

¿DISEÑO URBANO RESILIENTE EN EL PIEDEMONTE DE SANTIAGO?

CONTRASTE DE ESCENARIOS COMUNALES CON RIESGO SÍSMICO FRENTE A LA FALLA SAN RAMÓN¹

RESILIENT URBAN DESIGN IN THE FOOTHILLS OF SANTIAGO? CONTRAST OF COMMUNAL SCENARIOS WITH SEISMIC RISK DUE TO THE SAN RAMÓN FAULT (SRF)

JORGE INZULZA CONTARDO ²
PAULINA GATICA ARAYA ³
GABRIEL EASTON VARGAS ⁴
SONIA PÉREZ TELLO ⁵

- ¹ Este artículo cuenta con el apoyo del proyecto Fondecyt Regular N°1190734 "¿Planificación urbana en riesgo? Prácticas socio espaciales de comunidades en el piedemonte de Santiago, Chile y su incidencia en la Falla de San Ramón (FSR) como nuevo escenario de riesgo sísmico y sostenibilidad", financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), Chile.
- ² Doctor en Planificación y Paisaje
Universidad de Chile, Santiago, Chile
Profesor Asociado Departamento de Urbanismo
Editor Revista de Urbanismo - Facultad de Arquitectura y Urbanismo
<http://orcid.org/0000-0003-4578-4550>
jinzulza@uchilefau.cl
- ³ Magíster en Urbanismo
Universidad Católica Silva Henríquez, Santiago, Chile
Académica. Escuela de Educación en Historia y Geografía.
<https://orcid.org/0000-0002-3356-7471>
pgatica@ucsh.cl
- ⁴ Doctor en Oceanografía
Universidad de Chile, Santiago, Chile
Profesor Titular. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
<https://orcid.org/0000-0003-2358-8807>
geaston@ing.uchile.cl
- ⁵ Doctora en Psicología Social y del Desarrollo
Universidad de Chile, Santiago, Chile
Profesora Asistente. Facultad de Ciencias Sociales
<https://orcid.org/0000-0001-7867-6447>
sonperez@u.uchile.cl

DOI: <https://doi.org/10.22320/07183607.2021.24.43.09>



Santiago ha experimentado en sus últimas décadas un aumento considerable de áreas urbanizadas en el piedemonte de su borde oriente, donde además se localiza la Falla San Ramón (FSR), de modo que se ha vuelto un nuevo escenario de riesgo geológico. Usando incuestionables atractivos sobre el medio natural, la vista panorámica a la ciudad y un ambiente saludable, se han promocionado proyectos de vivienda de alto costo que conviven con este riesgo sísmico, pero que parecen desestimarlo desde los instrumentos de planificación de nivel comunal y metropolitano. El presente artículo tiene por objetivo explorar las condiciones de diseño urbano que presenta el piedemonte de Santiago para enfrentar la presencia de la Falla San Ramón (FSR), mediante un análisis de contraste de dos sectores específicos localizados dentro de la franja de potencial ruptura superficial (buffer) de la FSR -distrito urbano Hospital de Carabineros en Las Condes y distrito urbano El Peral en Puente Alto- y su forma de articularse con el medio natural y con el medio construido, incluyendo la presencia de infraestructura crítica. Metodológicamente, se aplica un enfoque mixto a través de una matriz de análisis de elementos de diseño urbano que incluye tres ámbitos de acción -construido, natural y normativo- para identificar situaciones críticas de los sectores estudiados, donde se ve elevada o disminuida la respuesta resiliente. Se concluye que contrastar experiencias de diseño urbano en condiciones extremas respecto al riesgo sísmico es ilustrativo, tanto para permear las capas operativas de gestión de riesgo, como normativas comunales y metropolitanas, como para asumir el piedemonte de manera resiliente, reconociendo la Falla San Ramón como un nuevo criterio basal de diseño urbano.

Palabras clave: diseño urbano, resiliencia, riesgo sísmico, Falla San Ramón.

In recent decades, Santiago has seen a substantial increase in urbanized areas along its eastern foothills, where the San Ramón Fault (FSR) is also located. This has become a new geological risk scenario. Using the unquestionable appeal of the natural setting, the panoramic view of the city, and a healthy environment, luxury housing projects have been promoted that coexist with this seismic risk, something that seems to have been disregarded by communal and metropolitan planning instruments. The purpose of this article is to explore the urban design conditions on Santiago's foothills to face the San Ramon Fault, through a contrast analysis of two specific sectors located within the potential buffer of the San Ramón Fault - the urban districts of Hospital de Carabineros in Las Condes and El Peral in Puente Alto - and the way these articulate with the natural and built environments, including critical infrastructure. Methodologically speaking, a mixed approach is applied through an analysis matrix of urban design elements that includes three areas of action - built, natural and regulatory - to identify critical situations in the areas studied, where the resilient response is either high or low. It is concluded that contrasting urban design experiences under extreme conditions regarding seismic risk is illustrative, both for permeating the operational layers of risk management such as communal and metropolitan regulations, and to consider the foothills in a resilient way, recognizing the San Ramón Fault as a new base criterion of urban design.

Keywords: urban design, resilience, seismic risk, San Ramon Fault

I. INTRODUCCIÓN

Chile se encuentra entre los 10 países con mayor nivel de amenazas naturales, según el reporte del año 2014, elaborado por la United Nations University (UNU, 2014) y, por ello, “las consecuencias de esta condición se manifiestan en dimensiones y escalas que impactan a toda la sociedad y afectan el desarrollo del país” (Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo [CNID], 2016, p.1). El fuerte impacto sufrido en Chile debido al tsunami que siguió al terremoto Mw8.8 de 2010 es una muestra de ello (Vargas *et al.*, 2011), que exige revisar cómo planificar y habitar nuestras ciudades y su relación adecuada con el borde costero, el valle central y los sistemas cordilleranos, entre las zonas más importantes en este sentido.

En particular, Santiago ha experimentado las últimas décadas un aumento considerable de áreas urbanizadas en el piedemonte de su borde oriente, donde además se localiza la Falla San Ramón (FSR). Hoy en día existe conocimiento científico acumulado de calidad sobre la Falla San Ramón que permite alertar de su peligro y riesgo geológico (Easton, Inzulza, Pérez, Ejsmentewicz y Jiménez, 2018). Apelando a incuestionables atractivos sobre el medio natural, la vista panorámica a la ciudad y un ambiente saludable, se han promocionado proyectos de vivienda de alto costo que conviven con este riesgo sísmico, el cual parece desestimarse desde los instrumentos de planificación de nivel comunal y metropolitano.

El presente artículo tiene por objetivo explorar las condiciones de diseño urbano que presenta el piedemonte de Santiago para enfrentar el riesgo de la Falla San Ramón (FSR), mediante un análisis de contraste de dos sectores específicos localizados dentro de la franja de potencial ruptura en superficie (*buffer*) de la FSR -distrito urbano Hospital de Carabineros en Las Condes y distrito urbano El Peral en Puente Alto- y su forma de articularse con el medio natural y con el medio construido, incluyendo la presencia de infraestructura crítica.

El artículo se desarrolla en 5 partes. Primero, se entrega un marco teórico con los conceptos claves de diseño urbano resiliente y su articulación con el medio construido y natural. Luego, se explica la metodología propuesta, consistente en una matriz de análisis de elementos de diseño urbano que incluye tres ámbitos de acción -construido, natural y normativo-, la cual se aplica en la tercera parte, junto a la identificación de situaciones críticas. Los resultados identifican dos sectores afectos a riesgo de la comuna de Las Condes y Puente Alto, los cuales se contrastan para entender cómo elevan o disminuyen la respuesta resiliente para asumir este tipo de riesgo sísmico. Se entregan conclusiones sobre la importancia de reconocer la Falla San Ramón en la normativa urbana y de su incorporación como un nuevo criterio basal de diseño urbano.

II. MARCO TEÓRICO

Diseño urbano resiliente en el territorio habitado del siglo XXI

Una ciudad resiliente es aquella “capaz de resistir y de recuperarse rápidamente de los riesgos humanos, sociales y medioambientales, minimizando el impacto y la vulnerabilidad de sus ciudadanos” (ONU-HÁBITAT, 2018). El urbanismo y la resiliencia se han emparentado cada vez más con el pasar de los años. El urbanismo, por su parte, busca su lado pragmático a través del diseño urbano y, anterior a éste, en el diseño cívico; mientras que la resiliencia se ha transformado en la *performance* de las estrategias de transformación y reconstrucción urbana de las últimas décadas, ya no sólo para enfrentar eventos post-desastres, sino como una forma de accionar permanente y transferida a sus comunidades.

Esta forma de actuar de manera resiliente se puede encontrar en la mayoría de los acuerdos internacionales y nacionales sobre sustentabilidad y desarrollo urbano estratégico. La Nueva Agenda Urbana de 2016 señala la premisa de fortalecer la resiliencia en las ciudades para reducir el riesgo y el impacto de los desastres como una acción prioritaria (Naciones Unidas, 2017), definiendo además seis conceptos claves para promover en el desarrollo urbano: ciudad compacta, inclusiva, participativa, resiliente, segura y sostenible. Estos conceptos se ligan, además, con lo expresado en la nueva Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de 2017 en un sentido amplio y, en particular, con lo establecido en su noveno objetivo que busca “construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación” (Naciones Unidas, 2018, p. 43).

La Política Nacional de Desarrollo Urbano de Chile de 2014 establece doce nociones básicas para lograr ciudades sustentables y calidad de vida, dentro de las cuales la resiliencia ocupa un rol crucial. Entre los postulados para lograr un equilibrio ambiental, se señala el “considerar los sistemas naturales como soporte fundamental en la planificación y el diseño de las intervenciones en el territorio” (Ministerio de Vivienda y Urbanismo [MINVU], 2014, p. 47). Asimismo, la Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres, recientemente lanzada, aporta con una mirada diferenciada sobre el territorio nacional y plasmada por medio de cinco ejes prioritarios, dentro de los cuales, se destaca el tercero que busca “Planificar e invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia” (Oficina Nacional de Emergencia [ONEMI], 2020, p. 37).

De esta forma, es posible augurar que el desarrollo urbano y la resiliencia se acopian decididamente en las agendas y manifiestos oficiales para fomentar una calidad de vida sustentable con una mirada sistémica de los territorios en riesgo que, además, exhiben alta vulnerabilidad en la actualidad.

Unidades de análisis	Conceptos / condicionantes	Elementos / componentes
Ámbito construido	Civilidad / Urbanidad	Comunidad. Espacios colectivos y públicos.
	Carácter / Belleza	Paisaje. Edificación.
Ámbito natural	Sustentabilidad / Armonía	Geología. Geomorfología. Riesgos. Redes fluviales. Sistemas arbóreos.
Ámbito de interfaz	Fluidez / Legibilidad	Signos urbanos. Espacios públicos. Redes de movilidad.
Ámbito normativo	Diversidad	Densidad. Normativa. Manuales.
	Rentabilidad	Plan de inversión. Ejecución. Factibilidad.
	Adaptabilidad / flexibilidad	Evaluación impactos. Proyección.

Tabla 1. Unidades de análisis, conceptos y componentes del territorio habitado. Fuente: Elaboración de autores en base a EP&HC (2007).

El medio natural, construido y normativo, como ámbito de acción

El diseño urbano puede constituir una adecuada estrategia de respuesta para la reconstrucción de ciudades y pueblos, si se consideran sus postulados básicos y etapas de desarrollo para formar barrios incluyendo la actitud cívica de sus residentes y sus prácticas o activos culturales (Moser, Sou y Stein, 2011). En esa línea, el “Compendio de Diseño Urbano” del Reino Unido permite obtener una síntesis de acciones claves que deberían ser incorporadas en toda propuesta de recuperación urbana, como promover espacios para las personas, integrar el paisaje natural y construido, proporcionar la forma urbana y sus usos mixtos, gestionar la inversión y producción, y diseñar para provocar cambios (English Partnerships & Housing Corporation [EP&HC], 2007). En una revisión más ampliada de estas acciones, la Tabla 1 relaciona las unidades de análisis con los conceptos y elementos del diseño urbano y cívico clásico para adquirir una actitud resiliente en el paisaje habitado y, desde luego, para abordar el territorio de piedemonte cordillerano, foco de la presente investigación.

Los conceptos como la civilidad y la belleza son claves para entender el ámbito construido del territorio habitado, respecto a las comunidades y relación con sus espacios colectivos y modos de habitar expresados en la morfología y tipología residencial. Se deben medir los efectos y la proyección que nuevas tipologías de vivienda o equipamientos de escala intercomunal generan dentro de una unidad residencial (Allan y Bryant, 2011). El ámbito natural, en tanto, congrega como condicionante esencial a la sustentabilidad y a la armonía del paisaje, incluyendo los tipos de riesgos, así como los sistemas fluviales y arbóreos que, finalmente, constituyen elementos de diseño del paisaje. Entre estos ámbitos, se localiza el espacio de “entremedio” o interfaz que relaciona el ambiente natural y construido, como es el piedemonte de Santiago, que se ha transformado en un territorio desafiante dada la presencia de una franja de potencial ruptura en la superficie

(*buffer*) de la Falla San Ramón, asociada a gran parte de sectores habitados y a infraestructura urbana crítica.

Como se advierte, la adecuada articulación entre el medio natural y el construido, por medio de la fluidez entre estos ámbitos, asegurará el mejor desempeño de los sistemas que se quieren reconfigurar, regenerar o reconstruir y, por ende, también una adecuada comprensión del territorio.

Por último, el ámbito normativo define la diversidad y rentabilidad de un plan maestro u otro tipo de instrumento de planificación territorial, con capacidad de adaptarse en el tiempo. Es así como los componentes del territorio habitado que emanan del diseño urbano son cruciales de incorporar en todo plan de desarrollo urbano que se proponga recuperar o renovar ciudades y territorios habitados de manera sustentable. Se requiere, entonces, de un “diseño urbano resiliente”: como un articulador o ámbito de interfaz entre el medio construido y el natural que incluya las relaciones de la gente y sus lugares, su movilidad y la forma urbana, su naturaleza, y, por supuesto, el desarrollo de espacios públicos adecuados desde el punto de vista de su uso, de su mantención y del equilibrio con su entorno mayor (Moughtin, 1999).

III. ESTUDIO DE CASO

La falla San Ramón como riesgo sísmico en el piedemonte de Santiago

La Falla San Ramón se ubica en el piedemonte de la Cordillera de Los Andes de Santiago como capital de la Región Metropolitana y Chile (Secretaría Ministerial Metropolitana de Vivienda y Urbanismo [SEREMI-MINVU], 2012b). Ha sido reconocida en superficie, hasta ahora, específicamente entre los 33°19' y los 33°37' de latitud sur (Figura 1). Geológicamente, la Falla San Ramón es una estructura con comportamiento inverso, que monta las rocas del frente cordillerano sobre los sedimentos de

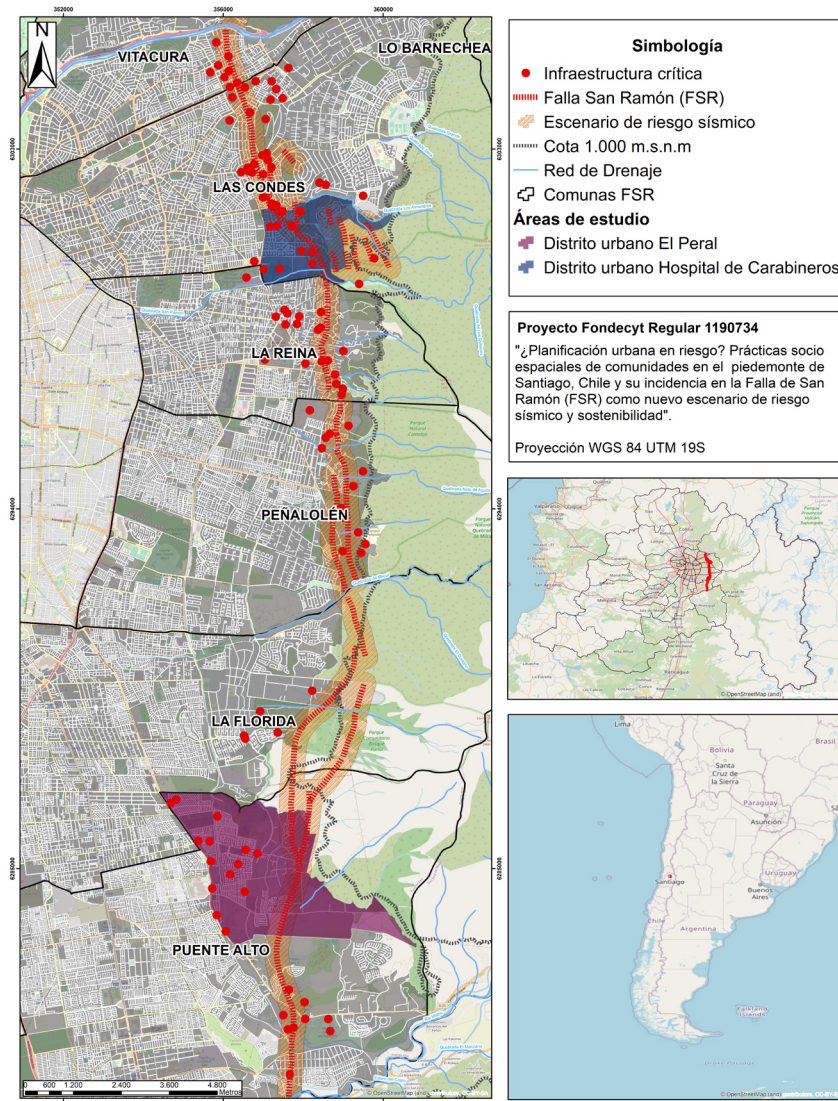


Figura 1. La Falla San Ramón y distritos urbanos de estudio. Fuente: Elaboración de autores en base a SEREMI-MINVU (2012a, p. 121), INE (2017) y Curihuinca (2020).

la depresión central y que presenta la posibilidad de generar un sismo con ruptura superficial.

La probabilidad que posee la Falla San Ramón de generar un desastre físico mayor en el piedemonte de Santiago está condicionada por su ruptura en superficie como área de riesgo, en donde se identifica su traza denominada *buffer* o faja de ruptura, cuyo ancho es de 300 metros. Este *buffer*, señalado como escenario de riesgo sísmico en la Figura 1, fue determinado en base a observaciones estructurales y morfológicas establecidas en el "Estudio Riesgo y Modificación PRMS Falla San Ramón. ID No 640-27-LP10" y, específicamente graficado, en el "Informe Etapa 2,

Análisis de resultados prospecciones y ensayos" (SEREMI MINVU, 2012). Allí se indica que, "considerando la extensión transversal de los escarpes de falla mostrados en Armijo *et al.* (2010) y Rauld (2011), y dado que los escarpes muestran grados de erosión distintos, que han hecho retroceder su morfología, en este estudio se consideró un rango de potencial influencia asociada a rupturas superficiales de la FSR de 300 m; 100 m hacia el frente de la falla (oeste) y 200 m hacia atrás (este), para efectos de la evaluación del peligro asociado a la misma" (p. 28).

Respecto a su periodicidad, Easton *et al.* (2018) aclaran que "evidencias geológicas han mostrado que la FSR es capaz de

Comunas	0 a 14 años	15 a 64 años	65 y más años	Total	%
Vitacura	2.191	6.971	1.488	10.650	7,0
Las Condes	10.967	41.859	8.132	60.958	40,0
La Reina	2.506	7.928	1.042	11.476	7,5
Peñalolén	4.559	13.373	965	18.897	12,4
La Florida	2.794	6.833	416	10.043	6,6
Puente Alto	11.640	27.136	1.508	40.284	26,4
Total	34.657	104.100	13.551	152.308	100,0
%	22,8	68,3	8,9	100,0	

Tabla 2. Población afecta a la Falla San Ramón por grupos de edades a nivel de zonas censales. Fuente: Elaboración de autores en base a INE (2017) y Curihuinca (2020).

Unidades de análisis	Conceptos / condicionantes	Elementos / componentes	Indicadores de Resiliencia
Ámbito construido	Civilidad Urbanidad	Comunidad	Población total distrital. Densidad población. Nivel socioeconómico predominante.
Ámbito natural	Sustentabilidad	Riesgos paisaje	Distancia máxima a franja de ruptura potencial de la FSR. Distancia mínima de infraestructura crítica a la FSR. Sistemas fluviales y arbóreos.
Ámbito normativo	Diversidad	Densidad Plan de inversión	Tipo de vivienda. Zonificación o usos de suelo.
	Rentabilidad	Ejecución Factibilidad	Hacinamiento. Valor fiscal y comercial promedio.
	Adaptabilidad	Evaluación de impactos	Infraestructura crítica.

Tabla 3. Matriz de análisis de diseño urbano resiliente para el buffer de la Falla San Ramón (FSR). Fuente: Elaboración de autores en base a INE (2017); CNDU (2020); Curihuinca (2020).

acumular esfuerzos tectónicos y producir —por sí misma— terremotos mayores, con dos episodios de gran magnitud (ca. MW7,2-7,5) ocurridos en los últimos 17.000 años, y el último hace unos 8.000 años atrás” (p. 4). Considerando la recurrencia de la FSR, la posibilidad de una nueva activación con potencial ruptura en superficie se estima en cerca de un 3% dentro de los próximos 100 años —estimación sin base estadística pero fundada en observaciones paleosismológicas y geológicas que evidencian el carácter activo de esta falla (Vargas *et al.*, 2014; Easton *et al.*, 2018).

Ahora bien, a nivel de área de afectación directa y, considerando las cifras del Censo 2017 en base a las zonas censales delimitadas, se establecen seis comunas por donde se emplaza la Falla San Ramón -Vitacura, Las Condes, La Reina, Peñalolén, La Florida y Puente Alto—, con una población afecta de 152.308 personas (Tabla 2), lo que representa un 2,1% del total población

de la Región Metropolitana de Santiago (7.112.808 personas) y un 9,2% de la población total de las seis comunas antes mencionadas (1.649.630 personas).

A nivel comunal, se presenta un panorama disímil en el que dos comunas concentran la mayor cantidad de personas (101.242) que representan el 66,4% de total de la población afecta a la faja de ruptura de la Falla San Ramón: Las Condes, con 60.958 habitantes, y Puente Alto, con 40.284 habitantes, cifras que representan el 40,0% y 26,4%, respectivamente. En términos etarios, ambas comunas (Las Condes y Puente Alto) muestran un porcentaje similar de población de menor de 14 años, sin embargo, difieren en cuanto a los grupos mayores de edad, entre 15 y 64 años y 65 y más años, donde Las Condes casi duplica el grupo 15-64 años, con 41.858 habitantes, respecto de Puente Alto (27.136 habitantes).

Unidad de análisis	Conceptos/condicionantes	Elementos/componentes	Diseño urbano resiliente		
			Indicadores de resiliencia	Distrito urbano Hospital de Carabineros	Distrito urbano El Peral
Ámbito construido	Civildad Urbanidad	Comunidad	Población total distrital	19.085 habitantes	31.212 habitantes
			Densidad de población	4.438 Hab/km ²	2.856 Hab/km ²
			Nivel socioeconómico predominante ⁶	D	C2
Ámbito natural	Sustentabilidad	Riesgos	Distancia máxima a buffer o faja de ruptura FSR	1,1 km	2,8 km
			Distancia mínima de la IC al buffer de la FSR	30 metros	1,05 km

Tabla 4. Matriz de análisis distritos urbanos Hospital de Carabineros (Las Condes) y El Peral (Puente Alto). Fuente: Elaboración autores en base a INE (2017), Servicio de Impuestos Internos [SII] (2020), GOPLACEIT (2020) y Growth Form Knowledge [GfK] (2019).

IV. METODOLOGÍA

La presente investigación contempla un enfoque mixto con métodos cuantitativos y cualitativos recogidos mediante una matriz de análisis de elementos de diseño urbano que incluye tres ámbitos de acción -construido, natural y normativo- los que permiten identificar situaciones críticas con sectores habitados, donde se eleva o disminuye la respuesta resiliente para asumir el riesgo sísmico que representa la Falla San Ramón. Esta matriz de análisis, presentada como Tabla 3, combina además los conceptos/condicionantes y los elementos/componentes del territorio habitado de la Tabla 1, como unidades de análisis, y adiciona indicadores de resiliencia y de calidad de vida urbana que han sido seleccionados y reinterpretados desde tres fuentes principales: Censo 2017 (INE, 2017), Consejo Nacional de Desarrollo Urbano de Chile (CNDU, 2020) y recolección de datos extraídos del proyecto Fondecyt Regular N° 1190734.

Para la aplicación de estos indicadores de resiliencia, se seleccionan dos sectores específicos donde existe mayor población afecta al *buffer*, representada por las comunas de Las Condes y Puente Alto y, dentro de ellas, por los distritos urbanos Hospital de Carabineros y El Peral, respectivamente, y graficados antes en la Figura 1. En ese sentido, la investigación asume como condición basal la vulnerabilidad de dichos distritos urbanos al estar emplazados sobre un área de alto riesgo de detonación de la Falla San Ramón. Así, estos distritos son analizados

desde su composición socio-espacial usando planimetría georreferenciada con datos del Censo 2017 (INE, 2017).

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Contraste de dos escenarios comunales con riesgo sísmico

La Tabla 4 presenta una matriz de análisis que permite contrastar dos de los escenarios comunales más demandados, seleccionados como casos de estudios.

Respecto a la población total afecta, el distrito urbano Hospital de Carabineros presenta menor cantidad de habitantes (19.085) que el distrito urbano El Peral con 31.212 habitantes. Sin embargo, este primer distrito urbano ubicado en Las Condes, lo constituye un sector con alta densidad de población, 4.438 habitantes por km², clasificado como grupo socioeconómico D. Mientras, el distrito urbano El Peral, en Puente Alto, se constituye como una zona menos densa, pero que en los últimos años ha experimentado un crecimiento inmobiliario importante, dominado por la morfología de condominios cerrados dirigidos a hogares de estrato socioeconómico medio alto (C2). Al relacionar esta información con la Tabla 2, respecto a la conformación de grupos etarios⁷, donde ambos sectores registran un porcentaje similar de población de menor de 14 años (18,4% para el distrito Hospital de Carabineros y 21,2% para

⁶ C2 y D son 2 de los 7 grupos socioeconómicos clasificados por la Asociación Nacional Automotriz de Chile (ANAC) y la Asociación de Investigadores de Mercado (AIM) en base a estadísticas públicas del Estado. Disponible en https://www.anda.cl/wp-content/uploads/2019/05/GfK_GSE_190502_FINAL.pdf.

⁷ Es importante señalar que los datos disponibles de grupos etarios desde el Censo 2017 poseen una cobertura parcial para ambos distritos, con un 0,9 % y un 3,1% de grupo etario indeterminado, para el distrito urbano Hospital de Carabinero y para el distrito urbano El Peral, respectivamente.

Unidad de análisis	Conceptos / condicionantes	Elementos / componentes	Diseño urbano resiliente		
			Indicadores de resiliencia	Distrito urbano Hospital de Carabineros	Distrito urbano El Peral
Ámbito normativo	Diversidad	Densidad Plan de inversión Ejecución Factibilidad	Tipo de vivienda	2.735 Casas 2.753 Deptos. 134 Otro tipo	9.155 Casas 536 Deptos. 44 Otro tipo
			Zonificación o uso de suelo	vivienda comercial	residencial equipamiento
	Hacinamiento		1,9	2,2	
	Valor fiscal promedio		17.573 UF	1.700 UF	
	Valor comercial promedio		13.906 UF	4.796 UF	
Adaptabilidad / flexibilidad	Evaluación de impactos	Infraestructura crítica	16 puntos salud deportivo culto infraestructura educación	15 puntos comercio educación salud	

Tabla 5. Matriz de análisis distritos urbanos Hospital de Carabineros (Las Condes) y El Peral (Puente Alto). Fuente: Elaboración de autores en base a INE (2017), SII (2020) y GOPLACEIT (2020).

el distrito urbano El Peral), los datos difieren en cuanto a la mayor presencia de personas de 65 y más años: se duplica en el distrito Hospital de Carabineros (12,4% o 2.338 habitantes) respecto al distrito urbano El Peral (1.963 habitantes o 6,5%). Esta situación revelada, sin duda, afecta las condiciones de movilidad de los sectores implicados ante una eventual evacuación generada por la detonación de la Falla San Ramón.

A nivel de riesgos, es el distrito urbano norte (Hospital de Carabineros) el que convive, en cierta forma, con un mayor riesgo sísmico, al situarse prácticamente sobre el buffer de la Falla San Ramón (1,1 Km). Dentro de ese sector, se establece un sistema vial importante con calles como Paul Harris y Vital Apoquindo que conectan gran parte de la comuna “en pendiente” (ver Figura 2, imágenes del entorno urbano). Para el caso del distrito urbano sur (El Peral), el mayor riesgo desde la franja de ruptura se localiza a mayor distancia (2,8 km) respecto a la zona más urbanizada, y con presencia de la Avda. Camilo Henríquez que se articula con Gabriela Oriente, El peñón y El Peral como vías transversales de posible evacuación (ver Figura 3, imágenes del entorno urbano).

En términos de equipamiento comunal, ambos distritos urbanos poseen infraestructura de nivel intercomunal importante, como es el Hospital de Carabineros (DIPRECA) en Las Condes y el emblemático Hospital Psiquiátrico El Peral en Puente Alto. Para el primero caso, el Hospital de Carabineros está emplazado a 30 metros del buffer FSR a diferencia del Hospital Psiquiátrico El Peral, el cual se distancia a un poco más de 1 kilómetro de esta

franja de ruptura. Esta situación de gran contraste y disparidad es uno de los elementos esenciales que determina la capacidad resiliente de cada distrito urbano, con una menor articulación para el sector norte (Las Condes).

El diseño urbano resiliente desde su ámbito normativo

Tipológicamente, el distrito urbano norte (Hospital de Carabineros) está formado por una cantidad similar de viviendas y departamentos (2.735 Casas y 2.753 Departamentos) (Figura 2), mientras que en el distrito urbano sur (El Peral) se genera una supremacía de casas (9.155) por sobre unidades de departamentos (536) (Figura 3). Esto último incide en la forma de respuesta de este tipo de estructura ante un eventual sismo generado por la Falla San Ramón, pudiendo agravar la situación para el distrito urbano El Peral, al considerarse tanto la mayor cantidad de viviendas emplazadas (tres veces más que en el distrito urbano Hospital de Carabineros) como el factor de hacinamiento que muestra el distrito urbano sur (2,2) por sobre el sector norte (1,9). En ambos casos se permite una mixtura de uso, principalmente representado por el de vivienda (o uso residencial), el uso comercial (para el distrito norte) y el de equipamiento (distrito sur).

En ambos distritos de estudio se identifican áreas de riesgo desde el Plan Regulador Comunal (PRC) de Las Condes (modificado según Decreto 173/2010) y Puente Alto (modificado según Decreto Exento 423/2003). Sin embargo, la mayoría de estos riesgos se asocian al del tipo de remoción en masa en

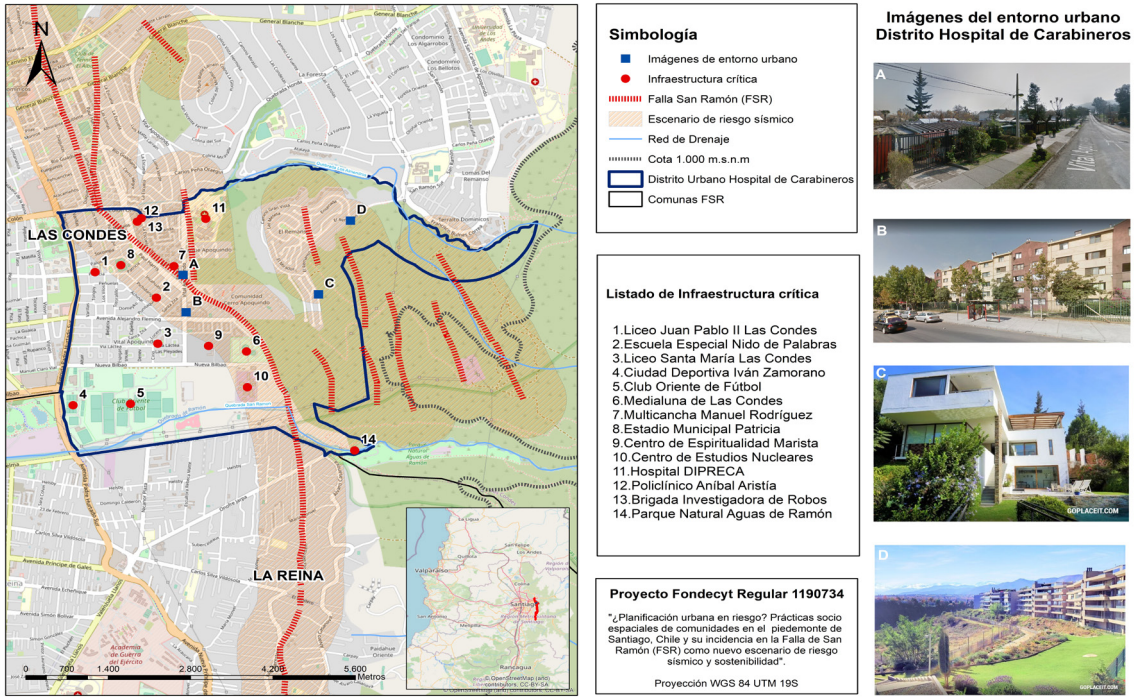


Figura 2. Distrito urbano Hospital de Carabineros, Las Condes. Fuente: Elaboración de autores en base a INE (2017), SII (2020), GOPLACEIT (2020), Google Maps 2020, GOPLACEIT (2020) y Portalinmobiliario.com.

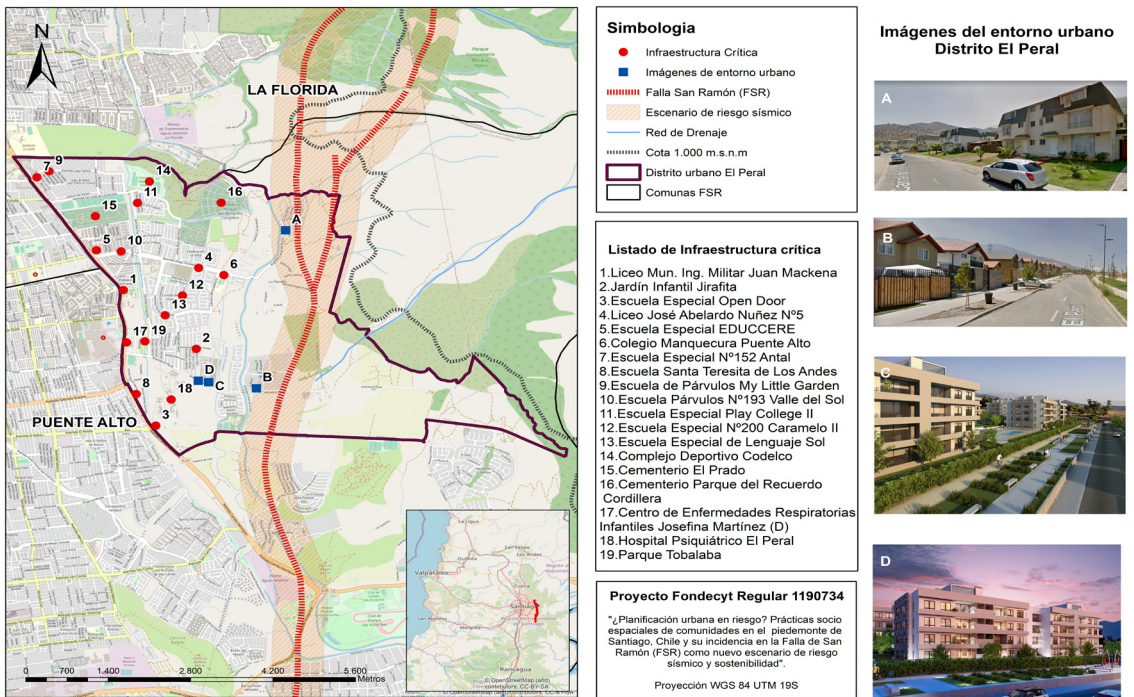


Figura 3. Distrito urbano El Peral, Puente Alto. Fuente: Elaboración de autores en base a INE (2017), SII (2020), GOPLACEIT (2020), Google Maps 2020, GOPLACEIT (2020) y Portalinmobiliario.com.

Infraestructura crítica	Distrito urbano Hospital de Carabineros, Las Condes		Distrito urbano El Peral, Puente Alto	
	Nº	Nombre	Nº	Nombre
Seguridad	1	Brigada Investigadora de Robos	--	Sin existencias
Salud	2	Policlínico Aníbal Aristía Hospital DIPRECA	2	Centro de Enfermedades Respiratorias Infantiles Josefina Martínez (D) Hospital Psiquiátrico El Peral
Deportivo	5	Multicancha Manuel Rodríguez Ciudad Deportiva Iván Zamorano Club Oriente de Fútbol Medialuna de Las Condes Estadio Municipal Patricia	1	Complejo Deportivo Codelco
Culto	1	Centro de Espiritualidad Marista	--	Sin existencias
Infraestructura	1	Centro de Estudios Nucleares	2	Cementerio El Prado Cementerio Parque del Recuerdo Cordillera
Educación	3	Liceo Juan Pablo II Las Condes Escuela Especial Nido de Palabras Liceo Santa María Las Condes	13	Colegio Manquecura Puente Alto Escuela Especial Nº152 Antal Escuela de Párvulos My Little Garden Escuela Especial Play College II Escuela Especial EDUCCERE Escuela Párvulos Nº193 Valle del Sol Liceo José Abelardo Nuñez Nº5 Liceo Mun. Ing. Militar Juan Mackena Escuela Especial Nº200 Caramelo II Escuela Especial de Lenguaje Sol Jardín Infantil Jirafita Escuela Santa Teresita de Los Andes Escuela Especial Open Door
Espacio Público	1	Parque Natural Aguas de Ramón	1	Parque Tobalaba

Tabla 6. Infraestructura crítica distritos urbanos Hospital de Carabineros y El Peral. Fuente: Elaboración de autores en base a fotointerpretación y levantamiento en terreno: Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile [IDE] (2020), Ministerio de Educación [MINEDUC] (2020), DEIS (2020), CERET (2020) y GEORESEARCH (2020).

quebradas de zonas precordillerana. En particular, la ordenanza local del PRC de Las Condes no señala en su zonificación áreas restrictivas por riesgo natural, mientras que la ordenanza local del PRC de Puente Alto incluye el Artículo 40° con la Zona de Riesgo de Origen Natural de Inundación de Quebradas y Cauces Artificiales, en concordancia con los Artículos 8.2.1 y 8.2.1.1, y Zona "R2" del Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS). A pesar de ello, en ninguno de los sectores analizados se incluye un tipo de prohibición específica asociada a riesgo sísmico y, menos aún, asociada a la Falla San Ramón.

Ahora bien, en términos de valor de suelo, el distrito urbano Hospital de Carabineros supera con creces tanto el valor fiscal promedio (17.573 UF) como el valor comercial (13.906 UF) del suelo del distrito urbano sur (El Peral), cuyos valores promedio son de 1.700 UF (fiscal) y 4.796 UF (comercial). Esta situación disímil de valores de suelo se compensa de alguna forma

cuando se revisan los tipos de viviendas que se observan en la actualidad ofertadas en el distrito urbano El Peral (Figura 3C y 3D). Según los datos encontrados en el sitio www.goplacit.com, así como en <https://www.inmobiliariafg.cl/>, es posible advertir conjuntos del tipo "condominio cerrado" (como, por ejemplo, Condominio Las Camelias), con diferentes modelos de vivienda unifamiliar, cuyos precios de venta fluctúan entre 5.000 y 8.000 Unidades de Fomento (UF). Esta situación es interesante de analizar considerando que dentro del distrito urbano norte (Hospital de Carabineros) se puede encontrar una vivienda tipo departamento, que cuesta desde 2.307 UF, hasta una casa de fachada aislada de 27.800 UF (Figura 2C)8.

Respecto a la infraestructura crítica, se presenta la Tabla 6 con el detalle de equipamiento de seguridad, salud, deporte, culto, infraestructura, educación y espacio público, para ambos sectores. Allí se observa que es el distrito urbano

Hospital de Carabineros el que reúne mayor cantidad de equipamiento dentro de la faja de ruptura o *buffer* de la Falla San Ramón. Dentro de esta infraestructura crítica, preocupa particularmente la presencia del Centro de Estudios Nucleares cuyo equipamiento aumenta aún más el riesgo ante una posible activación con ruptura en superficie de la FSR dada su naturaleza energética. Por su lado, el distrito urbano sur posee el Cementerio El Prado y Cementerio Parque del Recuerdo Cordillera como parte del equipamiento de infraestructura que, si bien constituyen un aporte de espacios de remanso, al mismo tiempo implican una considerable población flotante de deudos o fieles que visitan a sus seres queridos. Con todo, el mayor riesgo del distrito sur radica en los 13 establecimientos educacionales de diferentes niveles: escuelas de educación prebásica (3), de educación básica (7) y de educación media (3), cuya población estudiantil (con edades que fluctúan entre los 4 y 18 años) requeriría de una mayor contención o supervisión en caso de una evacuación por la activación de la Falla San Ramón.

Se puede afirmar que son los equipamientos del tipo deportivo y de espacio público los que cuentan para ambos sectores en análisis como opciones favorables ante una posible activación sísmica. En esa dirección, el distrito urbano Hospital de Carabineros posee 5 centros deportivos (Multicancha Manuel Rodríguez, Ciudad Deportiva Iván Zamorano, Club Oriente de Fútbol, Medialuna de Las Condes y Estadio Municipal Patricia), a diferencia del distrito urbano sur, que solo cuenta con el Complejo Deportivo Codelco. Sin embargo, dispone también del Parque Natural Aguas de Ramón (en Las Condes), que posee más de 3.500 hectáreas, entre las se incluye un área de reserva natural que comparte con la comuna de La Reina y que, sin duda, contribuiría a la contención natural del piedemonte ante una detonación sísmico-geológica.

VI. CONCLUSIONES

La Falla San Ramón es un nuevo elemento geológico que está activando las alarmas sociales y de sostenibilidad urbana ante una posible activación en el piedemonte. A partir de un análisis que articula los ámbitos construido, natural y normativo, se puede apreciar un territorio dispar respecto a sus condiciones de urbanidad, sustentabilidad y adaptabilidad, ilustrados en los dos distritos urbanos que se exponen al riesgo sísmico de la Falla San Ramón, como escenarios contrastados.

Por una parte, el distrito urbano Hospital de Carabineros, en Las Condes, se muestra como un sector norte con vivienda de alta plusvalía, equipamiento natural (parque) y centros deportivos que, no obstante, debe convivir con infraestructura crítica representada por un centro nuclear y una subestación

eléctrica. Por otra parte, el sector sur, con el distrito urbano El Peral, en Puente Alto, ofrece mayor distancia a la franja de ruptura de sus zonas habitacionales, pero cuenta con menor equipamiento urbano que actúe como amortiguador ante una activación de la Falla San Ramón y, aún más complejo, con mayor cantidad de colegios en riesgo, por lo tanto, con una población menor de edad que necesita de mayor contención ante una evacuación.

Se concluye que estas experiencias de diseño urbano en condiciones extremas respecto al riesgo sísmico son ilustrativas tanto para avanzar en el levantamiento socio-espacial del piedemonte como para permear las capas operativas de gestión de riesgo -como normativas comunales y metropolitanas articuladas y resilientes-, reconociendo la Falla San Ramón como un nuevo criterio basal de diseño urbano. Se requiere, entonces, de nuevos análisis de esta naturaleza y otros escenarios urbanos en riesgo que nutran y completen un panorama de nivel intercomunal del piedemonte de Santiago.

En concreto, se definen tres dimensiones de acciones futuras para avanzar en la articulación del ámbito construido, natural y normativo que integran el "diseño urbano resiliente", como matriz de análisis erigida en este trabajo. La primera dimensión es de nivel cívico-urbano y se refiere al impulso del conocimiento de las amenazas locales y riesgos a escala local y en concordancia a lo planteado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo sobre la reducción de riesgo de desastres y reconstrucción. Una comunidad que convive con sus riesgos naturales como la Falla San Ramón puede aumentar su capacidad resiliente, en la medida que conoce la naturaleza tanto geológica (el nivel de peligro asociado), como socio-espacial del territorio habitado. Esta condición implica una acción concreta de invertir en las relaciones con las comunidades, de modo que estas se empoderen y puedan actuar de manera sistémica en un territorio, con información y protocolos de evacuación ensayados y probados.

La segunda dimensión apunta al aumento de la sustentabilidad y conciencia sobre el ámbito natural. El piedemonte de Santiago representa, de alguna forma, un patrimonio cultural de todas y todos los ciudadanos y, como tal, debería replantearse su relación, promoviendo actividades y acciones que fomenten el uso recreativo de esta área por medio de parques y circuitos peatonales que, a la vez, motiven su recorrido y su valor ecológico-paisajístico. En ese sentido, se podría incluir un tipo de equipamiento que refuerce estas prioridades y nutra la relación con el territorio habitado a través de centros de deportes, actividades culturales y de educación sobre manejo de riesgos.

8 Concretamente, se consultaron los siguientes sitios para obtener información de precios de ventas de propiedades en la comuna de Las Condes: <https://www.goplacit.com/cl/propiedad/venta/departamento/las-condes/7339105-venta-de-departamento-excelente-oportunidad-en-las-condes-2-dormitorios-48-m2>; <https://www.goplacit.com/cl/propiedad/venta/casa/las-condes/5294419-venta-de-casa-los-dominicos>

Finalmente, una tercera dimensión y, probablemente la de mayor aliento, es la generación de normativa urbana acorde con las condiciones de riesgo, que no solo recaiga en el nivel intercomunal, como la modificación del Plan Regulador Metropolitano de Santiago ya propuesta (SEREMI-MINVU, 2012a), y posea un mayor acento en lo dispuesto en la Ley y Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, sino que permita además la implementación de planes de inversión y ejecución concretos en materia de manejo de riesgo en el piedemonte de Santiago. En el último caso, el rol que juega el diseño urbano es crucial, ya que al aumentar su aplicación en manuales, planes seccionales o planes maestros donde se visibilice el *buffer* de 300 metros de la Falla San Ramón, sería posible articular los usos y tipos de edificaciones factibles de incluir dentro de esta área de restricción.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allan, P. Y Bryant, M. (2011). Resilience as a framework for urbanism and recovery. *Journal of Landscape Architecture*, 6(2), 34-45. DOI: <https://doi.org/10.1080/18626033.2011.9723453>

Armijo, R., Rauld, R., Thiele, R., Vargas, G., Campos, J., Lacassin, R. Y Kausel, E. (2010). The West Andean Thrust, the San Ramon Fault, and the seismic hazard for Santiago, Chile. *Tectonics*, 29, TC2007, 1-34. DOI: <https://doi.org/10.1029/2008TC002427>.

Ceret (2020). Centro de Estudios del Retail. Recuperado de <https://www.ceret.cl/>.

Consejo Nacional de Desarrollo Urbano [CNDU] (2020). *Sistema de indicadores y Estándares de Calidad de Vida Urbana*. Recuperado de <https://cndu.gob.cl/download/sistema-de-indicadores-y-estandares-de-calidad-de-vida-urbana/>.

Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo [CNID] (2016). *Hacia un Chile resiliente frente a desastres: una oportunidad. Estrategia nacional de investigación, desarrollo e innovación para un Chile resiliente frente a desastres de origen natural*. Santiago: CREDEN. Recuperado de <http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2016/12/INFORME-DESASTRES-NATURALES.pdf>.

Curihuinca, M. (2020). *Modos de habitar un escenario de riesgo sísmico. El caso de la Falla San Ramón en el piedemonte de Santiago, Chile*. Tesis de Magíster en Urbanismo, Universidad de Chile.

Departamento de Estadísticas e Información de Salud [DEIS] (2020). Sistema de Información, Ministerio de Salud. Recuperado de <https://deis.minsal.cl/sistemas-de-informacion/>.

Easton, G., Inzulza, J., Perez, S., Ejsmentewicz Y Jimenez, C. (2018). ¿Urbanización fallada? La Falla San Ramón como nuevo escenario de riesgo sísmico y la sostenibilidad de Santiago, Chile. *Revista de Urbanismo*, (38), 1-20. Recuperado de <https://revistaurbanismo.uchile.cl/index.php/RU/article/view/48216/62321>.

English Partnerships & Housing Corporation [EP&HC] (2007). *Urban Design Compendium 1*. London: Llewelyn-Davies.

GEORESEARCH. Plataforma de Geointeligencia (2020). Recuperado de <https://geo-research.com/inmobiliaria/>.

GOPLACEIT. Registro de Ventas de Propiedades GOPLACEIT (2020). Recuperado de <https://www.goplaceit.com/cl/>

Growth Form Knowledge [GfK] (2019). *Estilos de vida de los grupos socioeconómicos de Chile*. Recuperado de https://www.anda.cl/wp-content/uploads/2019/05/GfK_GSE_190502_FINAL.pdf.

Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile [IDE] (2020). Recuperado de <http://www.ide.cl/index.php>.

Instituto Nacional de Estadísticas [INE] (2017). *Síntesis de Resultados. CENSO 2017*. Recuperado de <http://www.censo2017.cl/descargas/home/sintesis-de-resultados-censo2017.pdf>.

Ministerio de Educación [MINEDUC] (2020). Información sobre educación. Recuperado de <https://www.mineduc.cl/servicios/informacion-sobre-educacion/>

Ministerio de Vivienda y Urbanismo [MINVU] (2014). *Hacia una nueva Política Urbana para Chile. Política Nacional de Desarrollo Urbano*. Santiago: MINVU. Recuperado de <http://cndu.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/L4-Politica-Nacional-Urbana.pdf>

Moser, C., Sou, G. Y Stein, A. (2011). *Climate change and assets, Briefing Paper 2, Global Urban Research Centre*. Manchester: University of Manchester.

Moughtin, C. (1999). *Urban Design: Street and Square*. Oxford: Architectural Press.

Naciones Unidas (2017). *Nueva Agenda Urbana*. Quito: Secretaría de Hábitat III. Recuperado de <https://uploads.habitat3.org/hb3/NUA-Spanish.pdf>

Naciones Unidas (2018). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL].

Oficina Nacional de Emergencia [ONEMI] (2020). *Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres. Plan Estratégico Nacional 2020-2030*. Santiago: ONEMI, Ministerio del Interior y Seguridad Pública.

ONU-HÁBITAT (2018). *Urban Resilience Hub*. Recuperado de <http://urbanresiliencehub.org/>.

Rauld, R. (2011). *Deformación cortical y peligro sísmico asociado a la falla San Ramón en el frente cordillerano de Santiago, Chile Central (33oS)*. Tesis de Doctorado en Ciencias (Mención Geología). Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Secretaría Ministerial Metropolitana de Vivienda y Urbanismo [SEREMI-MINVU] (2012a). *Estudio Riesgo y Modificación PRMS Falla San Ramón (ID No640-27- LP10), Informe Etapa 2. Análisis de resultados prospecciones y ensayos*. Santiago: SEREMI-MINVU.

Secretaría Ministerial Metropolitana de Vivienda y Urbanismo [SEREMI-MINVU] (2012b). *Estudio Riesgo y Modificación PRMS Falla San Ramón (ID No640-27- LP10), Informe Etapa 3. Propuesta de disposiciones de carácter normativo regulatorias*. Santiago: SEREMI-MINVU.

Servicio de Impuestos Internos [SII] (2020). *Mapa digital de avalúo y contribuciones*. Recuperado de <https://www4.sii.cl/mapasui/internet/#/contenido/index.html>.

United Nations University [UNU] (2014). *WeltRisikoBericht 2014: Risikoraum Stadt*. Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS). Berlin: Bündnis Entwicklung Hilft.

Vargas, G., Farias, M., Carretier, S., Tassara, A., Baize, S. & Melnick, D. (2011). Coastal uplift and tsunami effects associated to the 2010 M(w)8.8 Maule earthquake in Central Chile. *Andean Geology*, 38(1), 219-238. Recuperado de <http://www.andeangeology.cl/index.php/revista1/article/view/V38n1-a12/html>.

Vargas, G., Klinger, Y., Rockwell, T., Forman, S.I., Rebolledo, S., Baize, S., Lacassin, R. Y Armijo, R. (2014). Probing large intra-plate earthquakes at the west flank of the Andes. *Geology*, 42(12), 1083-1086. DOI:10.1130/G35741.1.