668-019-00426-0>
- Zheng, Q., Yang, X., Wang, K., Huang, L., Shahtahmassebi, A.R., Gan, M., & ValerieWeston, M. (2017). Delimiting urban growth boundary through combining land suitability evaluation and cellular automata. *Sustainability (Switzerland)*, 9 (12) 1–22. doi:10.3390/su9122213
- Zhong, J., Li, Z., Sun, Z., Tian, Y., & Yang, F. (2020). The Spatial Equilibrium Analysis of Urban Green Space and Human Activity in Chengdu , China. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.12075>
- Zhong, Y., Lin, A., He, L., Zhou, Z., & Yuan, M. (2020). Spatiotemporal dynamics and driving forces of urban land-use expansion: A case study of the Yangtze River Economic Belt, China. *Remote Sensing*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/rs12020287>
- Zhu, P., Tan, X., Zhao, S., Shi, S., & Wang, M. (2022). Land use regulations, transit investment, and commuting preferences. *Land Use Policy*, 122(August), 106343. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106343>
- Zhu, X. X., Qiu, C., Hu, J., Shi, Y., Wang, Y., Schmitt, M., & Taubenböck, H. (2022). The urban morphology on our planet – Global perspectives from space. *Remote Sensing of Environment*, 269(June 2021), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112794>

7.2 Anexos

7.2.1 Actividades durante el período de tesis:

Durante el desarrollo de la tesis doctoral, gracias al financiamiento del programa Becas Chile, convocatoria año 2019-72200289, de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo-Ministerio de Ciencias y Tecnología de Chile, se realizaron otras actividades complementarias:

Presentación en congresos y seminarios nacionales e internacionales:

Schuster-Olbrich, J. “Crecimiento Urbano en la Región Metropolitana de Santiago de Chile: un análisis desde los factores socioeconómicos y de la planificación urbana”. *Simposio Internacional de Doctorandos Desarrollo Urbano sustentable en Latinoamérica y el Caribe, Centro de Desarrollo Urbano Sustentable, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago (Chile).* Marzo, 2021.

Schuster-Olbrich, J., Miralles-Guasch, C., Vich, G., Fuentes, L. “Estrategia del límite urbano para controlar el crecimiento urbano: el caso de la Región Metropolitana de Santiago de Chile”. *XXVII Congreso de la Asociación Española de Geografía “Geografía, cambio global y Sostenibilidad”.* Tenerife (España). 14 al 17 de diciembre 2021.

Schuster-Olbrich, J. “Expansión urbana más allá del límite en Santiago de Chile: un análisis desde la planificación urbana y la regulación del suelo”. *XV Seminario Internacional ACIUR de investigación urbana y regional, Asociación Colombiana de Investigadores Urbano Regionales.* Bogotá (Colombia). 16al 19 de noviembre 2022.

Schuster-Olbrich, J., Miralles-Guasch, C., Vich, G., Fuentes, L. “Expansión urbana y sus factores explicativos en la Región Metropolitana de Santiago de Chile: un análisis desde la planificación urbana y los mecanismos Regulatorios”. *XLVII Reunión de Estudios Regionales / International Conference on Regional Science.* Granada (España). 19 al 22 de Octubre, 2022.

Estancias de investigación:



Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL, ETH.
Zurich, Suiza. Profesora: Dra. Anna Hersperger. Abril-Mayo, 2024.



**Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Facultad de Arquitectura,
Diseño y Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile.** Santiago,
Chile. Profesor: Luis Fuentes. Septiembre-Noviembre, 2024.

Otras publicaciones:

Vicuña, M., & **Schuster, J.** (2021). *Planificación urbana y gestión del riesgo de desastres: desafíos para instrumentos y mecanismos de planificación urbana y territorial*. Centro de Investigación de Desastres Naturales (CIGIDEN). Pontificia Universidad Católica de Chile.

Peña-Cortés, F., **Schuster, J.**, Arévalo-Valenzuela, P., Arenas, F., & Fuentes, L. (2022). *Ordenamiento territorial en la costa de Chile: alcances, competencias y estado de situación*. En C. Martínez, R. Cienfuegos, J. M. Barragán, S. Navarrete, R. Hidalgo, F. Arenas & L. Fuentes (Eds.), *Hacia una Ley de Costas en Chile: Bases para una Gestión Integrada de Áreas Costeras* (pp. 435-455). Geo Libro, Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Revisor de artículos científicos

Durante el desarrollo de la presente tesis, se solicitó al autor ser revisor de artículos científicos de las siguientes revistas:

- Revista Geografía Norte Grande
- Revista Latinoamericana de Estudios Urbanos y Regionales (EURE), Pontificia Universidad Católica de Chile
- Revista Instituto de Vivienda (INVI), Universidad de Chile
- Cities
- Europe XXI Journal

7.2.2 Carta Comisión Académica del Programa (CAP)

Estimados miembros de la Comisión Académica del Programa de Doctorado en Geografía:

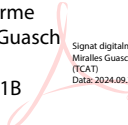
Nos dirigimos a ustedes para certificar formalmente nuestra participación como co-autores en las publicaciones presentadas dentro de la tesis por compendio de publicaciones titulada “Expansión urbana en la Región Metropolitana de Santiago de Chile entre 1997 y 2013: una aproximación desde la planificación y la normativa urbana”, realizada por el doctorando Juan Pablo Schuster Olbrich.

Mediante la presente, confirmamos que ninguno de los materiales, resultados o conclusiones presentados en esta tesis ha sido utilizado en otro trabajo académico o tesis hasta la fecha. Nos adherimos plenamente a las políticas académicas de la Escuela de Doctorado de la Universitat Autònoma de Barcelona y reconocemos la importancia de preservar la integridad y autenticidad del trabajo de investigación.

Así mismo, nos comprometemos formalmente a no utilizar ningún material o resultado presentado en esta tesis en futuros trabajos académicos o tesis sin la correspondiente citación y reconocimiento adecuados.

Agradecemos su atención y consideración.
Atentamente,

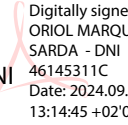
Maria Carme
Miralles Guasch
- DNI
39851421B
(TCAT)



Signat digitalment per Maria Carme
Miralles Guasch - DNI 39851421B
(TCAT)
Data: 2024.09.28 12:36:50 +02'00'


Carme Miralles-Guasch

ORIOL
MARQUET
SARDA - DNI
46145311C



Digitally signed by
ORIOL MARQUET
SARDA - DNI
46145311C
Date: 2024.09.30
13:14:45 +02'00'

Oriol Marquet Sardà

Powered by  Firma electrónica avanzada
LUIS ALEJANDRO
FUENTES ARCE
2024.09.30 15:55:44 -0300

Luis Fuentes Arce

