



## METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LOCALIZACIONES MÁS SOSTENIBLES PARA CONJUNTOS DE VIVIENDA SOCIAL EN VALDIVIA, CHILE

Muñoz, Daniel <sup>1\*</sup>; Zumelzu, Antonio <sup>2</sup>; Samaniego, Horacio <sup>3</sup> y González, Gabriela <sup>4</sup>

**Remisión inicial:** 2019-06-16; **Remisión definitiva:** 2019-10-18; **Publicación:** 2019-12-21

**Citación:** Muñoz, D. *et al.* (2019). Metodología para determinar localizaciones más sostenibles para conjuntos de vivienda social en Valdivia, Chile. En *XIII CTV 2019 Proceedings: XIII International Conference on Virtual City and Territory: "Challenges and paradigms of the contemporary city"*: UPC, Barcelona, October 2-4, 2019. Barcelona: CPSV, 2019, p. 8665. E-ISSN 2604-6512. DOI <http://dx.doi.org/10.5821/ctv.8665>

### Resumen

Dentro de las múltiples decisiones que tienen que ver con el desarrollo de barrios de vivienda social en Chile, la localización de los conjuntos toma especial relevancia debido al potencial de facilitar, o no, la movilidad social, el acceso a mejores oportunidades, y la integración urbana (Sabatini y Brain, 2008). En este sentido la política de vivienda ha sido insuficiente, incluso incorporando incentivos específicos a mejorar la localización, aplica parámetros centralistas que no aportan a mejorar significativamente la condición de nuevos barrios en ciudades de menor tamaño, haciendo urgente la incorporación de un enfoque local.

El Subsidio Diferenciado a la Localización (SDL) es parte de la política habitacional que trata de subsanar las falencias en materia habitacional y urbana que se han perpetuado por más de 30 años en Chile. Sin embargo, esta política no ha cumplido todos sus objetivos, ya que sus parámetros de localización permiten la ubicación de viviendas sociales en sectores con acceso deficiente a redes de equipamientos. Si bien se solicita informar la distancia de desplazamiento para aspectos como transporte, salud, educación en las fórmulas para obtener este incentivo, no incorporan, entre otros, medidas para desplazamientos a lugares de empleo (Brain y col., 2010).

Es así, como se vuelve valioso el indagar en variables poco exploradas en esta toma de decisiones, como son las bases de datos masivas relacionadas a los datos geo-referenciados. Estas son una poderosa fuente de información para dar nuevas respuestas y aproximaciones a materias urbanas (Pentland, 2009).

Considerando que hoy existen numerosas fuentes de datos para la mayoría de las ciudades, realidades como la de desplazamientos, flujos, usos de suelo, entre otros pueden comenzar a modelarse con una precisión elevada, en tiempo cuasi real, con menores costos y con alta confiabilidad. El volumen de información que proporcionan las antenas de telefonía móvil las hace capaces de describir trazas en distintos espacios temporales (día, semana, mes) y para distintos grupos, exponiendo cuánto, cómo y hacia dónde se mueven las personas en una ciudad (Hoteit y col., 2014).

El presente estudio propone indicadores de sostenibilidad para zonas de residencia y destinos (Integración, Conectividad y Diversidad) y propuestas de criterios de proximidad y morfológicos para localizar nuevos barrios o mejorar los existentes desde acciones de regeneración urbana.

En contraste con los criterios actuales de localización y medios de caracterización urbana, este trabajo representa una aproximación novedosa y válida para conocer la realidad urbana de forma contextualizada y complementaria a los instrumentos actuales, pero con potencial de reemplazarlos.

### Abstract

Within the multiple decisions related to the development of social housing neighborhoods in Chile, the location of the complexes is especially relevant because of their potential to facilitate, or not, social mobility, access to better opportunities, and urban integration (Sabatini and Brain, 2008). In this sense, the housing policy has been insufficient,

<sup>1</sup> Universidad Austral de Chile, Instituto de Arquitectura y Urbanismo; <sup>2</sup> Universidad Austral de Chile, Instituto de Arquitectura y Urbanismo; <sup>3</sup> Universidad Austral de Chile, Instituto de Conservación Biodiversidad y Territorio; <sup>4</sup> Universidad Austral de Chile, Instituto Informática. \* Correo de contacto: [daniel.munoz03@uach.cl](mailto:daniel.munoz03@uach.cl)



although it has incorporated specific incentives to improve the location, they are centralist application parameters that do not contribute to improving the condition of new neighborhoods in smaller cities, making the generation of incentives with a local approach.

The Differential Location Grant (SDL) is part of the housing policy that seeks to address the deficiencies in housing and urban matters that have been perpetuated for more than 30 years in Chile. However, this policy has not fulfilled all its objectives, since its location parameters allow the location of social housing in sectors with poor access to equipment networks. Although it is requested to report the distance of travel for aspects such as transportation, health, and education in the formulas to obtain this incentive, they do not include, among others, measures for travel to places of employment (Brain et al., 2010).

This is how it becomes valuable to investigate less explored variables in this decision-making, such as massive databases related to geo-referenced data. These are a powerful source of information to gather new responses and approaches to urban issues (Pentland, 2009).

Taking into account that today there are numerous data sources for most of all cities, realities such as displacements, flows, land uses, among others, can begin to be modeled with high accuracy, in near-real time, with lower costs and Highest reliability. The volume of information provided by mobile phone antennas makes them capable of describing traces in different time-spaces (day, week, month) and for different groups, exposing how much, how and where people move in a city (Hoteit and col., 2014).

Using the urban ICT capabilities, sustainability indicators have been described for areas of residence and destinations (Integration, Connectivity, and Diversity) and proposals for proximity and morphological criteria to locate new neighborhoods or improve existing ones from urban regeneration actions.

In contrast to the current criteria of location and forms of urban characterization, this work represents a novel and valid approach to know the urban reality in a contextualized manner and complementary to the current instruments, but with the potential to replace them.

**Palabras Clave:** Vivienda Social; Sostenibilidad; Localización; TIC

**Key words:** Social Housing; Sustainability; Location; ITC

## 1. Introducción

### 1.1 *Vivienda social y política pública en Chile*

Los grupos sociales más desprovistos, han sido sujeto de beneficio en planes y programas enfocados en satisfacer sus necesidades habitacionales, es así como las iniciativas de vivienda social son entendidas como un símbolo de la acción estatal, acciones que han marcado el territorio y han transitado por una serie de fases, cada una con sus características y consecuencias (Castillo e Hidalgo, 2007).

A partir de la ley 1.838 promulgada en 1906, sobre Habilitaciones Obreras, sumado a diversos contextos políticos, culturales y económicos, se ha producido vivienda social de diversas maneras, pero con localización constante, la periferia urbana. (Ferrada y Jiménez, 2006).

Con la llegada de la democracia en la década de los 90, se genera una absorción del déficit habitacional cuantitativo, reduciendo las cifras, pero que continúa acumulando vivienda social en sectores periféricos, periurbanos o rururbanos, con el consiguiente aumento de distancias a los lugares de servicio, rompiendo la matriz de relaciones sociales, lo que produce, en base al "Índice



de Desarrollo Socioeconómico” para el periodo 1992-2002, conjuntos residenciales como motores de cambio regresivo (Hidalgo, 2007).

### 1.2 *Localización insostenible y calidad de vida*

Estudios realizados en las principales ciudades de Chile y Latinoamérica han demostrado que, la segregación residencial tiene consecuencias negativas. Al vivir en medio de personas de similar condición social y alejados de los centros de actividad, la mayoría de los integrantes de hogares de “vivienda social” enfrentan importantes escollos y problemas que afectan su bienestar y sus proyectos de vida (Sabatini y Wormald, 2013).

Sabatini, F., & Wormald, G. (2013) analizan los efectos de la segregación de la vivienda básica en materia de vulnerabilidad social y estructura de oportunidades y concluyen que la segregación aleja los lugares de trabajo deteriorando la calidad de vida de los jefes de hogar; reduce las oportunidades de las mujeres de integrarse al mundo laboral; y restringe la posibilidad de utilizar los recursos y servicios estatales. En términos más espaciales, se pudo medir el efecto neto de la condición propia de la segregación –ser un hogar pobre rodeado de otros hogares pobres– en el aumento de la vulnerabilidad. Aunque hay otros factores de importancia en la reducción de la vulnerabilidad, como la educación, el control de la segregación residencial emerge como una tarea central en materia de política social y urbana (Sabatini y Wormald, 2013).

Rodríguez Vignoli, J. (2008) describen la segregación con relación a los desplazamientos y mencionan dos factores clave: a) la mayor lejanía de los pobres respecto de sus puestos de trabajo; y b) su dependencia del transporte público, típicamente más lento que el automóvil particular.

La variable locacional de los conjuntos residenciales debe ser situada al alero de la problemática de sostenibilidad en nuestras ciudades, donde asentamientos sostenibles deberían incrementar el acceso entre residentes, sus lugares de trabajo y servicios que ellos requieran de forma equitativa, especialmente para aquellos habitantes que tienen problemas de desplazamiento, adultos mayores, discapacitados, embarazadas, hogares sin automóvil (Frey, 1999; Salazar y Cox, 2014). Se proponen así, diversos elementos como base para influenciar la sostenibilidad y el comportamiento humano en la ciudad, dentro de los cuales, a escala de tramos urbanos, se describen accesibilidad, conectividad y diversidad como propios de una forma urbana sostenible los cuales pueden ser medidos y evaluados (Zumelzu-Scheel, 2017). El éxito de estos elementos es claramente contradictorio con los patrones segregatorios descritos para los conjuntos de vivienda social declarándolos insostenibles.

### 1.3 *Oportunidades*

La “Política Nacional de Desarrollo Urbano” (PNDU) menciona que las políticas que permitieron disminuir el déficit habitacional descuidaron la localización, generaron concentración de pobreza, inseguridad, hacinamiento, mala conectividad y falta de acceso a bienes públicos urbanos. Este documento se entiende como propuesta ordenadora y se consolida en las ciudades chilenas una temática urgente, basada en un entendimiento transversal respecto a que Chile debe proveer a los hogares de bajos ingresos de soluciones mejor localizadas y menos segregadas, y reconoce que las condiciones del espacio pueden presentarse como facilitadores u obstaculizadores para



su progreso (Mora y col., 2014). Desde esta propuesta se han ideado instrumentos tendientes a la integración social y a la regulación en los usos de suelo, como son la actual Ley de Integración Urbano Social y los Planes urbano-Habitacionales del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Esta situación plantea una gran oportunidad, de la mano con las decisiones que se tendrán que tomar para la definición de localizaciones o para la determinación del uso sobre suelos públicos en cada ciudad. Serán necesarios nuevos criterios, pues los incentivos y parámetros que se han tenido para determinar localizaciones han sido insuficientes. Nos referimos al SDL complementario al subsidio para obtención de vivienda, cuyo destino es el de adquirir o realizar mejoramientos de terreno, de predios “bien localizados” en las ciudades, para lo cual se debe cumplir una serie de requisitos en su relación con equipamientos y servicios urbanos (ubicación en área urbana, dentro del territorio operacional de una empresa sanitaria, acceso desde una vía local o de mayor rango, transporte público; establecimientos educacionales y establecimiento de salud primaria a determinadas distancias) (Zambrano, 2010). Pero es ineficiente en mejorar la localización, pues los rangos son muy amplios, y no considera las fuentes laborales. En esta materia, estudios han determinado que el subsidio de localización no ha significado que las viviendas sociales se ubiquen más céntricas ni que otorguen mejores oportunidades a sus residentes (Vial, 2014).

La segunda gran oportunidad viene dada por la exploración del enfoque basado en el uso de TICs las cuales tienen la capacidad única de ampliar el alcance y la calidad de la cognición espacial de las personas, al registrar y proporcionar información que no se percibe directamente por sus sentidos. Tal conciencia espacial ampliada puede informar e impactar los procesos de toma de decisiones de maneras en que los planificadores no han tenido en cuenta (Gath-Morad y col, 2016).

El uso de indicadores urbanos es un insumo básico para entender y modelar las sociedades humanas (Batty, 2012) por lo mismo, el procesamiento actual de estos datos nos permitiría determinar con mayor certeza los flujos propios del desplazamiento en la ciudad e indicadores propios de su dinámica.

Existe un completo campo de investigación llamado “Urban Computing” dedicado al estudio de las ciudades desde Sistemas de información geográfica (GIS), plataformas de modelamiento urbano (Ej. Depthmap) y grandes volúmenes de datos, por ejemplo, con datos de telefonía móvil que hoy las compañías de telefonía están liberando para diversos fines, entre ellos para las investigaciones referentes a ciudad. De estos estudios se destacan los métodos de procesamiento de datos CDR (call detail record), para la extracción de lugares de estadía y lugares de paso en las trayectorias de las personas, la detección de la residencia y la selección de personas representativas estadísticamente (Jiang y col., 2017).

De esta forma el presente estudio manifiesta un fin exploratorio en cuanto a indagar datos no convencionales, entregados por TICs del ámbito urbano, para comprender de manera contextualizada diversos indicadores de sostenibilidad relativos al habitar en las ciudades. Finalmente determinar criterios de localización sostenible para conjuntos de vivienda social en Valdivia, basados en el uso de TICs del ámbito urbano para conocer destinos preponderantes e indicadores de sostenibilidad urbana en el entorno construido.



## 2. Aspectos metodológicos

### 2.1 Levantamiento y exploración de información

El estudio se aplica a la ciudad Valdivia en el sur Chile la cual es considerada una ciudad de tipo intermedia, debido a su superficie, capacidad administrativa, densidad poblacional y ubicación estratégica con respecto a los demás centros poblados de la región de Los Ríos.

Se ha establecido el número y ubicación de los conjuntos de vivienda social, correspondientes a Loteos y Condominios de viviendas financiadas por los programas del Ministerio de Vivienda para grupos socioeconómicos con mayor vulnerabilidad y denominados “Construcciones en Nuevos Terrenos”, edificados entre 1990 y 2017. Dicho levantamiento permitió elaborar un listado y mapa con los conjuntos.

Desde archivo web de la Biblioteca Nacional se revisaron decretos que reglamentaron la gestión, diseño y construcción de los conjuntos de vivienda social identificados para la comuna, con énfasis en los criterios de localización y exigencias de ubicación que planteó la normativa para los conjuntos financiados por dichas políticas de estado.

Los datos geolocalizados de telefonía móvil utilizados son parte del proyecto EigenCities implementado por el Laboratorio EcoInformática de la Universidad Austral de Chile, quienes entregaron los datos de telefonía pre procesados con las zonas que abarca cada antena, residencia para cada usuario y zonas donde se establecieron visitas durante el periodo de registros.

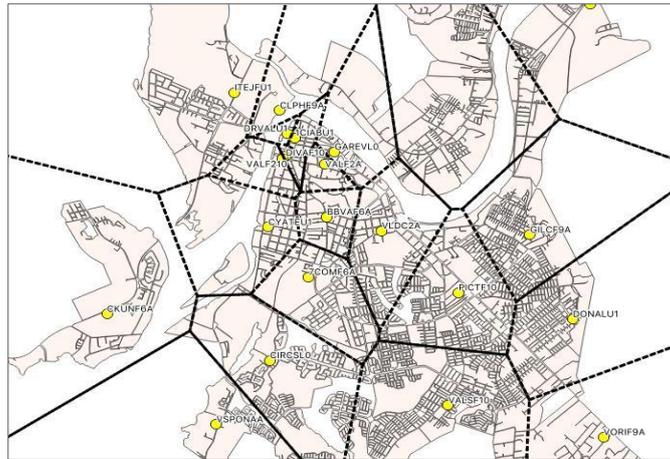
Los datos de telefonía móvil disponibles para la comuna de Valdivia componen un total de 3.818.488 registros CDR (Call Detail Records), los cuales han sido recogidos por la compañía de telecomunicaciones Telefónica, durante un total de cuatro semanas extraídas en los meses de marzo, mayo, agosto y noviembre del 2015. Un registro CDR es una conexión de un usuario de telefonía, el cual se encuentra anonimizado, con una antena de telefonía. Cada registro se encuentra asociado a una fecha de conexión; una antena de residencia, la cual describe la antena de telefonía atribuida a la zona de la ciudad donde reside el usuario de tal registro; y una antena de registro con sus coordenadas geográficas, que describe el lugar de la antena de telefonía.

En el caso de Valdivia, los registros se dividen en 20 antenas de telefonía como muestra la Figura 1. El área de influencia que se atribuye a cada antena fue determinada por la teselación de Voronoi que conformaron las ubicaciones sobre el plano, obteniendo a partir de esto una partición matemática y polígonos desde donde entenderemos provienen los registros asignados a cada antena. Por lo anterior, la ciudad se divide en 20 áreas de residencia, cada una determinada por una antena.

Con los datos georreferenciados de telefonía se confecciona una matriz de “origen y destino”, cuantificando las zonas a las cuales se producen desplazamientos desde cualquier otra zona descrita como residencia. Dicha información ha permitido elaborar mapas con la ubicación de los destinos principales (Zonas destino) para las zonas de residencia donde se emplaza la mayor concentración de conjuntos de vivienda social (Zonas residencia).



Figura 1. Ubicación de antenas de telefonía en la ciudad de Valdivia



Fuente: Elaboración Propia.

## 2.2 Caracterización de indicadores de Sostenibilidad Urbana

Para las residencias y destinos, se procedió a caracterizar algunos indicadores de sostenibilidad urbana. El indicador de *Integración*, será homologado al concepto de *Accesibilidad*, entendiéndose que no existe un consenso claro sobre el concepto de accesibilidad o acceso, ya que existe una amplia gama de factores que se puede utilizar para su definición y evaluación, como lo son la ubicación, distancia, tiempo de viaje, modo de viaje, velocidades, frecuencias, costos asociados, actividades vinculadas e inclusive barreras o frenos en el desplazamiento (Geurs y Ritsema, 2001; US Department of Transport, 1997). Específicamente, el término también se refiere al número de posibles elecciones de recorridos para una suma determinada de ‘costos de viaje’ (Lane y col., 2015).

En función de los métodos nos apegamos a lo definido por Arnaiz, Ruiz-Apilanez y De Ureña (2013) como *Accesibilidad configuracional*, determinada mediante el valor de *Integración* con la herramienta Depthmap (Arnaiz y col., 2013).

La integración calcula cuán cerca está cada elemento del resto de componentes del sistema, mide que tan accesible es cada segmento con respecto al resto y cuánto potencial tiene como destino de movimiento. Un elemento está más integrado en el sistema cuanto menor sea su profundidad y sus conexiones tengan ángulo de giro. La accesibilidad configuracional de un segmento aumentará cuanto mayor sea su nivel de integración. La integración puede calcularse de manera global, en relación con todo el sistema, o de manera local, considerando sólo las conexiones hasta cierta distancia (en un determinado radio de influencia). Esto permite el estudio de la accesibilidad a diferentes escalas (Arnaiz y col., 2013).

Desde la herramienta DepthMap se cuantifica el valor mediante el cual un nodo está integrado o separado de un sistema, según el número de cambios de dirección desde un elemento a otro.

El indicador de *Conectividad* se refiere al grado en el cual los entornos locales ofrecen puntos de conexión y de contacto (a personas y recursos) en una variedad de escalas y para múltiples propósitos. Esta cualidad promueve la sostenibilidad, donde la conectividad más alta conduce a



niveles más altos de interacción entre las personas con el medio ambiente, la sociedad, las actividades económicas y culturales, todo lo cual mejora la estabilidad y colectividad del vecindario o barrio en el largo plazo (Talen, 2011; Talen, 2008; Tapia, 2018).

Desde la herramienta Depthmap el indicador de Conectividad establece la cantidad de vecinos inmediatos de un espacio respecto del sistema completo, vale decir conexiones directas de nodos a cada nodo individualmente. El uso de la herramienta DepthMap para cada zona de residencia o destino ha permitido obtener un conjunto de valores específicos de cada indicador y su ubicación en la zona estudiada, de ellos se han extraído descripciones estadísticas y mapas que grafican cómo estos valores se distribuyen en la zona estudiada.

El indicador de *Diversidad* de uso de suelo determina equilibrio en el desarrollo de suelo residencial y no residencial y se relaciona con fomentar la vitalidad económica, interacción social entre usuarios, provisión caminable de diversos servicios y equipamientos que requiere un barrio (Williams y col., 2010; Barton y col., 2006). La fuente de información para determinar el valor de diversidad de usos de suelo fue OpenStreetMaps (OSM), plataforma con Licencia Abierta de Bases de Datos proporciona mapas con distintos atributos creados de manera colaborativa. Así se logró identificar 1240 datos, dentro de los cuales aparecen diversos tipos de equipamiento y servicios. Complementando esta fuente de información y para obtener un valor referente a la categoría vivienda, se utilizó como fuente el Censo abreviado de población del año 2017.

Desde la información provista por estas fuentes, en formato de base de datos georreferenciada, se obtuvo un valor para *Diversidad* utilizando el *Índice de Shannon*. Este representa la heterogeneidad de una comunidad, sobre la base de dos factores, el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad (Pla, 2006).

Los resultados cuantitativos obtenidos para los indicadores de Integración local, Conectividad local y Diversidad, para cada una de las zonas, se ordenaron en una tabla de resumen y relacionaron en una matriz de correlación. Gráficamente la información se expresó en mapas identificando lugares específicos de cada zona donde convergen situaciones con altos niveles de los indicadores de sostenibilidad urbana, ya descritos.

### 2.3 *Definición de criterios de localización para vivienda social*

La definición de criterios para localizar de forma más sostenible conjuntos de vivienda social se llevó a cabo desde los resultados de las fases precedentes y estableciendo dos tipos de criterios. El primero fue el criterio de proximidad, según el cual se determinaron áreas buffer desde las zonas que presentaron mejores indicadores de sostenibilidad urbana y a las que se posicionaron como zonas altamente visitadas (zonas de destino principales). El segundo fue un criterio morfológico que identificó situaciones relacionadas a la forma urbana y arquitectónica de los lugares en que los indicadores estudiados se presentaron favorablemente e incluso coincidieron entre ellos.

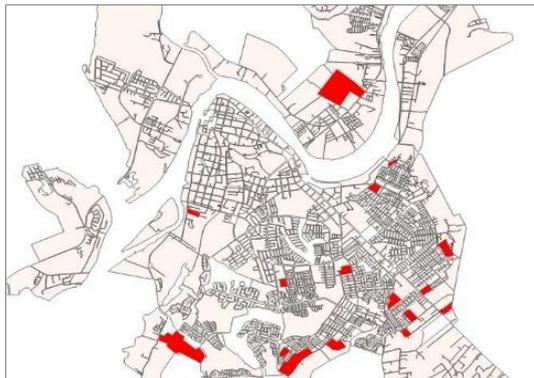


### 3. Resultados y discusión

#### 3.1 Información obtenida

En la comuna de Valdivia, desde 1990 al 2017 se han edificado 29 conjuntos de vivienda social. Figura 2.

Figura 2. Mapa de ubicación de conjuntos de vivienda social en Valdivia 1990 - 2017



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 1. Incentivos y requerimientos de localización en conjuntos de vivienda social

	1990	2001	2004	2005	2011
Area Urbana	X	X	X	X	X
Factibilidad Sanitaria	X	X	X	X	X
Acceso Transp. Público				X	X
Acceso Est. Educacion				X	X
Acceso Est. Salud				X	X
Acceso Equipamiento variado					X
Acceso a Áreas Verdes					X

Se ha podido determinar que el SDL, vigente hasta el día de hoy y creado en el año 2006, inaugura parámetros propios en la política habitacional tendientes a ubicar en condiciones específicas los conjuntos financiados por el estado y para grupos en condiciones de vulnerabilidad. En la tabla 1, se presenta un resumen de los requisitos expuestos en los Decretos Supremos número 174 de 2005 y número 49 de 2011 para que los conjuntos puedan optar a este incentivo.

El ya mencionado SDL, se fundamenta en criterios de acceso a la red vial, transporte público, establecimientos educacionales, establecimientos de salud y desde el 2011 se añade el acceso a equipamiento comercial, deportivo, cultural y áreas verdes. Para estos se plantean distancias mínimas a ser cumplidas mediante recorridos peatonales, a través de la red vial. La normativa a la que estuvieron sujetos los conjuntos que comenzaron su postulación antes del 2006 se enmarca en una serie de decretos que no plantearon requisitos ni criterios de localización específicos, sino solo el cumplimiento de la Ley General de Urbanismo y Construcciones, debiendo enmarcarse como edificaciones urbanas con factibilidad de servicios sanitarios.

La existencia, al menos desde el 2006, de criterios de localización para los conjuntos de vivienda social buscó acercar los nuevos barrios a destinos de importancia como servicios, equipamiento e infraestructura, con la idea de disminuir distancias y tiempos de desplazamiento. En este sentido y mediante la utilización de registros de telefonía móvil se pudo conocer cuáles son los destinos principales para las zonas donde se ubica la mayor concentración de conjuntos de vivienda social. De la totalidad de polígonos descritos para Valdivia por la ubicación de antenas, tres aglomeran el 76% de los conjuntos de vivienda social identificados para la comuna de Valdivia, serán entendidos como zonas de residencia y nombrados en adelante como indica la tabla 2.



Tabla 2. Zonas de residencia identificadas

ZONAS DE RESIDENCIA IDENTIFICADAS		
ANTENA	BARRIO	NOMBRE
VSPONAA	GUACAMAYO	RESIDENCIA 1
DONALU1	DONAL CANTER	RESIDENCIA 2
VALSF10	ANGACHILLA	RESIDENCIA 3

Fuente: Elaboración propia.

Los registros telefónicos de cada uno de los sectores, ya mencionados, identifican en qué medida estas zonas urbanas de residencia, se conectan con el resto de la ciudad mediante la cantidad de registros que los usuarios generan en otras zonas durante el transcurso del día. En la tabla 3 quedan graficados mediante una matriz de origen y destino la cantidad de registros para la totalidad de antenas y normalizado en porcentajes.

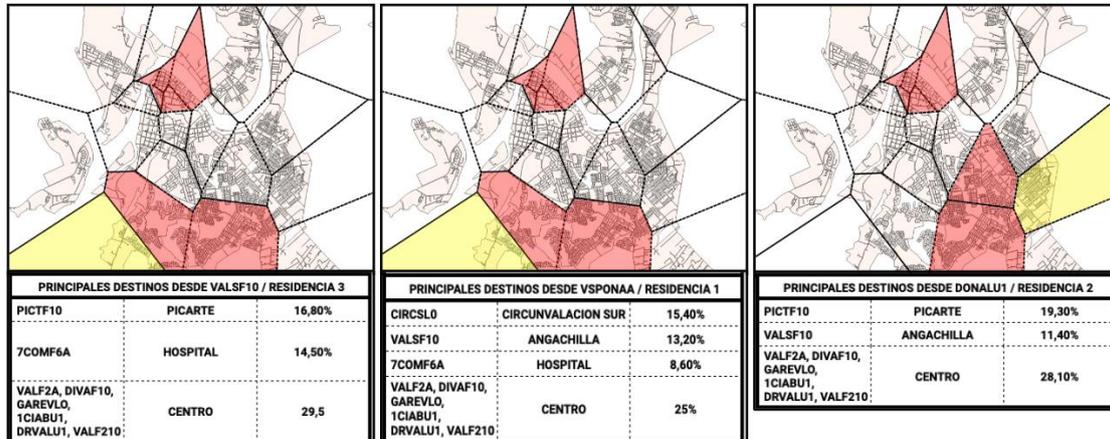
Tabla 3. Matriz de origen y destinos para la totalidad de antenas en Valdivia

ANTENA	DESTINO																	suma %	TOTAL
	VORIF9A	GILCF9A	VALSE10	PICTE10	VLDCA	CLCOF10	CENTRO	BBVAF6A	CKUNF6A	DONALU1	ITEFU1	CLPHF9A	CYATEU1	7COMF6A	VSPONAA	CIRCSLO	SECCOU1		
VORIF9A	0.00	2.77	19.55	12.76	4.40	6.21	22.08	5.07	1.72	5.36	2.21	2.57	1.81	9.79	1.83	1.09	0.77	100	184892
GILCF9A	1.40	0.00	6.10	18.99	9.07	7.44	29.07	5.10	1.30	5.81	1.61	3.13	1.16	5.93	1.50	0.81	1.58	100	369999
VALSF10	3.61	2.74	0.00	16.78	4.36	4.12	29.01	5.04	1.14	3.95	1.47	2.91	1.55	14.46	3.52	4.46	0.87	100	1348841
PICTF10	2.23	7.01	13.67	0.00	7.80	5.25	26.76	5.72	1.36	4.77	2.19	3.35	1.48	14.72	1.47	1.13	1.08	100	879885
VLDCA	1.76	5.43	5.22	13.98	0.00	8.74	28.62	12.14	1.55	1.23	2.38	4.64	1.44	9.74	1.06	0.95	1.11	100	261282
CLCOF10	1.79	4.54	5.34	7.19	9.21	0.00	41.58	6.19	1.26	1.42	2.41	4.67	1.73	6.82	1.38	0.65	3.84	100	587950
VALF2A	1.74	1.81	5.24	5.17	4.80	5.54	38.58	11.56	1.16	3.92	2.73	5.17	3.11	6.80	1.10	0.74	0.80	100	3033315
BBVAF6A	1.13	1.25	4.51	5.09	7.37	4.27	37.83	0.00	1.98	1.25	3.47	5.88	7.07	16.04	1.20	0.93	0.73	100	504392
CKUNF6A	1.64	0.92	2.45	2.38	2.56	4.35	30.60	8.42	0.00	0.64	7.82	8.77	4.11	15.64	6.91	1.31	1.47	100	162867
DONALU1	2.63	8.96	11.44	19.28	5.02	3.95	28.28	4.00	0.97	0.00	1.30	3.00	1.62	6.79	1.07	0.73	0.98	100	313019
ITEFU1	1.11	0.99	2.89	5.74	3.43	2.94	36.93	7.11	3.44	0.84	0.00	19.52	2.14	8.74	2.59	0.75	0.85	100	268832
CLPHF9A	1.27	1.17	3.84	3.25	3.22	5.30	41.50	10.32	2.08	0.66	15.62	0.00	2.94	5.59	1.78	0.66	0.80	100	126574
DIVAF10	1.32	1.21	3.68	4.30	3.50	4.83	29.96	12.35	3.28	1.14	8.46	11.04	3.64	6.78	2.00	1.43	1.07	100	266311
CYATEU1	0.99	1.16	2.74	2.47	2.33	2.57	32.13	23.41	2.88	0.84	3.23	5.28	0.00	16.14	2.34	1.06	0.44	100	118529
7COMF6A	1.12	1.82	11.42	12.75	6.52	3.69	27.06	12.47	2.65	1.42	2.96	4.77	5.13	0.00	2.14	3.29	0.80	100	655891
GAREVLO	1.17	2.30	4.32	5.13	6.95	10.82	38.56	7.94	1.72	1.49	2.74	5.62	2.32	5.67	0.88	1.09	1.28	100	249084
VSPONAA	1.53	2.18	13.17	6.69	3.25	4.71	25.13	6.05	4.21	1.36	2.65	2.53	1.67	8.62	0.00	15.43	0.82	100	367667
CIRCSLO	1.13	1.26	12.71	4.88	3.53	2.84	27.64	6.21	2.54	1.38	2.10	3.53	2.04	19.28	8.00	0.00	0.92	100	285667
1CIABU1	1.42	1.25	4.40	4.94	2.96	4.22	42.50	5.31	2.68	1.04	4.42	11.37	2.87	6.58	1.74	1.33	0.96	100	86515
SECCOU1	0.72	4.69	5.85	5.87	6.64	20.70	27.05	5.08	1.35	5.26	2.18	4.52	2.13	6.39	0.76	0.80	0.00	100	66007
DRVALU1	2.00	4.95	6.26	7.81	2.77	6.27	32.02	6.99	1.15	2.87	1.57	6.78	2.11	4.32	6.06	4.18	1.88	100	13670
VALF210	0.00	2.05	1.37	7.53	2.74	17.12	45.89	8.90	4.11	1.37	0.00	0.68	1.37	0.00	2.74	0.00	4.11	100	146
TOTAL	140931	228898	507020	682717	409676	346714	747229	519218	135202	191324	205768	360257	187032	757502	163474	183983	87361		

Fuente: Elaboración propia.

Extrapolando los datos para las zonas identificadas previamente como residencias, los resultados fueron los siguientes:

Figura 3. Mapas visitas desde zonas de residencia (en amarillo) hasta 3 zonas más concurridas (en rojo). Tablas con porcentajes totales de visitas a cada destino



Fuente: Elaboración propia.



Las zonas de destino que se repiten para las tres zonas de residencia son: Sector Centro, Sector Picarte, Sector Hospital Regional y Sector Angachilla, tabla 4.

### 3.2 Indicadores de sostenibilidad urbana

Los resultados descriptivos sobre indicadores de sostenibilidad, expresados en la tabla 5 indican una tendencia que permite comprender a las zonas de destino como lugares con mejor Integración, Conectividad y Diversidad que las zonas de residencia.

Tabla 4. Zonas de destino por Antena

ZONAS DE DESTINO IDENTIFICADAS		
ANTENA	SECTOR	NOMBRE
VALSF10	ANGACHILLA	DESTINO 1
VALF2A, DIVAF10, GAREVLO, 1CIABU1, DRVALU1, VALF210	CENTRO	DESTINO 2
PICTF10	PICARTE	DESTINO 3
7COMF6A	HOSPITAL	DESTINO 4

Tabla 5. Resumen estadístico de indicadores de Sostenibilidad Urbana

		DESTINOS			RESIDENCIAS		
		DESTINO 2	DESTINO 4	DESTINO 3	DESTINO 1	RESIDENCIA 3	RESIDENCIA 2
Conectividad	Media Conectividad	3,77	2,92	3,23	3,11	3,29	2,86
	Mediana Conectividad	3,00	2,00	3,00	2,00	2,00	2,00
	Moda Conectividad	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	2,00
Integración	Media Integración	1,26	1,00	1,07	0,75	1,30	0,56
	Mediana Integración	1,28	1,06	1,09	0,76	1,37	0,64
	Moda Integración	1,22	1,05	1,19	-1,00	1,61	1,61
Diversidad	Índice Shannon	3,20	0,32	0,11	0,06	0,15	0,04

Fuente: Elaboración Propia.

La generación de una matriz de correlación (tabla 6) demuestra la correspondencia entre los valores de Conectividad e Integración locales, en sus medias y medianas, presentando valores superiores a 0,4 en el peor de los casos.

Especialmente llamativas son las correspondencias entre los valores de Conectividad e Integración locales, en sus medias y medianas con los índices de Diversidad, presentando valores superiores a 0,7 en el caso de la correlación entre Conectividad local y Diversidad, y superiores a 0,45 en el caso de Integración local y Diversidad.

La particularidad de estos últimos valores de correlación se basa en el origen de la información que representan, pues provienen de fuentes totalmente distintas, siendo el caso de Integración y Conectividad un análisis sintáctico de la trama axial aislada para cada zona y para el caso de Diversidad desde las cuentas que permiten el Censo poblacional y la plataforma abierta OpenStreetMap.

Tabla 6. Correlación de indicadores de Sostenibilidad Urbana

CORRELACIÓN: INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD URBANA						
	Media Conectividad	Mediana Conectividad	Moda Conectividad	Media Integración	Mediana Integración	Moda Integración
Media Conectividad	-					
Mediana Conectividad	0,72	-				
Moda Conectividad	-0,14	0,32	-			
Media Integración	0,74	0,47	-0,53	-		
Mediana Integración	0,69	0,41	-0,58	1,00	-	
Moda Integración	0,09	0,20	-0,33	0,34	0,41	-
Índice Shannon	0,85	0,62	0,19	0,49	0,46	0,15

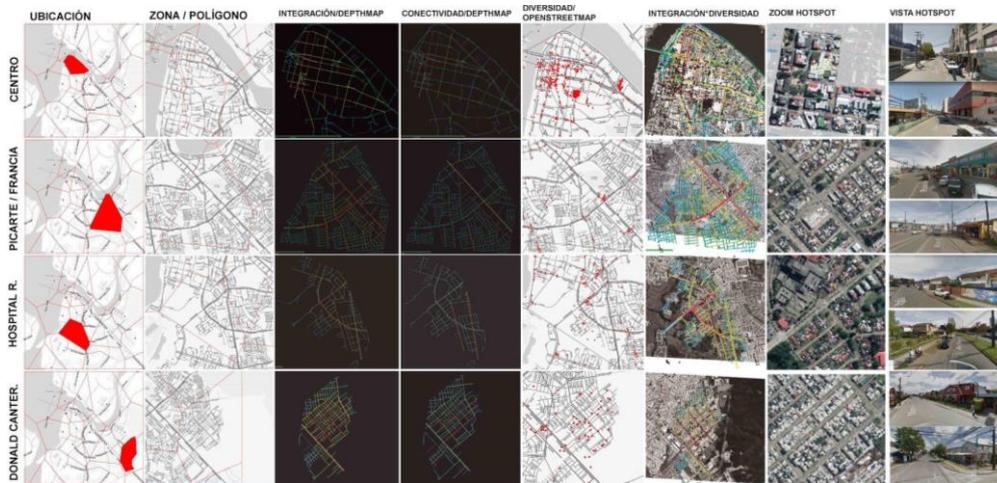
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7. Ranking de zonas de destino

RANKING DE PREPONDERANCIA DE ZONAS DESTINO.			
NOMBRE ZONA	NÚMERO	Σ% REGISTRO DE VISITAS	RANKING
ANGACHILLA	DESTINO 1	24,6%	3
CENTRO	DESTINO 2	82,6%	1
PICARTE	DESTINO 3	36,1%	2
HOSPITAL	DESTINO 4	23,1%	4



Figura 4. Resultados gráficos para cada zona de destino y residencia



Fuente: Elaboración propia.

### 3.3 Criterios definidos

El criterio de proximidad, basado en distancias a las principales zonas de destino (tabla 7), imita los planteados por el SDL, utilizando distancias desde los puntos de interés. A partir de la Figura 5, se extrapolan sectores urbanos con alto potencial en recibir conjuntos de vivienda social, debido a su proximidad con varios sectores identificados como destino, o sea que se ubican en zonas de intersección de las áreas buffer y que no presentan desarrollos habitacionales registrados en la muestra de 1990 a 2016.

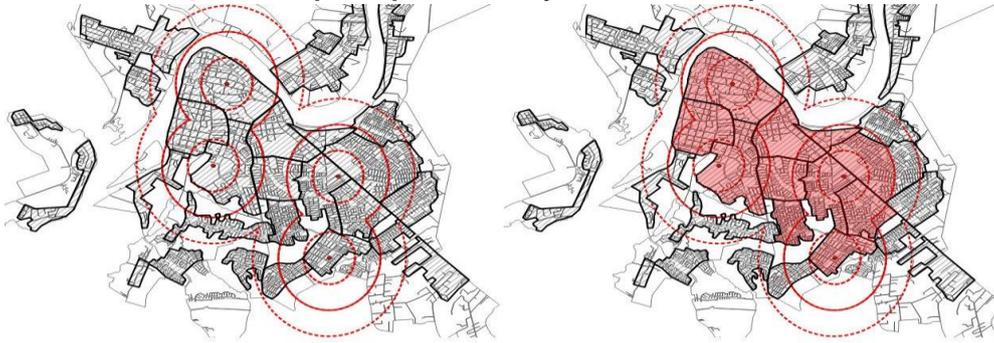
Los criterios relacionados a la forma urbana o morfología establecen recomendaciones de diseño tendientes a configurar barrios con potencial de congregar diversidad. Este criterio se establece sobre la correlación entre los valores de Integración - Conectividad y Diversidad, además de la relación entre zonas Destino y estos mismos valores. Los criterios morfológicos observados son los siguientes:

*Trama urbana conectada y accesible:* Se propone el diseño de tramas urbanas con altos niveles de conectividad local, lo cual viene dado por la cantidad de intersecciones que se presentan en una determinada configuración. Tramas que cumplen de mejor forma con el criterio de conectividad serían, por ejemplo, configuraciones ortogonales y de manzanas compactas. Este aspecto es mencionado por Guzmán y Zumelzu (2016) donde aprecia una diversidad de actividades en las zonas de mayor integración local de calle Picarte, donde la trama local se presenta con mayor ortogonalidad que favorecen al movimiento y conectividad (Guzmán y Zumelzu, 2016).

Comprendiendo la correlación entre valores de conectividad e integración y que la cantidad de conexiones de un eje se puede intencionar mediante el diseño, pero la profundidad en el sistema es un factor más complejo de obtener, si no es mediante la localización, la propuesta más factible desde el diseño urbano corresponde a la generación de una trama con la mayor cantidad de conexiones posibles.



Figura 5. Mapa de proximidad y sectores extrapolados



Fuente: Elaboración propia; 1500 m, como rango "Base", 1000 m, como rango "Medio" y 500 m, como rango "Ideal", con lo que se establecen zonas buffer.

#### 4. Discusión y conclusiones

La cantidad de conjuntos de vivienda en Valdivia, en las épocas estudiadas, se condice con las cifras y tendencia edificatoria financiada por el Ministerio de Vivienda desde los 90, la cual fue cuantitativa y no tan cualitativa en sus resultados. Así también los parámetros de locación de dichos barrios dan cuenta de lo que otros autores definen como la construcción de la periferia en base a la vivienda para los más pobres, pues el acceso a una vivienda formal, en propiedad, se entiende asociado a un sacrificio en el acceso a la ciudad y la aceptación de localizaciones segregadas (Sabatini y Vergara, 2018).

La ineficacia del SDL para cumplir su cometido queda manifestada en el levantamiento de conjuntos para Valdivia, donde prácticamente ninguno se aparta de la periferia y los que lo hacen pueden entenderse como casos aislados. Zambrano (2010) pone en duda los resultados que tendría el SDL en el emplazamiento definitivo que logran las viviendas sociales que hacen uso del subsidio, con objeto de determinar el grado de integración respecto al tejido urbano existente, pues no quedaría claro si se está generando renovación urbana con estos proyectos, o simplemente es "un poco menos descentral" (Zambrano, 2010).

Respecto de los datos de telefonía móvil se reconoce que la partición utilizada es de característica gruesas, a pesar de lo cual configura un poderoso insumo, capaz de complementar herramientas tradicionales en para la planificación urbana pues resultaría ser un insumo más rápido y mucho más económico.

Considerando los indicadores de sostenibilidad urbana estudiados y según Hillier y Hanson, los patrones que interactúan como factores de aquellos modelos de la economía en movimiento cuyos procesos crean centralidad, son influenciados por la trama urbana (Vaughan y col., 2010). Así desde los indicadores de Integración y Conectividad Local y comprendiendo la influencia de esta en los procesos de centralidad cobra sentido la correlación identificada entre los valores de Diversidad y Conectividad - Integración, además de confirmar lo planteado por los autores.

Los resultados obtenidos por Zumelzu (2014) para Valdivia, utilizando una metodología similar en la cuantificación de Integración, sugieren que los procesos de centros vivos y diversidad de actividades se ven condicionados por patrones de integración local (Zumelzu y col., 2014). A partir de esto se entiende que la característica de centralidad presente en los destinos



identificados implica que la diversidad en el uso del suelo es un factor clave en materia de localización para los conjuntos de vivienda social y que las condiciones de la trama urbana influyen la conformación de zonas diversas.

El criterio de proximidad propone un acercamiento a zonas que son principalmente visitadas a diario, con lo que se vuelve más evidente la posibilidad de reducir los viajes, acercando a los habitantes a sus fuentes laborales, de servicios u otras que son de alto interés. Este planteamiento resulta disruptivo pues las áreas detectadas están claramente fuera de las localizaciones históricas para vivienda social en Valdivia.

Los criterios morfológicos propuestos innovan al proponer indicaciones generales de diseño que apuntan a mejorar la localización y fortaleciendo la inserción de un conjunto en un tejido consolidado, o pueden utilizarse como acciones de renovación para atraer diversidad de usos en zonas monofuncionales.

Sabatini y Vergara (2018) traen a la discusión nacional los enfoques de apoyo a lugares y apoyo a personas como dos focos posibles en los modelos habitacionales con financiamiento de estado (Sabatini y Vergara, 2018). Bajo esta premisa, los criterios propuestos en el presente estudio pueden comprenderse como un avance de alcance local para dar un paso referente a un enfoque de apoyo a lugares como estrategia habitacional.

#### 4.1 Conclusiones del estudio

El presente estudio ha explorado fuentes de información no convencionales, en materia de planificación urbana, desde tecnologías de la información y la comunicación. Así desde el uso de registros de telefonía móvil, bases de datos de licencia abierta, software de información geográfica y de modelamiento del comportamiento urbano se han estudiado y propuesto nuevos criterios para localizar de manera más sostenible conjuntos de vivienda social en la comuna de Valdivia.

Respecto de las dinámicas de desplazamiento desde residencias a destinos, el rol del centro urbano como principal atractor conlleva importantes traslados diarios, debido a la ubicación periférica de prácticamente la totalidad de los conjuntos de vivienda social en Valdivia.

Ha sido la información provista por los registros de telefonía la que ha permitido comprender esta dinámica, con lo que queda manifestado el amplio potencial de las bases de datos masivas como herramienta inevitable para transitar hacia un futuro mucho más eficiente y preciso con relación a los instrumentos de caracterización y planificación urbana.

De la información procesada se comprende el rol relevante del diseño urbano, pues desde este se pueden facilitar procesos de centralidad y diversificación de usos de suelo, mejorando sus condiciones como soporte para la vida. Podemos inferir que los criterios, enfoques o parámetros para localizar nuevos barrios, o mejorar la localización de los existentes, pueden nutrirse desde la información que entregan herramientas tecnológicas novedosas pues aportan en la comprensión de dinámicas locales y pueden conformar reveladoras herramientas metodológicas para proponer barrios con mejores niveles de sostenibilidad urbana.



El primer autor ha desarrollado el presente trabajo como su trabajo de Graduación del Magíster en Diseño de Entornos Sostenibles de la Universidad Austral de Chile, el segundo autor ha participado patrocinando de la investigación, el tercer autor ha participado co patrocinando la investigación, la cuarta autora ha participado pre procesando los datos de telefonía móvil.

**Conflicto de Intereses:** Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.

## Bibliografía

- Arnaiz, M., Ruiz-Apilanez, B., & Ureña, J. D. (2013). El análisis de la traza Mediante Space Syntax. Evolución de la accesibilidad configuracional de las ciudades históricas de Toledo y Alcalá de Henares. *Journal of Interdisciplinary Studies in Architecture and Urbanism*, (1), 129-140.
- Barton, H., Grant, M., & Guise, R. (2006). *Shaping neighbourhoods: for local health and global sustainability*. Routledge.
- Batty, M. (2012). Smart cities, big data. *Environ. Plan. B Plan. Des.* 39, 191–193
- Brain Valenzuela, I., Prieto Suárez, J. J., & Sabatini Downey, F. (2010). Vivir en Campamentos: ¿Camino hacia la vivienda formal o estrategia de localización para enfrentar la vulnerabilidad? *EURE (Santiago)*, 36(109), 111-141
- Castillo, M. J., & Hidalgo, R. (Eds.). (2007). *1906/2006: cien años de política de vivienda en Chile (Vol. 10)*. Universidad Nacional Andrés Bello.
- Ferrada, M., & Jiménez, C. (2006). La primera vivienda social en Valparaíso. Fines siglo xix–inicios siglo xx. MJ Castillo & R. Hidalgo (Eds.), 2006, 29-49
- Frey, H. (1999). *Designing the City: Towards a More Sustainable Urban Form* London. N Spon.
- Gath-Morad, M., Schaumann, D., Zinger, E., Plaut, P. O., & Kalay, Y. E. (2016). How Smart is the Smart City? Assessing the Impact of ICT on Cities. In *International Workshop on Agent Based Modelling of Urban Systems* (pp. 189-207). Springer, Cham.
- Geurs, K. T., & Ritsema van Eck, J. R. (2001). Accessibility measures: review and applications. Evaluation of accessibility impacts of land-use transportation scenarios, and related social and economic impact. RIVM rapport 408505006.
- Guzmán, D. A. E., & Scheel, A. Z. (2016). Valdivia y su evolución post-terremoto 1960: enfoques, factores escalares y condicionantes. *Urbano*, 14-29.
- Hidalgo, R. (2007). ¿Se acabó el suelo en la gran ciudad?: Las nuevas periferias metropolitanas de la vivienda social en Santiago de Chile. *EURE (Santiago)*, 33(98), 57-75.
- Hidalgo, R., & Sánchez, R. (2007). Del conventillo a la vivienda: casas soñadas, poblaciones odiadas. *Historia de la vida privada en Chile*, 3
- Hoteit, S., Secci, S., Sobolevsky, S., Ratti, C., & Pujolle, G. (2014). Estimating human trajectories and hotspots through mobile phone data. *Computer Networks*, 64, 296-307.
- Jiang, S., Ferreira, J., & González, M. C. (2017). Activity-based human mobility patterns inferred from mobile phone data: A case study of Singapore. *IEEE Transactions on Big Data*, 3(2), 208-219.
- Lane, R., Powell, T. J., & Smith, P. P. (2015). *PLANIFICACION ANALITICA DEL TRANSPORTE*.



- Mora, P., Sabatini, F., Fulgueiras, M., & Innocenti, D. (2014). Disyuntivas en la política habitacional chilena. *Notas Públicas*, 3.
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31 (8), 583-590.
- Pentland, A. (2009). Reality Mining of Mobile Communications: Toward A New Deal On Data. *Soc.Comput. Behav. Model.* doi:10.1007/978-1- 4419-0056-2\_1
- Rodríguez Vignoli, J. (2008). Movilidad cotidiana, desigualdad social y segregación residencial en cuatro metrópolis de América Latina. *EURE (Santiago)*, 34(103), 49-71
- Sabatini, F., & Brain, I. (2008). La segregación, los guetos y la integración social urbana: mitos y claves. *EURE (Santiago)*, 34(103), 5-26
- Sabatini, F., & Vergara, L. (2018). ¿Apoyo a lugares o apoyo a personas? Dos proyectos chilenos de vivienda socialmente integrada. *Revista INVI*, 33(94), 9-48.
- Sabatini, F., & Wormald, G. (2013). segregación de la vivienda social: reducción de oportunidades, pérdida de cohesión. *Segregación de la vivienda social: ocho conjuntos en Santiago, Concepción y Talca*. Santiago: Colección de estudios urbanos UC, 12-31.
- Salazar Burrows, A., & Cox Oettinger, T. (2014). Accesibilidad y valor de suelo como criterios para una localización racional de vivienda social rural en las comunas de San Bernardo y Calera de Tango, Chile. *Revista INVI*, 29(80), 53-81.
- Talen, E. (2008). *Design for Diversity: Exploring Socially Mixed Neighborhoods* (Architectural Press, London).
- Talen, E. (2011). Sprawl retrofit: sustainable urban form in unsustainable places. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 38(6), 952-978.
- Tapia, V. (2018). ¿De qué hablamos cuando hablamos de barrio? Trayectoria del concepto de barrio y apuntes para su problematización. *Antropologías del Sur*, 2(3), 121-135.
- US Department of Transportation and Bureau of Transportation Statistics. (1997). *Transportation Statistics Annual Report. Access and Mobility*. Chapter 6, p. 135-145.
- Vaughan, J., Jones, C., Griffiths, S., & Haklay, M. (2010). The spatial signature of suburban town centres", *The Journal of Space Syntax*, Vol.1, No.1, 77-91.
- Vial, L. (2014). Mejora en la vivienda social en el gobierno de Bachelet: El caso de la región metropolitana 2006–2010.
- Williams, K., Dair, C., & Lindsay, M. (2010). Neighbourhood design and sustainable lifestyles. In *Dimensions of the sustainable city* (pp. 183-214). Springer, Dordrecht.
- Zambrano Tapia, G. (2010). Análisis crítico del Subsidio Diferenciado a la Localización. In 6to. Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual, Mexicali, 5, 6 y 7 octubre 2010. Centre de Política de Sòl i Valoracions.
- Zumelzu-Scheel, A. (2017). Forma urbana y sostenibilidad: pasado, presente y desafíos. Una revisión. *AUS [Arquitectura/Urbanismo/Sustentabilidad]*, (20), 77-85.
- Zumelzu Scheel, A., Ostrowski, D., Navarro, S., Murua, M., Bernucci, A., & Rodríguez, A. (2014). Centrality and urban transformations: An exploration of the process of live centrality in water related Cities in Southern Chile.