

# BARRERAS ESTRUCTURALES EN LA CAMINABILIDAD Y ACCESIBILIDAD A ESCALA DE BARRIO. ESTUDIO DE TRES CASOS EN SANTIAGO DE CHILE<sup>1,2,3</sup>

## STRUCTURAL BARRIERS TO WALKABILITY AND ACCESSIBILITY AT NEIGHBORHOOD SCALE. THREE CASE STUDY IN SANTIAGO DE CHILE

Emilio Moisés Berríos Álvarez<sup>4</sup>, CEDEUS, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile  
Margarita Greene Zúñiga<sup>5</sup>, CEDEUS, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

### Resumen

Dada la relevancia de la accesibilidad a bienes y servicios urbanos en la calidad de vida de los habitantes, y considerando que la caminata representa el principal modo de transporte en el Gran Santiago —34,6% de los viajes, según la Encuesta de Origen y Destino de 2012 (Universidad Alberto Hurtado, 2014)—, la presente investigación tiene como objetivo analizar y comparar las barreras estructurales que inciden en el área caminable a escala de barrio y estimar sus posibles efectos en los patrones de movilidad y acceso a bienes y servicios, en tres conjuntos habitacionales del Gran Santiago: población Juan Antonio Ríos sector 3B (Independencia), villa San Cristóbal (Recoleta) y villa Los Sauces (La Florida).

Para cada caso, se identificaron las principales barreras materiales, ya sean naturales (ríos, cerros) o artificiales (carreteras, pasos bajo/sobre nivel) y algunas barreras intangibles (asociadas a la seguridad vial o delictual). Se comparó la superficie teórica máxima del barrio caminable (euclidiana) con la “real” calculada mediante análisis de red (sobre la base de recorridos de 20 min), considerando las condiciones de cruce de las principales vías, cuantificando sus efectos en tiempo y distancia y la consiguiente accesibilidad a equipamiento y servicios. Además, se analizó la configuración de la trama vial y peatonal, contrastando su integración a escala local y global basada en mapas axiales. Finalmente, se analizaron los patrones de movilidad de la población según datos de zona EOD 2012.

Los resultados muestran una clara disminución del área real del barrio caminable (a un tercio del área euclidiana), producto de la trama y de las diversas barreras existentes, lo que se refleja en la accesibilidad a bienes y servicios vía caminata. Estos resultados permiten proponer además que, si bien una mayor distancia promedio de caminata no se relaciona con una mayor área caminable, la cercanía a centralidades sí se asocia con la prevalencia de este modo de transporte.

### Palabras clave

accesibilidad; barrio caminable; caminabilidad

### Abstract

Considering both the relevance of accessibility to urban goods and services or geography of opportunities in the quality of life of urban inhabitants, and the fact that walking represents the main mode of transportation in Greater Santiago —34,6% of trips, according to EOD 2012 (Universidad Alberto Hurtado, 2014)—, the aim of this research is to analyze and compare the structural barriers that affect the walkable area at the neighborhood scale, as well as estimate their possible effects on mobility patterns and access to goods and services, in three housing estates in Greater Santiago: Población Juan Antonio Ríos, sector 3B (Independencia), Villa San Cristóbal (Recoleta) and Villa Los Sauces (La Florida).

For each case, the main material barriers are identified, whether natural (rivers, hills) or artificial (roads, under/over crossings) and some of intangible barriers (associated with road or crime safety). The maximum theoretical area (Euclidean) and that of the “actual” walkable neighbourhood are compared through network analysis (based on 20 minute journeys), considering the crossing conditions of main roads, quantifying the effects over time and distance, and accessibility to goods and services. In addition, the configuration of the road and pedestrian network is analysed, contrasting their local and global integration, based on axial maps. Finally, the movement patterns of the inhabitants is analysed based on the EOD data.

The results showed a clear decrease of the actual walkable neighbourhood area (to one third of the Euclidian area) product of the urban grid and the various existing barriers, which reflects on the accessibility to goods and services by walking. These results allow us also to propose that although a greater average distance is not related to a greater walkable area, closeness to well served centralities associate to in with the prevalence of walking as a transport mode.

### Keywords

accessibility; walkability; walkable neighborhood

## Contextualización y antecedentes generales

La accesibilidad o “geografía de oportunidades” (Fuentes y Sierralta, 2004), entendida como la posibilidad de desplazarse por la ciudad accediendo a bienes, servicios y oportunidades, promoviendo el encuentro y la comunidad, es clave para un desarrollo urbano sustentable. Desde esta perspectiva, es posible sostener que la accesibilidad, es necesaria para que los habitantes urbanos se transformen en ciudadanos (Fundación Alternativas, 2003).

En las últimas décadas, desde la perspectiva del desarrollo sustentable, se ha vuelto a priorizar el transporte activo y público, por sobre otros medios, posicionando a la caminabilidad como una de sus bases (Whitelegg y Williams, 2000, citado en Kim, Park & Jang, 2019), dando cuenta de los múltiples beneficios para la salud, el medio ambiente (Litman, 2003; Marshall et al., 2009; Mammen y Faulkner, 2013; Boarnet et al., 2008 entre otros, en Kim et al., 2019) y el aumento del potencial de encuentro e interacción entre personas, promoviendo el capital social y cohesión barrial (American Journal of Public Health, en Singh, 2016; Boniface, Scantlebury, Watkins & Mindell, 2015; Hillier 1996a).

Así, uno de los paradigmas del desarrollo urbano sustentable es el barrio caminable, entendiendo este como aquella área de la ciudad accesible mediante la caminata, donde es posible satisfacer la mayoría de las necesidades, alcanzando un nivel de bienestar acorde a los conceptos de justicia social, democracia, vida cívica y salud (Talen & Koschinsky, 2013). Pero ¿cómo delimitar este barrio caminable? Consistente con la literatura especializada, tanto el Plan Portland (Portland City Council, 2012), como el Estándar TOD (Institute for Transportation and Development Policy, ITDP, 2017), lo definen como aquel que puede ser cubierto en un máximo de 20 minutos de caminata.

Para el Gran Santiago, según la última Encuesta Origen y Destino, EOD 2012 (Universidad Alberto Hurtado, 2014), los viajes realizados íntegramente a pie representan el 34,6% de la distribución modal de un día laboral en temporada normal, siendo el modo preferente por sobre el uso del automóvil (26,1%) y el transporte público (23,7% solo BIP). Si se considera además que, el uso del transporte público por lo general implica caminata hacia o desde paraderos y estaciones, más de la mitad de la población utiliza la caminata en sus viajes cotidianos, lo cual destaca la relevancia y pertinencia de estudiar la caminata en el Gran Santiago.

### La caminabilidad

Durante la década de los noventa surge, asociado a la caminata, el concepto de la caminabilidad (Bradshaw, 1993, citado en Humberto, Laboissière, Giannotti, Marte, Agostini Cruz & Primon, 2019), término originario del inglés, cuya traducción no oficial al español busca dar cuenta de un

fenómeno más complejo que considera “las características del entorno construido y de los usos de suelo que pueden conducir o no a los residentes de un área a caminar por placer, ejercicio o recreación, acceder a servicios o ir al trabajo” (Leslie, Butterworth y Edwards, 2006, citado en Moura, Cambra & Gonçalves, 2017, p. 283), o en términos más sencillos “la medida en que el entorno urbano es amigable para los peatones” (Moura et al., 2017, p. 282).

Desde entonces, la caminabilidad ha sido ampliamente abordada en la literatura referente a planificación y desarrollo urbano, se han estudiado aquellos factores que inciden en ella y elaborado modelos para su evaluación. Cervero y Kockelman (1997, citados en Moura et al., 2017) desarrollaron el concepto de las 3D’s: Densidad, Diversidad y Diseño, que se ampliaría en 2009 a las 5D’s sumando: accesibilidad a Destino y Distancia al tránsito. Así mismo, Gehrke en 2012 (citado en Moura et al., 2017) da cuenta de diversos modelos que incorporan distintos factores, tales como: el Inventario de Irvine-Minnesota, que considera la accesibilidad, placer y seguridad contra el tráfico y la delincuencia; la Escala Sistemática del Entorno Peatonal y Ciclista (ESPACIOS), que incluye factores funcionales, subjetivos, estéticos, de destino y seguridad; el Análisis de Datos Ambientales para Peatones (PEDS), que considera factores de medio ambiente, facilidades peatonales, características de la vialidad y entorno de la caminata; y el Modelo STEPP basado en factores de seguridad, recorrido, medio ambiente, población y propósito (Moura et al., 2017).

Adicionalmente Moura et al. (2017) plantean el modelo de las 7C’s basado en el conocido modelo de las 5C’s, del London Planning Advisory Committee, que establece que un entorno amigable para la caminata debe cumplir con:

- estar bien conectado (conexión adecuada entre los orígenes y destinos principales de los viajes: directas y cortas),
- ser conveniente (eficiente respecto de otros modos para acceder a los distintos usos y funciones),
- ser cómodo (adaptado a las capacidades de distintos tipos de usuarios),
- ser conviviente (agradable a la interacción con las personas y el entorno) y
- ser conspicuo (atractivo, coherente y comprensible);

a lo que los autores sumaron la:

- coexistencia (buena convivencia peatonal con el tráfico vehicular y sus impactos) y
- el compromiso (promovido por políticas públicas desde el gobierno y la comunidad).

Esta investigación prioriza dos tipos de variables que entendemos estructurales, ya que definen fuertemente

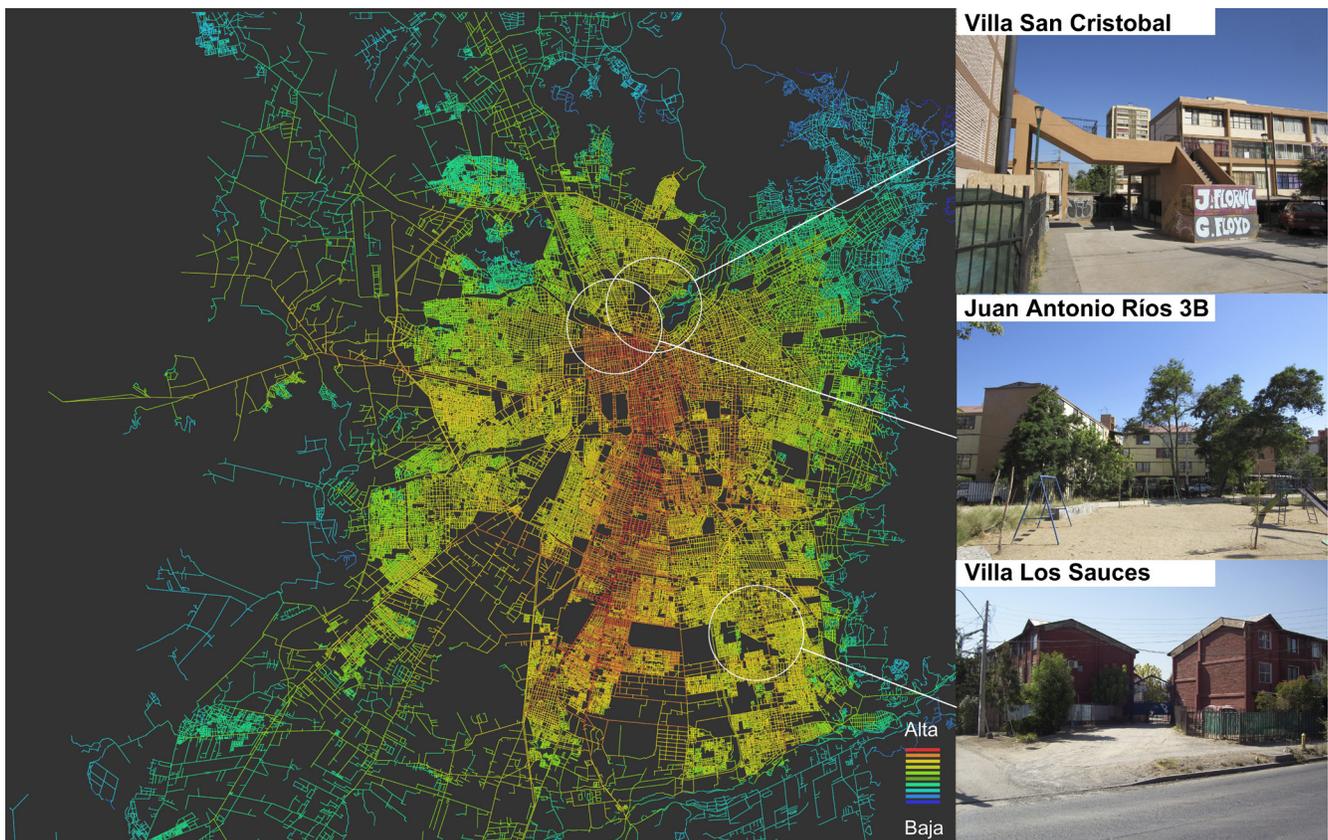


Figura 1. Ubicación de los conjuntos en el mapa axial del Gran Santiago.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del mapa axial de Santiago elaborado por Cristhian Figueroa.

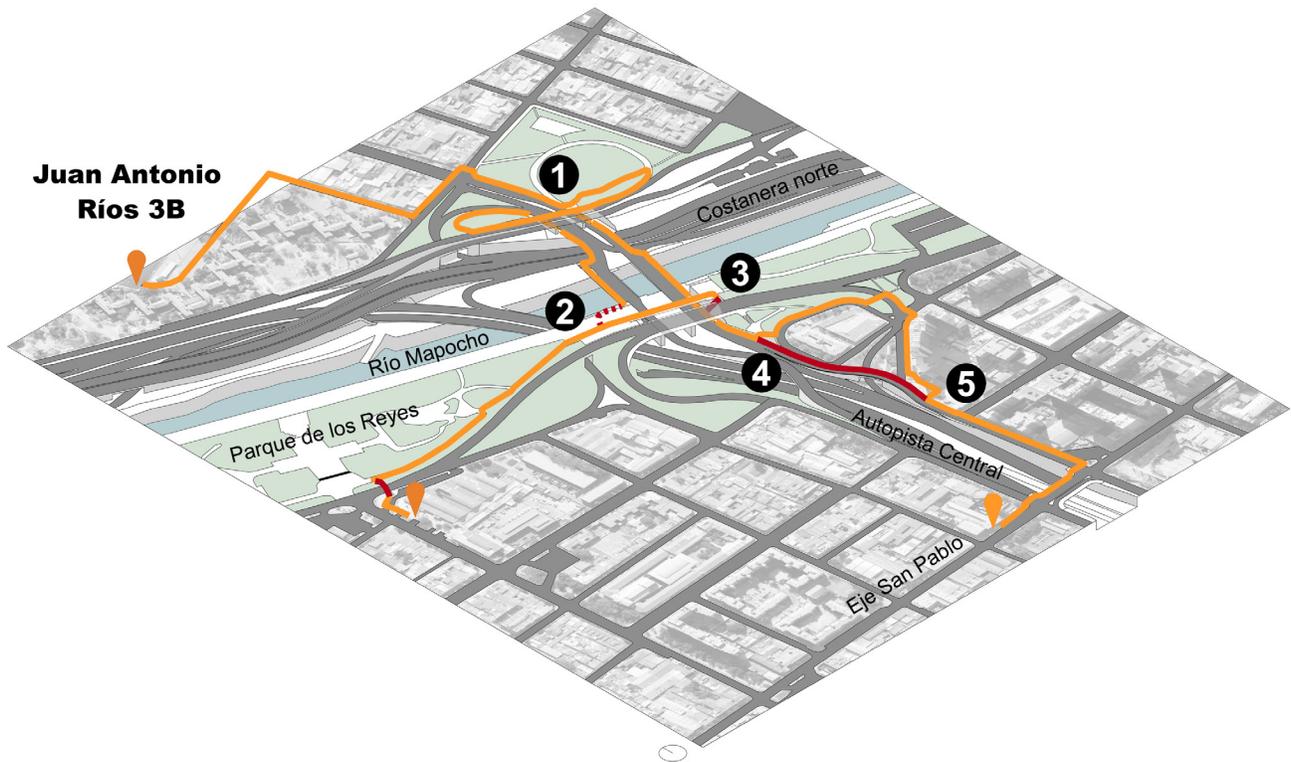
la base para el desarrollo de la caminabilidad a escala de barrio: primero, las asociadas a la configuración espacial de la trama, asimilables a la “accesibilidad a destino” (5D’s de Cervero) y a la “conectividad” (5C’s del London Planning Advisory Committee); y segundo, las relativas a la percepción de seguridad (tanto vial como delictual), asimilables a la “coexistencia” y “seguridad” mencionadas en los modelos anteriores.

El concepto de barreras cobra especial relevancia respecto de los efectos sobre el barrio caminable, la caminabilidad y la calidad de vida. Entre estas barreras podemos considerar las grandes infraestructuras viales (autopistas y vialidad mayor), que inciden negativamente en la caminabilidad, aumentando la fragmentación urbana y comunitaria, con impactos en salud y bienestar social, especialmente de niños y adultos mayores (Anciaes, Jones, Dhanani, Boniface, Scholes & Mindell, 2015; Anciaes, Jones & Mindell, 2017; Anciaes, Jones, Stockton & Mindell, 2016; Boniface, Scantlebury, Watkins & Mindell, 2015, entre otros). Lo mismo aplica para grandes equipamientos, que según lo planteado por Jane Jacobs inciden negativamente en la vitalidad del barrio y la actividad peatonal (Delclòs-Alió, Gutiérrez & Miralles-Guasch, 2019). Se suman también barreras naturales como ríos, cerros u otras que inciden fuertemente en la configuración espacial y conectividad de la trama.

Considerando todo lo anterior, esta investigación asume como objetivo principal, analizar y comparar las barreras y condiciones estructurales que inciden en el área potencial caminable a escala de barrio, así como sus posibles efectos en los patrones de movilidad y acceso a bienes y servicios, en tres conjuntos habitacionales del Gran Santiago.

#### Presentación y caracterización de los casos de estudio

Los tres casos de estudio: población Juan Antonio Ríos sector 3B, villa San Cristóbal y villa Los Sauces fueron seleccionados en el marco de una investigación mayor que busca analizar intervenciones de proyecto urbano que fomenten un desarrollo socialmente sustentable, generando vitalidad urbana y sensación de seguridad y bienestar. Esto se realizó mediante un proceso de descarte buscando: conjuntos habitacionales de densificación de escala mediana; habitados por grupos de ingresos medios y/o medios-bajos; con configuraciones espaciales singulares en cuanto a su topología, morfología y tipología, incluyendo un diseño intencionado de espacios colectivos (públicos y/o privados); que además representaran distintos periodos de la historia de la vivienda social/colectiva.



1. Enlace sobre nivel Autopista Central - Costanera Norte, intersección Vivaceta.
2. Subida peatonal informal a Parque de los Reyes, al término de vereda sin conexión.
3. Escalera de conexión a Parque de los Reyes en paso sobre nivel Pdte. Balmaceda intersección Manuel Rodríguez.
4. Enagostamiento abrupto de vereda peatonal en paso sobre nivel caletera Manuel Rodríguez.
5. Conexión peatonal en consición de callejón con poca visibilidad.

Figura 2. Recorrido entre Juan Antonio Ríos-3B y zona de servicios San Pablo.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de foto aérea de Google Earth.

### **Población Juan Antonio Ríos, sector 3B**

El sector 3B de la población Juan Antonio Ríos está ubicado entre el borde norte del río Mapocho y la actual autopista Norte-Sur, en la comuna de Independencia. Su construcción realizada por la Corvi en 1961, durante el gobierno del presidente Jorge Alessandri, tuvo como objetivo responder al explosivo aumento de población y demanda de vivienda derivado de la migración campo ciudad, bajo un criterio de eficiencia de recursos mediante proyectos masivos de vivienda.

El conjunto, cuyo diseño corresponde al paradigma de la arquitectura moderna, está integrado por hileras de edificios compuestas por una unidad mínima de tres bloques de cinco pisos en forma de H desplazada, donde el bloque central libera el primer piso, permitiendo la libre circulación peatonal entre amplios espacios colectivos del conjunto (los tres principales, la cancha central de fútbol y dos grandes áreas verdes en el borde sur). Actualmente, el conjunto presenta fuerte apropiación de los espacios comunes contiguos a los departamentos en primer piso y múltiples cerramientos para cada unidad H, dificultando la conectividad y circulación peatonal.

El conjunto de 5,1 hectáreas y 475 viviendas, con una densidad proyectada de 371 hab/ha., actualmente se ubica en el pericentro del Gran Santiago, a una distancia aproximada de 1,5 km de la Plaza de Armas (CBD histórico del área metropolitana) y cercano al mercado de abastos “La Vega”, hospitales y el Parque de los Reyes.

Las principales barreras materiales identificadas fueron las autopistas Norte-Sur y Costanera Norte, en el borde surponiente del conjunto y el río Mapocho en el borde sur.

La Figura 2 muestra el recorrido peatonal desde el conjunto al sector de servicios en torno a la calle San Pablo, cruzando las autopistas Costanera Norte y Norte-Sur, ejemplificando lo difícil e inhóspito del recorrido; la deficiente legibilidad y dificultad inherente de la ruta (desconexión entre tramos, conexiones informales o reducción de la vereda a 30 cm de ancho); y la percepción de incomodidad e seguridad, debido al alto flujo vehicular a alta velocidad y puntos ciegos solitarios y ruidosos de tránsito peatonal, varios de ellos correspondientes a pasos bajo nivel.

### **Villa San Cristóbal**

La villa San Cristóbal, conocida también como ex Polígono de Tiro, se ubica entre el cerro San Cristóbal y el cerro Blanco y está bordeada por las avenidas Recoleta y Perú, en la comuna de Recoleta. Su construcción realizada por la Cormu en 1971 durante el gobierno del presidente Salvador Allende, con el nombre de población Tupac Amaru, tenía como objetivo responder al fuerte aumento de población urbana y creciente déficit de vivienda. Lo anterior bajo el

criterio de radicación de población residente y densificación en zonas urbanas bien ubicadas.

El conjunto, correspondiente a una arquitectura moderna, está compuesto por bloques de departamentos de cuatro pisos (con configuraciones de departamentos diversas) e hileras de casas de dos pisos, organizadas en torno a patios, con tres torres de 17 pisos ubicadas en un eje central de espacio colectivo, donde se emplazan los equipamientos (sede, multicancha, escuela, almacenes y otros). Actualmente, el conjunto presenta una apropiación importante de espacios comunes contiguos a los departamentos en primer piso y algunas zonas con cierres perimetrales.

El conjunto de 6,7 hectáreas y 716 viviendas (a las que en los años noventa se sumaron las construidas en una nueva torre), con una densidad proyectada de 427 hab/ha, se ubica en el pericentro del Gran Santiago, a una distancia aproximada de 2,4 km a Plaza de Armas. Se destaca la cercanía al mercado de abastos “La Vega”, hospitales, el barrio comercial Patronato y el parque Metropolitano y de la Infancia.

Las principales barreras materiales identificadas fueron los dos cerros mencionados, junto con las avenidas Recoleta y Perú en ambos costados (oriente y poniente) y los cementerios general y católico en el borde norte y norponiente.

### **Villa Los Sauces**

Villa Los Sauces corresponde a un desarrollo inmobiliario privado dirigido a familias de ingresos medios y medios bajos, que se ubica fuera del anillo Américo Vespucio, en el límite de la comuna de La Florida con Puente Alto, contiguo al eje vial estructural Vicuña Mackenna – Concha y Toro. Su construcción en 1982, durante la dictadura militar, tenía como objetivo responder a la demanda frente al déficit cuantitativo de vivienda, bajo criterio de mercado, mediante el modelo de subsidio a la demanda.

Este conjunto está compuesto por manzanas con un espacio central colectivo, equipado con una multicancha, rodeado perimetralmente por casas de fachada continua de tres pisos, con doble frente (a la calle y al interior de la manzana). La calle central posee plazas tipo rotonda donde se ubican los accesos vehiculares al interior de las manzanas. Cierros y la configuración del conjunto no ha variado sustancialmente desde su origen, salvo algunas construcciones en antejardines.

El conjunto de 11,6 hectáreas y 846 viviendas, con una densidad proyectada de 292 hab/ha, se ubica en la periferia suroriente del Gran Santiago, a una distancia aproximada de 15,6 km de Plaza de Armas y a 4,7 km de plaza Puente Alto. Se destaca su cercanía inmediata a línea cuatro del metro y a equipamiento y zonas de

servicio tales como: Hospital Sotero del Río, supermercados y centros comerciales ubicados principalmente en torno al eje Concha y Toro.

Las principales barreras materiales identificadas fueron el eje Vicuña Mackenna – Concha y Toro, junto con la presencia de grandes sitios de extracción de áridos al sur del conjunto.

### Aspectos metodológicos

Para el análisis de la caminabilidad a escala de barrio se utilizó una metodología mixta que considera el cálculo de la superficie del barrio caminable y los efectos de las barreras estructurales mediante: levantamientos planimétricos; observación sistemática en terreno; modelación en SIG y Depthmap; y entrevistas a actores relevantes (dirigentes o exdirigentes vecinales o miembros de grupos comunitarios).

### Cuantificación del área caminable

Para cuantificar el área del barrio caminable se consideró el tiempo máximo de caminata de 20 minutos, transformando tiempo a distancia y viceversa, sobre la base de los parámetros de velocidad peatonal de cruce en semáforos (Conaset, 2012), que define una velocidad promedio de 1,1 m/s, en condiciones normales y de 0,9 m/s para grupos de personas con movilidad reducida. El presente análisis consideró la caminata en condiciones normales, así, 20 minutos equivalen a 1.320 metros, que corresponden al radio de un área euclidiana potencial máxima de 547 hectáreas, desde el centro de cada conjunto.

Desde el mismo centro de cada conjunto y considerando los mismos 1.320 m, se calculó luego, mediante análisis de red en SIG considerando la trama, la cobertura del “área vial caminable” (AVC) y “área peatonal teórica” (APT). Cabe señalar que se debieron corregir varias conexiones en intersecciones de la red vial, en especial pasos bajo y sobre nivel, mientras que para el APT se modelaron en detalle todos los recorridos peatonales formales (incluyendo conexiones y cruces) de la vialidad principal o mayor (autopistas y vialidad primaria y secundaria de openstreetmap), que presenta la mayor dificultad de cruce y efecto barrera reportado en la literatura especializada (Anciaes et al., 2015; Anciaes et al., 2016; Anciaes et al., 2017). Para el resto de las vías se conservó la modelación por defecto de línea a eje de calle.

Para cuantificar los efectos de las condiciones de cruce, se realizó un levantamiento detallado de todos los cruces formales de la vialidad mayor, registrando ciclos de semáforos y presencia de facilidades en cruces no semaforizados (luz amarilla intermitente, lomos de toro, islas intermedias), adicionando el tiempo de espera correspondiente a cada tramo (mitad del tiempo de luz roja; 5 y 10 s para cruces no semaforizados con y sin facilidades respectivamente; y 20 s para semáforos sin registro, equivalentes a la mitad del

tiempo de roja de un ciclo promedio de 80 s, consistente con el tiempo de espera para un sistema con llegadas aleatorias y tiempo de servicio constante).

Adicionalmente, se eliminaron conexiones o tramos peatonales poco viables o probables (basados en la observación en terreno), debido al alto riesgo percibido en términos de seguridad vial o delictual, así como trayectos al interior de barreras materiales como cerros, cementerios u hospitales. Posteriormente, se iteró el análisis de red calculando así el “área peatonal real (APR)”.

Finalmente, se compararon las cuatro superficies calculadas, sumando además el área de cobertura caminable de una grilla ortogonal (AGO) hipotética homogénea sin barreras, de 120 m x 120 m a eje, que permitiría una de las mayores coberturas, como punto de comparación más realista respecto del área euclidiana, que supone la ausencia total de trama. En síntesis, se obtiene:

- Área euclidiana (AE): área de cobertura compuesta por una circunferencia de radio 1.320 metros.
- Área grilla ortogonal (AGO): área de cobertura caminable de grilla ortogonal homogénea hipotética de 120 m x 120 m a eje, sin barreras.
- Área Vial Caminable (AVC): área de cobertura caminable, calculada a partir de la modelación simplificada a eje de la red vial SIG por defecto.
- Área Peatonal Teórica (APT): área de cobertura caminable, calculada a partir de la modelación en detalle de la red de recorridos peatonales formales (veredas, sendas en áreas verdes y cruces formales de la vialidad principal).
- Área Peatonal Real (APR): área de cobertura caminable, calculada a partir de la APT considerando tiempos de cruce y eliminación de trayectos poco factibles, que representan un claro impedimento físico para diversos usuarios, una percepción de peligro considerable o trayectos a través de barreras como cerros, cementerios, hospitales o similares.

Finalmente cabe señalar que, para factibilizar el análisis de cobertura de equipamiento y servicios, mediante intersección de capas en SIG, se aplicó a cada red resultante un buffer de 25 m desde los ejes, equivalente a la mitad de la distancia mínima establecida entre líneas oficiales para el perfil de vías expresas (vialidad de mayor jerarquía según OGUC 2018, Minvu, 2018). Para el área de cobertura euclidiana se aplicó el mismo buffer desde el borde.

### Tres perspectivas analíticas

El análisis de accesibilidad a equipamiento y servicios se realizó sobre la base de las áreas de cobertura anteriores, comparando la accesibilidad peatonal efectiva a siete tipos de equipamientos y servicios relevantes: superficie de áreas

verdes distinguiendo entre plazas (< 5.000 m<sup>2</sup>) y parques (> 5.000 m<sup>2</sup>), comercio y deporte; y el número de matrículas disponibles en educación básica; de establecimientos culturales, de salud y de estaciones de metro. Los datos corresponden a información de destinos de uso de la base del Servicio de Impuestos Internos (SII, 2018), así como del Ministerio de Salud (Minsal, 2019), Ministerio de Educación (SIEDU, 2017), Metro (Infraestructura de Datos Espaciales, Observatorio de Ciudades UC, IDE OCUC, 2019) y catastro de establecimientos culturales (Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio, 2015).

El análisis de configuración se realizó a partir de la trama de los barrios y su entorno, desde la perspectiva de la sintaxis espacial (Hillier & Hanson, 1984), modelando con el software Depthmap (la trama peatonal se modeló con los mismos criterios utilizados en SIG). Esto permitió entender el efecto de las barreras en la trama y consecuentemente en la integración del conjunto con su entorno.

Para el análisis sintáctico de integración, se consultó el plano axial del Gran Santiago situando los conjuntos analizados (Figura 1) y se analizó un área circular de la trama, de 2.500 m de radio, desde el centro de cada conjunto, suficiente para evitar efectos de borde en el análisis. Este análisis cuantifica los pasos topológicos de profundidad desde cada línea axial a todas las otras líneas del sistema, en el caso de integración global (R=n) y a solo tres pasos topológicos, en el caso de integración local (R=3). Estas medidas han demostrado relacionarse significativamente con los flujos de personas, copresencia en el espacio público y eventualmente actividad comercial (Hillier, 1996b).

Por último, se analizó la relación del área de cobertura del barrio caminable en los patrones de movilidad. Para ello se utilizaron datos de distancia promedio de caminata y distribución modal de viajes a nivel de zona EOD 2012, como proxy de cada conjunto.

### Análisis de resultados

#### Diferencias entre el área potencial y real del barrio caminable

La Figura 3 presenta las áreas de cobertura de los tres conjuntos, evidenciando el efecto de las grandes barreras que disminuyen considerablemente las áreas caminables: para Juan Antonio Ríos-3B, las autopistas y el río Mapocho; para villa San Cristóbal el cerro San Cristóbal, cerro Blanco y cementerio general; y para villa Los Sauces los terrenos de extracción de áridos y el eje Concha y Toro.

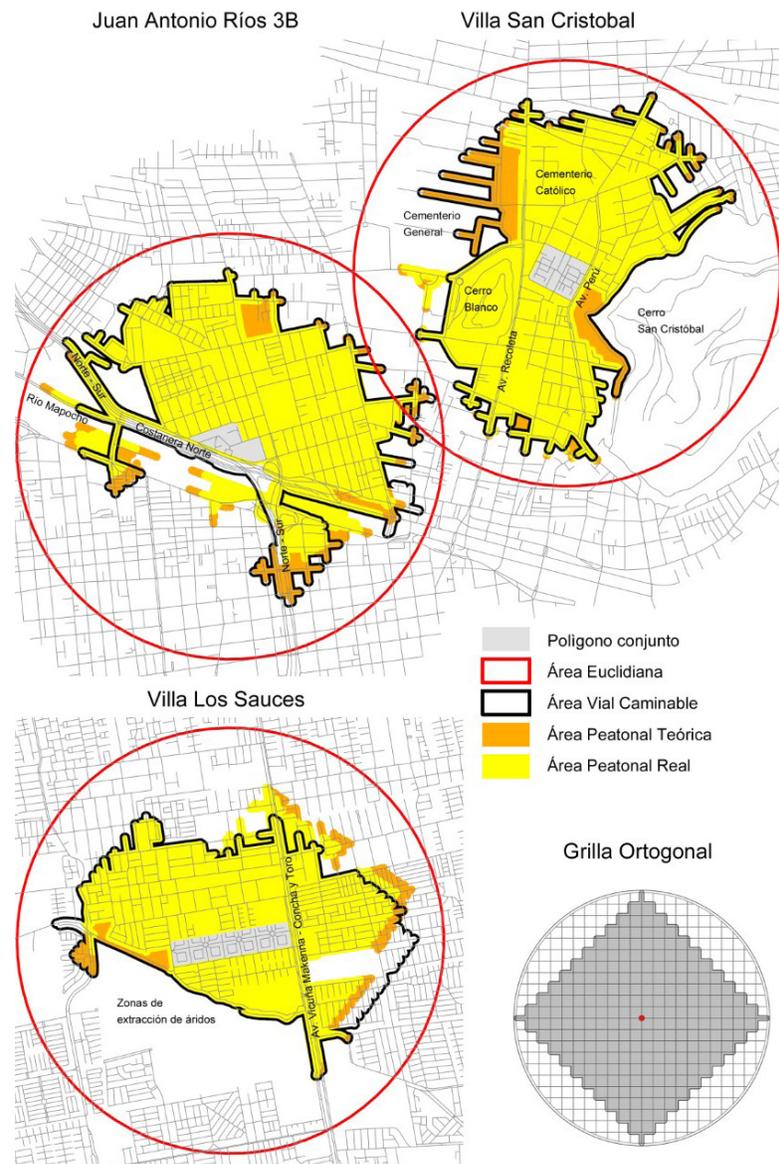


Figura 3. Áreas de cobertura del barrio caminable para los tres casos de estudio.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de análisis OCUC de red vial (MOP, 2018).

### Variación % cobertura area caminable

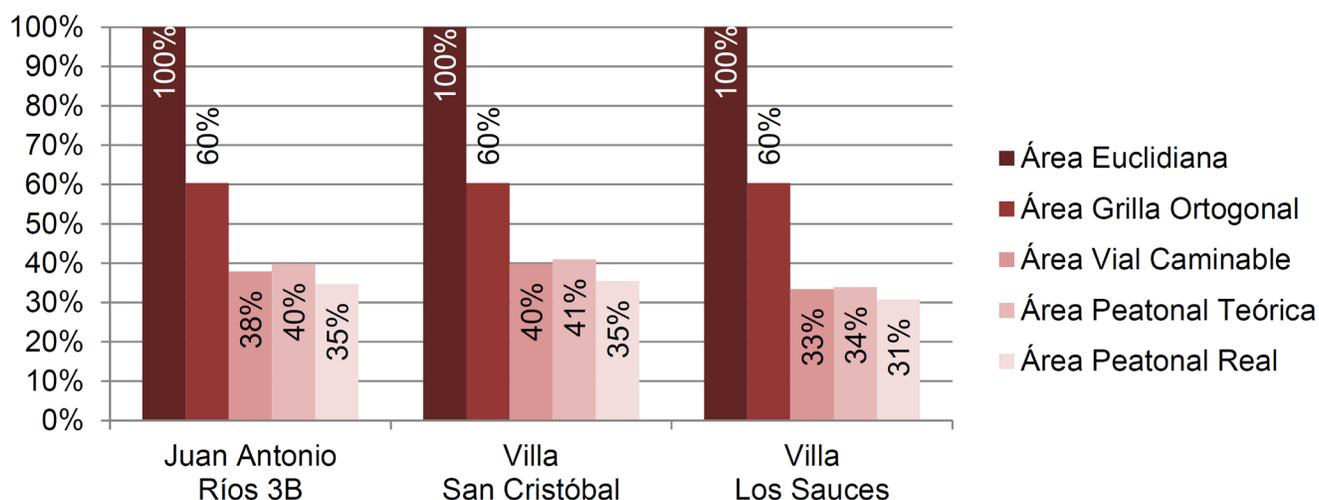


Figura 4. Comparación de las superficies de cobertura para el barrio caminable. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, la Figura 4, que grafica la reducción porcentual de las superficies del barrio, muestra que el área peatonal real (APR) de los tres conjuntos corresponde aproximadamente a 1/3 del área euclidiana (AE) y a cerca de la mitad del área de la grilla ortogonal (AGO). Aun cuando, el área peatonal teórica (APT) es levemente mayor que el área vial caminable (AVC), al considerar los tiempos de cruce y eliminar trayectos inviables, la superficie del APR resulta inferior al AVC para todos los casos.

Cabe destacar que aun cuando la disminución entre el AVC y el APR no es tan grande (entre 2 y 5%), las condiciones de cruce que incorpora el APR representan una disminución promedio del 13% del APT. Las entrevistas dan cuenta de esta dificultad mencionando que las autopistas y las vías con alto flujo vehicular dificultan e inhiben la caminata; lo mismo se menciona respecto de intersecciones específicas de grandes vías. Sin embargo, a partir de lo señalado en las entrevistas, se destaca el caso de av. Perú, donde a pesar de un flujo considerable de vehículos, la existencia de un bandejón central, amigable al tránsito peatonal, reduce su percepción de barrera.

En términos generales, en los tres casos, la configuración de la trama, condicionada por barreras físicas mayores que afectan la conectividad, es el factor de mayor incidencia en la reducción del APR, representando una disminución por sobre un 40% en relación con el AGO.

### Accesibilidad a servicios y equipamiento

Al analizar los efectos de la reducción de cobertura en desde el AE (100% o cobertura potencial máxima caminable) al APR en la accesibilidad a equipamiento y servicios, en términos de superficie o número, se observa que la mayor disminución promedio de accesibilidad se da en Juan Antonio Ríos-3B, de 73% en comparación al 46% de villa San Cristóbal y villa Los Sauces. Lo mismo sucede para la baja de accesibilidad desde el APT al APR, a causa de las condiciones de cruce, con una disminución de un 28% para Juan Antonio Ríos-3B en comparación al 7% de villa San Cristóbal y el 1% de villa Los Sauces. Esto puede explicarse por la mayor presencia de bienes y servicios en el AE de Juan Antonio Ríos-3B y la exclusión de zonas clave de servicios (sector San Pablo, Parque de Los Reyes y parte del CBD de Santiago). Es así como, un barrio que a primera vista parece estar bien ubicado, no lo está, porque en la práctica está tan lejos como otros a mayor distancia.

Si consideramos la variación de cobertura por habitante (Tabla 1), podemos observar que las mayores disminuciones de accesibilidad ( $\geq 33\%$ ) desde el AE al APR se dan: en Juan Antonio Ríos-3B, principalmente en estaciones de metro y cultura, seguidas por salud, deporte, comercio y educación; para villa San Cristóbal, en educación, salud y deporte; y para villa Los Sauces, en deporte.

Tabla 1

Variación de accesibilidad a bienes y servicios

Equipamiento servicio	Unidad	Área de análisis						
		JAR-3B		VSC		VLS		Gran Santiago
		AE	APR	AE	APR	AE	APR	
Superficie	m <sup>2</sup>	5.676.393	1.972.715	5.676.393	2.013.101	5.676.393	1.747.233	
Población 2017	Habs.	125.229	57.522	51.303	34.531	74.246	29.552	6.119.984
Plaza	m <sup>2</sup> /hab	<b>0,65</b>	<b>0,67</b>	<b>0,79</b>	<b>1,04</b>	<b>2,34</b>	2,76	2,60
Parque	m <sup>2</sup> /hab	3,46	4,95	80,82	74,69	<b>1,21</b>	<b>1,06</b>	3,04
Comercio	m <sup>2</sup> /hab	<b>3,27</b>	<b>2,10</b>	<b>3,20</b>	<b>2,46</b>	<b>0,41</b>	<b>0,89</b>	345,84
Deporte	m <sup>2</sup> /hab	<b>0,12</b>	<b>0,07</b>	<b>0,14</b>	<b>0,08</b>	<b>0,03</b>	<b>0,00</b>	92,79
Educación (matrículas)	n°/hab	0,10	<b>0,06</b>	0,13	<b>0,07</b>	0,12	0,15	0,10
Establecimientos cultura	n°/1.000hab	<b>0,048</b>	-----	0,117	0,087	-----	-----	0,058
Establecimientos salud	n°/1.000hab	<b>0,048</b>	<b>0,017</b>	<b>0,097</b>	<b>0,058</b>	<b>0,027</b>	<b>0,034</b>	0,176
Estaciones metro	n°/1.000hab	0,032	-----	0,058	0,058	0,040	0,068	0,022

Fuente: Elaboración propia sobre la base de análisis de cobertura de bienes y servicios OCUC<sup>6</sup>. (IDE OCUC, 2019; Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio, 2015; Minsal, 2019; Minvu, 2018; SIEDU, 2017; SII, 2018).

Considerando la provisión promedio por habitante de bienes y servicios del Gran Santiago, los datos muestran que la provisión de comercio y deporte es casi nula en los tres conjuntos analizados. Es decir, la zona del Gran Santiago donde ellos se emplazan no provee o muy mínimamente provee estos servicios.

Al contrario, en términos de áreas verdes se observa que Juan Antonio Ríos-3B y villa San Cristóbal se ubican en zonas bien provistas de parques, pero no así de plazas. Esto es interesante ya que en villa Los Sauces se da la situación contraria, con provisión de plazas equivalente e incluso superior en su APR al Gran Santiago.

La accesibilidad a educación es quizás uno de los resultados de mayor interés ya que muestra que los conjuntos céntricos Juan Antonio Ríos-3B y villa San Cristóbal, en su AE presentan accesibilidad equivalente e incluso superior a la del Gran Santiago, pero en el APR esta desciende significativamente. Dada la importancia, para la sustentabilidad, de que los estudiantes (especialmente de educación básica) puedan llegar caminando a los recintos educacionales, esta disminución de

acceso es doblemente grave. En contraste, villa Los Sauces refleja en su APR una provisión de matrículas superior al promedio del Gran Santiago.

En cuanto a cultura, Juan Antonio Ríos-3B muestra una situación similar a la educación con una accesibilidad cercana al promedio del Gran Santiago en el AE, pero inexistente en el APR. Mientras que el acceso a equipamiento de salud en el AE es en general menor al promedio del Gran Santiago, descendiendo significativamente en el APR para los dos conjuntos céntricos. Nuevamente las barreras disminuyen la accesibilidad a un servicio básico. En cuanto a estaciones de metro, los tres conjuntos presentan buena accesibilidad, a excepción del APR de Juan Antonio Ríos-3B que es nula.

Finalmente, cabe mencionar que la mayor brecha total de accesibilidad entre el AE y el APR, tomando al promedio por habitante del Gran Santiago como el máximo, se da para Juan Antonio Ríos, disminuyendo un 38%, mientras que villa San Cristóbal y villa Los Sauces se mantiene con variaciones mucho menores (9% y -3% respectivamente).



Figura 5. Comparación de la Integración global, entre los tres casos de estudio.  
Fuente: Elaboración propia.

### Integración de la trama

La comparación de la trama vial, por un parte, y peatonal por otra, entre los conjuntos mostró un mayor nivel (rojo) de integración global ( $R=n$ ), en ambas tramas para villa Los Sauces. Al contrario, villa San Cristóbal presentó los menores niveles (tonalidades azules) de integración (Figura 5), debido en parte a la menor densidad de líneas de la trama dada la presencia de los cerros y cementerios.

Resulta necesario contrastar estos resultados con la situación a escala del Gran Santiago (Figura 1), que muestra

claramente que villa Los Sauces es el conjunto habitacional con menor integración global a escala del sistema completo.

Para comparar la integración entre la trama vial y peatonal de cada conjunto, se analizaron los valores de integración por deciles a nivel global ( $R=n$ ) y local ( $R=3$ ), siendo el decil 1 el más integrado y el decil 10 el menos integrado. Los resultados muestran que, para los tres casos, la trama peatonal presenta, claramente, niveles de integración global menores que la trama vial, a diferencia de la integración local que se mantiene similar entre ambas tramas (Figura 6).



Figura 6. Integración vial v/s peatonal a nivel global y local. Fuente: Elaboración propia.

Para analizar territorialmente la variación de la integración entre la trama vial y peatonal de cada conjunto (Figura 7), se seleccionó el 20% de los ejes más integrados. Así, en Juan Antonio Ríos-3B se observa que los sectores más integrados corresponden al sur del conjunto, al otro lado del río y en el sector céntrico del Gran Santiago. Todo el norte y sur poniente presentan una menor integración

global peatonal, mientras que la integración local peatonal es levemente mayor que la vial, con un patrón territorial similar de distribución para ambas tramas. Esto evidencia el efecto barrera crítico de las autopistas y el río para la integración del conjunto con su entorno.

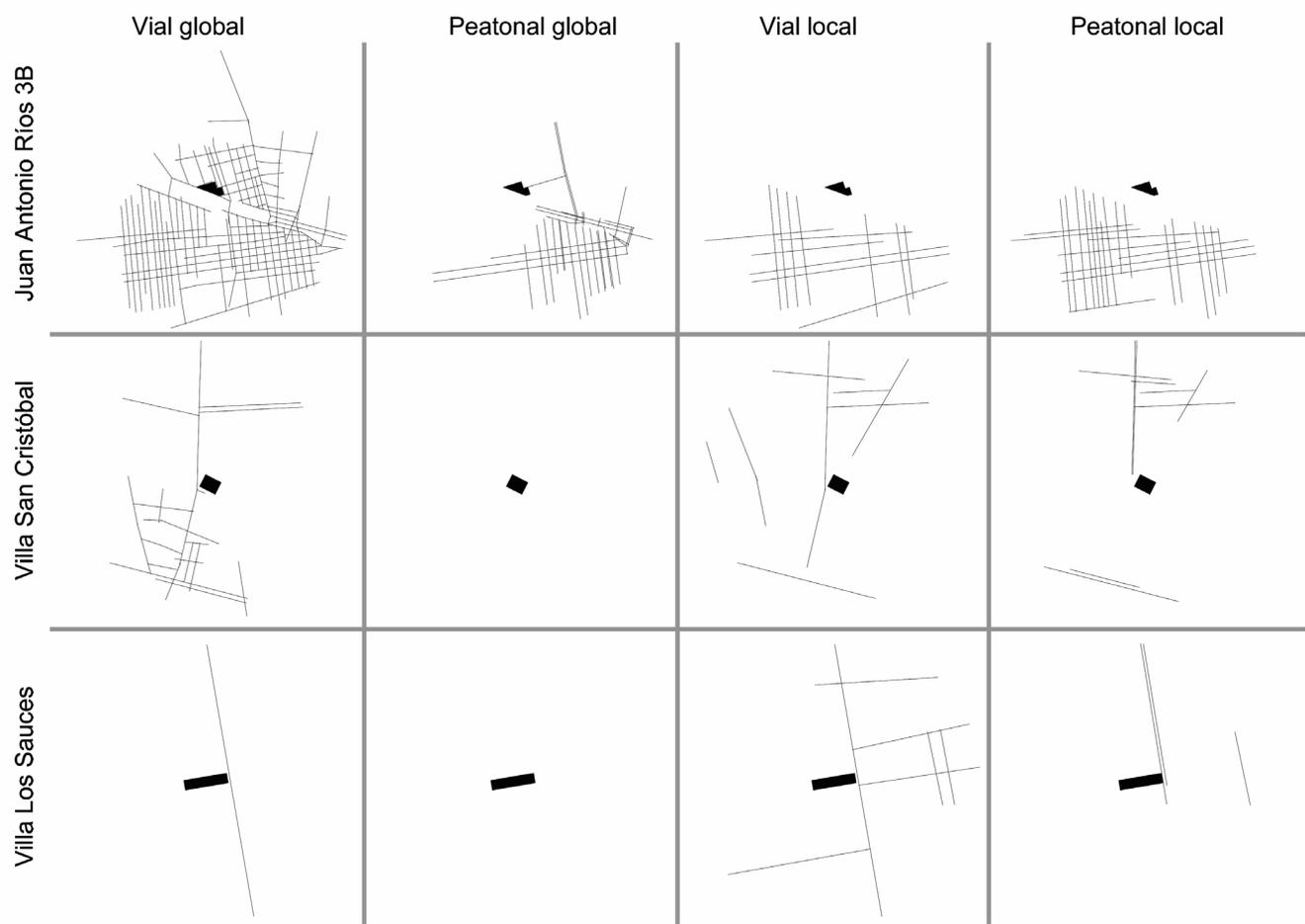


Figura 7. Integración vial v/s peatonal a nivel global y local de los tres conjuntos.  
Fuente: Elaboración propia.

En villa San Cristóbal se observa una disminución drástica y generalizada de la integración global para la trama peatonal, mientras que a nivel de integración local se evidencia una cierta disminución de la trama peatonal en el sector sur y poniente. Finalmente, en villa Los Sauces, que concentra la mayor integración en torno al eje Vicuña Mackenna-Concha y Toro, se ve claramente una menor integración global y local para la trama peatonal, en la local, especialmente hacia el sector sur.

Se debe destacar en términos generales y según los resultados de este análisis axial, en relación con el análisis del área de cobertura peatonal y lo reportado en las entrevistas, una doble condición de la vialidad principal la cual tiende

a presentar altos niveles de integración en la trama vial, pero un efecto barrera para la trama peatonal, debido a sus condiciones de cruce.

#### **Efectos en los patrones de movilidad**

Analizando la distribución de viajes por modo, según datos de zonas EOD 2012 (como proxy para cada caso), y comparándolos con el APR, los resultados obtenidos muestran que mientras mayor es el APR, menor es la distancia promedio de viajes a pie (Figura 8), y también la distancia promedio de los viajes en vehículo particular motorizado, lo que hace suponer que la ubicación en la ciudad y la vitalidad y diversidad de usos del entorno urbano serían los factores más relevantes.

### Área caminable v/s distancia promedio viajes

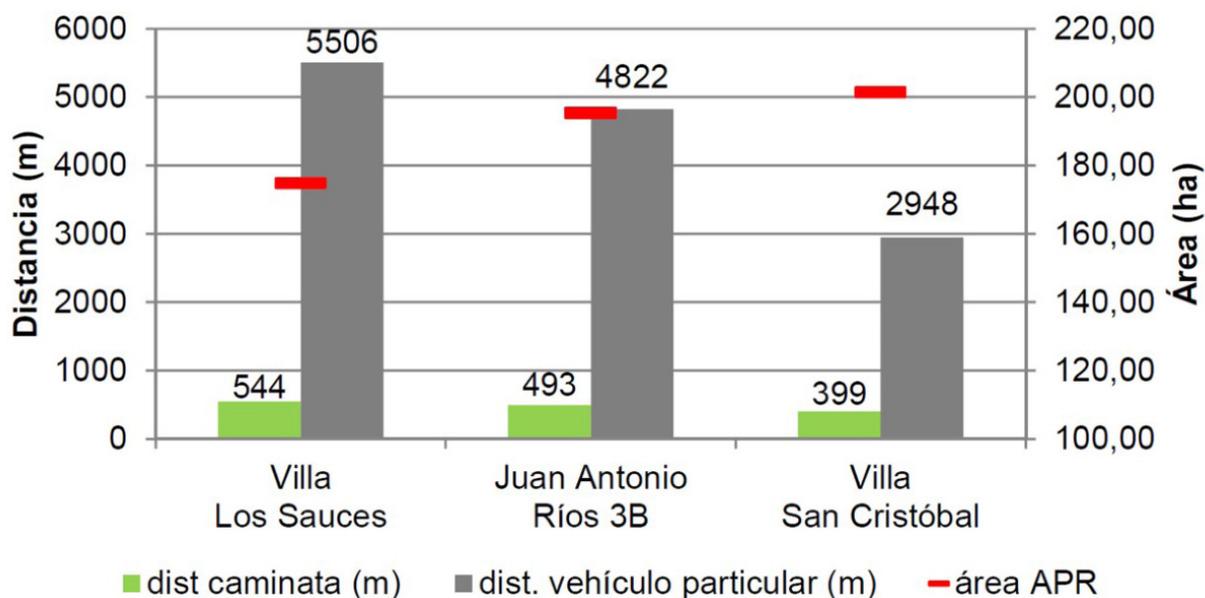


Figura 8. Área peatonal real v/s distancia promedio de viajes completamente a pié.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los resultados de la investigación y los datos EOD 2012, Gran Santiago (Universidad Alberto Hurtado, 2014)<sup>7</sup>.

La partición modal de viajes refuerza lo anterior, ya que muestra que, a mayor distancia a centros o subcentros urbanos multifuncionales consolidados, menor es la prevalencia de la caminata (Figura 9). Como en el caso de villa Los Sauces, que posee la menor proporción de caminata y se encuentra a 4,7 km de distancia del centro histórico de Puente Alto (Plaza Puente Alto), subcentro con altos niveles de accesibilidad a bienes públicos

y puestos de trabajo similares al centro histórico de Santiago (Plaza de Armas); mientras que la población Juan Antonio Ríos y la villa San Cristóbal, que se encuentran a 1,5 km y 2,4 km respectivamente del centro histórico de Santiago, presentan sobre un 40% de sus viajes a pie. Esto refuerza la importancia de la localización en la ciudad y la vitalidad y diversidad de usos del entorno para promover la caminata.

### Distribución modal de viajes

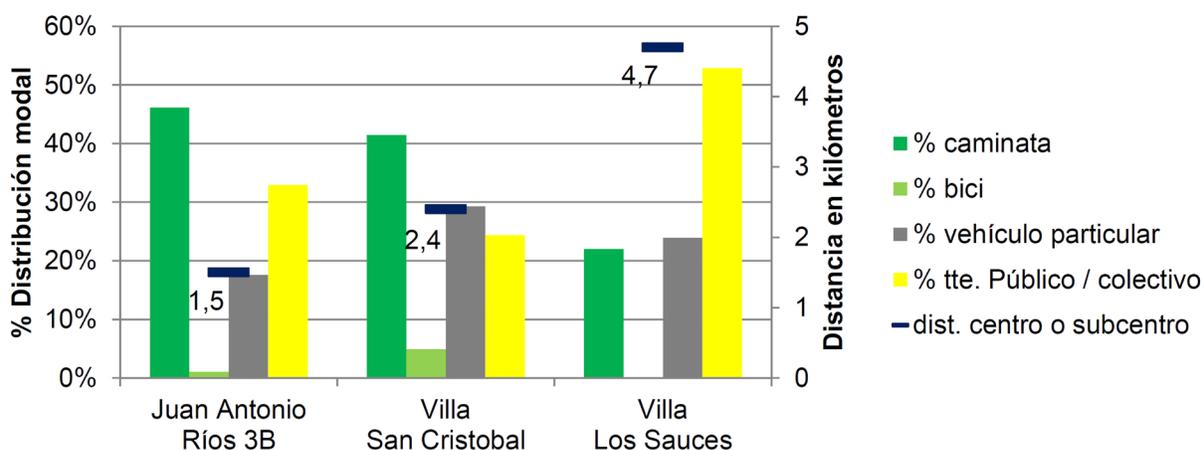


Figura 9. Distribución modal de viajes v/s distancia a centros o subcentros multifuncionales consolidados.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los resultados de la investigación y de datos EOD 2012 Gran Santiago (Universidad Alberto Hurtado, 2014).

## Limitaciones

Nuestra aproximación a la problemática del barrio caminable y la caminabilidad prioriza la escala meso o de barrio, profundizando en algunos aspectos micro, como forma de entender mejor el panorama general y dar cuenta del efecto de las barreras intangibles y materiales que afectan la trama y, a su vez, los patrones de movilidad de los habitantes.

El área peatonal real (APR) representa una primera aproximación que considera algunas de las variables que afectan el alcance del barrio caminable, sin embargo, no toma en cuenta el alcance total de las barreras intangibles, el cual debe ser identificado a partir de un levantamiento más detallado de las percepciones de los habitantes de cada conjunto.

Cabe señalar también que, aun cuando no se profundiza en este nivel de detalle en la presente investigación, tanto la caminabilidad (y por tanto la caminata) como el área de cobertura del barrio caminable, también están influenciadas por distinciones culturales, de género, edad y en general de capacidades.

## Conclusiones y reflexiones finales

El análisis realizado nos permitió constatar el efecto negativo de las barreras estructurales, principalmente materiales, las cuales resultan decisivas en la configuración de la trama de los barrios, disminuyendo el alcance del área potencial caminable y, por consiguiente, el acceso a bienes y servicios del barrio caminable. Coincidentemente, los tres casos presentan barreras físicas de escala e impacto similar en su entorno, lo que incide en una disminución similar del área peatonal real (APR), cercana al 44% respecto de una hipotética grilla ortogonal homogénea sin barreras. Lo mismo sucede respecto de las condiciones de cruce peatonal, donde la vialidad mayor genera una disminución promedio del 13% desde el área peatonal teórica (APT) al área peatonal real (APR). Sin embargo, cabe destacar, el caso de avenida Perú en villa San Cristóbal, que con un buen diseño vial-urbano disminuye considerablemente el efecto barrera de una vía con alto flujo vehicular. En este caso contemplando un bandejón central amigable para la caminata.

También se observó, en los casos de estudio, que una mayor APR no se asocia necesariamente a mayores distancias promedio de caminata. Así mismo, se observó que los conjuntos más cercanos a áreas centrales multifuncionales presentaban una mayor prevalencia de la caminata en la partición modal. Estos resultados deben ser revisados en mayor profundidad considerando también otros atributos del entorno, así como de los habitantes.

Por otro lado, al comparar la trama vial con la peatonal, observamos que los niveles de integración local son similares, pero la distribución en el territorio de los ejes más

integrados varía; mientras que, la integración global es claramente menor para la trama peatonal en comparación con la vial, evidenciando que la situación actual privilegia la movilidad vehicular por sobre la peatonal o bien, no considera equitativamente facilidades para los peatones respecto de los vehículos. Sobre esto último, cabe destacar una doble condición de la vialidad principal, la cual presenta altos niveles de integración para la trama vial, pero al mismo tiempo disminuye la cobertura del barrio caminable debido a mayores dificultades en las condiciones de cruce, generando un efecto barrera para la conectividad peatonal. Esto no sucede con las autopistas, las que no solo generan un efecto barrera para la caminata, sino que también presentan menores niveles de integración para la trama vial.

Esta disminución de la integración y menor conectividad peatonal no les permite enriquecerse del movimiento natural de la ciudad, el que de acuerdo con Hillier (1996b) podría ser capaz de atraer recursos de los sectores aledaños e iniciar un círculo virtuoso de consolidación material y cohesión social del barrio.

Adicionalmente, cabe mencionar que, si bien los resultados de la presente investigación corresponden al análisis de solo tres casos de estudio, dan cuenta de la existencia e incidencia de las barreras urbanas estructurales. Estas limitan la integración de estos conjuntos con la trama de la ciudad y, por tanto, la capacidad de participar de la rica vida urbana disminuyendo la accesibilidad a bienes y servicios y, por consiguiente, la geografía de oportunidades.

Finalmente, el presente análisis da cuenta también de un modelo simplificado de auditoría que permite evaluar preliminarmente los alcances de las barreras y situación estructural actual, así como el potencial de mejora de accesibilidad a bienes y servicios a escala del barrio caminable. De igual forma, el análisis territorial permite identificar puntos críticos y delinear, a grandes rasgos, posibles intervenciones con objetivos claros a favor del barrio caminable e incrementar la geografía de oportunidades y, por lo tanto, el nivel de bienestar de la población; sin olvidar que este modelo debe ser complementado, necesariamente, con el análisis de variables a menor escala que permitan mejorar de forma efectiva la caminabilidad a escala de barrio, tales como: condición de veredas o transparencia y permeabilidad de los bordes edificados, entre otras.

## Referencias bibliográficas

- Ancaes, P., Jones, P., Dhanani, A., Boniface, S., Scholes, S., & Mindell, J. (julio, 2015). Defining and measuring the impact of community severance on local accessibility. Trabajo presentado en *14th International Conference on Mobility and Transport for Elderly and Disabled Persons (TRANSED 2015)*, Lisboa, Portugal.
- Ancaes, P., Jones, P., & Mindell, J. (enero, 2017). Quantifying the barrier effect of main roads on pedestrian preferences and behaviour. Trabajo presentado en *Transportation Research Board 96th Annual Meeting*, Washington D.C., Estados Unidos.
- Ancaes, P., Jones, P., Stockton, J., & Mindell, J. (junio, 2016). The wider costs of large roads on health and wellbeing. Trabajo presentado en *2nd International Conference on Transport and Health*. San José, Estados Unidos.
- Boniface, S., Scantlebury, R., Watkins, S., & Mindell, J. (2015). Health implications of transport: Evidence of effects of transport on social interactions. *Journal of Transport & Health*, 2(3), 441-446. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2015.05.005>
- Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito, Conaset (2012). *Manual de señalización de tránsito 2012* (Capítulo 4). Recuperado de <https://www.conaset.cl/manualsenalizacion/>
- Delclòs-Alió, X., Gutiérrez, A., & Miralles-Guasch, C. (2019). The urban vitality conditions of Jane Jacobs in Barcelona: Residential and smartphone-based tracking measurements of the built environment in a Mediterranean metropolis. *Cities*, 86, 220-228. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.09.021>
- Fuentes, L. y Sierralta, C. (2004). Santiago de Chile, ¿ejemplo de una reestructuración capitalista global? *Eure*, 30(91), 7-28. <https://doi.org/10.4067/s0250-71612004009100002>
- Fundación Alternativas (2003). *Movilidad y transporte: opciones políticas para la ciudad*. Recuperado de: <https://www.fundacionalternativas.org/laboratorio/documentos/documentos-de-trabajo/movilidad-y-transporte-opciones-politicas-para-la-ciudad>
- Hillier, B. (1996a). Cities as movement economies. *Urban Design International*, 1(1), 41-60. <http://dx.doi.org/10.1057/udi.1996.5>
- Hillier, B. (1996b). *Space is the machine. A configurational theory of analysis*. Recuperado de <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/38811/SITM.pdf>
- Hillier, B. & Hanson, J. (1984). *The social logic of space*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Humberto, M., Laboissière, R., Giannotti, M., Marte, C., Agostini Cruz, D., & Primon, H. (2019). Walking and walkability: do built environment measures correspond with pedestrian activity? *Ambiente Construido*, 19(4), 23-36. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212019000400341>
- Infraestructura de Datos Espaciales, Observatorio de Ciudades UC, IDE OCUC (2019). *Estaciones actuales de Metro de Santiago*. Recuperado de [https://ideocuc-ocuc.hub.arcgis.com/datasets/cc2e1d8419e64c7cb9502c58c00ba33b\\_0](https://ideocuc-ocuc.hub.arcgis.com/datasets/cc2e1d8419e64c7cb9502c58c00ba33b_0)
- Institute for Transportation and Development Policy, ITDP (2017). TOD Standard. Recuperado de <https://www.eltis.org/sites/default/files/trainingmaterials/tod-2017-v3.pdf>
- Kim, S., Park, S., & Jang, K. (2019). Spatially varying effects of built environment determinants on walking. *Transportation Research Part A*, 123, 188-199. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.02.003>
- Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio (2015). *Catastro de infraestructura cultural pública y privada*. Recuperado de <https://www.cultura.gob.cl/publicaciones/catastro-infraestructura/>
- Ministerio de Obras Públicas de Chile, MOP (2018). *Red Vial*. Recuperado de <http://pnre.ine.cl/index.php/catalog/5797>
- Ministerio de Salud, Minsal (2019). *Establecimientos de Salud de niveles primario y secundario del Sistema Nacional de Servicios de Salud*. Recuperado de <http://www.ide.cl/index.php/salud/item/1906-establecimientos-de-salud-de-niveles-primario-secundario-del-sistema-nacional-de-servicios-de-salud>
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile, Minvu (2018). *Resumen de modificaciones y rectificaciones de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones*. Recuperado de <https://www.minvu.cl/wp-content/uploads/2019/05/OGUC-Febrero-2018-disposiciones-transitorias-vigencia-inmediata.pdf>
- Moura, F., Cambra, P., & Gonçalves, A. (2017). Measuring walkability for distinct pedestrian groups with a participatory assessment method: A case study in Lisbon. *Landscape and Urban Planning*, 157, 282-296. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.07.002>
- Portland City Council (2012). *The Portland Plan Summary*. Recuperado de <https://www.portlandonline.com/portlandplan/index.cfm?c=58776&a=405753>
- Servicio de Impuestos Internos, SII (2018). *Catastro Servicio de Impuestos Internos, 2do semestre 2018*. Recuperado de: [https://www4.sii.cl/sismunInternet/?caller=DETALLE\\_CAT\\_Y\\_ROL\\_COBRO](https://www4.sii.cl/sismunInternet/?caller=DETALLE_CAT_Y_ROL_COBRO)
- Singh, R. (2016). Factors affecting walkability of neighborhoods. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 216, 643 - 654. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.12.048>
- Sistema de Indicadores y Estándares Urbanos, SIEDU (2017). *Red vial*. Recuperado de <http://siedu.ine.cl/descargar/descarga.html>
- Talen, E. & Koschinsky, J. (2013). The walkable neighborhood: A literature review. *International Journal of Sustainable Land Use and Urban Planning*, 1(1), 42-63. <https://doi.org/10.24102/ijslup.v1i1.211>

Universidad Alberto Hurtado (2014). *Actualización y recolección de información del sistema de transporte urbano, IX Etapa: Encuesta Origen Destino Santiago 2012. Encuesta origen destino de viajes 2012* (Documento difusión). Recuperado de <http://www.sectra.gob.cl/biblioteca/detalle1.asp?mfn=3253>

## Notas

1 Recibido: 30 de abril de 2020. Aceptado: 22 de octubre de 2020.

2 Proyecto FONDAP 15110020, Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS); Proyecto Fondecyt 1191089 "Densidad, diversidad y accesibilidad: claves para un desarrollo urbano sustentable"

3 Se agradece la colaboración y apoyo del Observatorio de Ciudades UC, OCUC, en el proceso de construcción y cálculo de los datos.

4 Contacto: eberrios@uc.cl

5 Contacto: mgreenez@uc.cl

6 La población para cada área de análisis se calculó a partir de la intersección de polígonos con manzanas, mientras que la cobertura se calculó a partir de la intersección de polígonos con predios.

7 Las distancias promedio de viaje se calcularon con el total de viajes por zona, considerando en viaje vehículo particular los siguientes modos: Auto, chofer o acompañante; Furgón escolar, como pasajero, chofer o acompañante; Taxi o radiotaxi, Motocicleta, chofer o acompañante. El número de viajes disponibles a pie y en vehículo particular para el cálculo de cada promedio fueron: villa Los Sauces 45 y 61; Juan Antonio Ríos 30 y 13; y villa San Cristóbal 11 y 12, respectivamente.