

ACCESIBILIDAD Y EQUITAD: AMPLIANDO LA CAJA DE HERRAMIENTAS PARA LA PLANIFICACIÓN DE TRANSPORTE

Markus Niehaus, Pontificia Universidad Católica de Chile, maniehau@uc.cl

Patricia Galilea, Pontificia Universidad Católica de Chile, pga@ing.puc.cl

Ricardo Hurtubia, Pontificia Universidad Católica de Chile, rhg@ing.puc.cl

Palabras claves: accesibilidad, equidad, planificación, evaluación social

1. Introducción

La evaluación social de proyectos de transporte está en revisión en diversos países, en parte por el desafío de una movilidad más sostenible y una planificación mejor coordinada. De acuerdo a Thomopoulos et al. (2009), el análisis costo beneficio (CBA) ha sido y es por lejos el principal enfoque de evaluación, seguido de manera complementaria por el análisis multi-criterio (MCA). Estas metodologías y la institucionalidad que se ha construido entorno a ellas tienen importantes ventajas de tipo cognitivo, técnico y también político (Mackie et al. 2014). No obstante lo anterior, Mackie et al. (2014) también describen desafíos que enfrenta el CBA, entre ellos la consideración de beneficios no monetarios y la dificultad para contabilizar efectos distributivos en lo socio-económico, más allá de efectos de primer orden en el corto plazo.

Existe un amplio consenso respecto a la importancia de incorporar impactos económicos más amplios (WEI) para poder analizar mejor proyectos y planes de transporte (Mulley y Walters, 2014). Las razones son múltiples, por un lado en países desarrollados un catalizador ha sido la necesidad de apoyar la rentabilidad de planes de desarrollo sostenible de ciudades en base a proyectos de transporte público y renovación urbana. Esto se ejemplifica en que cerca de la mitad de los beneficios del Crossrail 1 impulsado por Transport for London fue cuantificado con WEI más allá de la metodología tradicional (Dix, 2015). Por otro lado, también representan una oportunidad para mejorar las condiciones de equidad en las ciudades (Macário, 2014), lo cual es especialmente importante en países en desarrollo. No obstante, Mackie et. al (2014) reportan grandes diferencias de formas, valores en la incorporación de WEI.

Una variedad similar tanto en lo conceptual como metodológico se presenta la accesibilidad (Geurs y van Wee, 2004). Definida por primera vez por Hansen (1959), la accesibilidad representa el potencial de oportunidades de interacción en una localización determinada. Las medidas de accesibilidad se destacan en su facilidad para el análisis territorial, además de su capacidad de evitar sesgos socio-económicos y poner énfasis en la distribución de servicios urbanos. Un aspecto recalcado sobre la accesibilidad a lo largo de la Conferencia Thredbo 14 en Chile es la ventaja de medir potenciales, los cuales serían de gran utilidad para complementar el enfoque tradicional de diseño y evaluación de alternativas de proyectos de transporte.

Por todo lo anterior, esta investigación en progreso busca medir la accesibilidad y proponer indicadores de equidad que permitan mejorar el análisis de la movilidad en Chile. El documento

comienza recalcando la importancia del contexto de inequidad territorial y los sesgos en que se podría estar incurriendo. La segunda parte discute en torno a diferentes formas de medir accesibilidad, mientras que la tercera presenta una aplicación ejemplificando con proyectos anteriores de Metro de Santiago. Por último, el cuarto título analiza formas de incorporar la equidad de acceso a la institucionalidad vigente, para luego finalizar con propuestas y desafíos.

2. Desigualdad y segregación urbana

2.1 Una trampa para el desarrollo

Los países Latinoamericanos padecen del problema no resuelto de importantes desigualdades de ingreso y de oportunidades, las cuales deben ser abordados con políticas multisectoriales. En el caso del transporte, existen tanto falencias como disparidad de calidad en cuanto a la infraestructura y sus sistemas, dependiendo del área que se compare dentro de sus ciudades. Al mismo tiempo, existe gran potencial y un sentido de urgencia de realizar inversiones rápidamente. Por ello, asignar recursos adecuadamente entre diferentes proyectos y como estos son diseñados tiene un doble significado.

De esta forma, el contexto territorial debiera cobrar una gran relevancia al analizar e implementar las políticas de movilidad. En Santiago la desigualdad puede ser fuertemente percibida al cruzar diferentes áreas de la ciudad. Su Gini de 0.484 resume lo observado en la Figura 1, donde se presenta la distribución de ingreso. Este fue calculado en base a la última encuesta origen-destino (SECTRA, 2015), cuya muestra tiene la ventaja de ser comunally representativa. No obstante, la cifra por sí misma no es suficiente para dimensionar el problema.

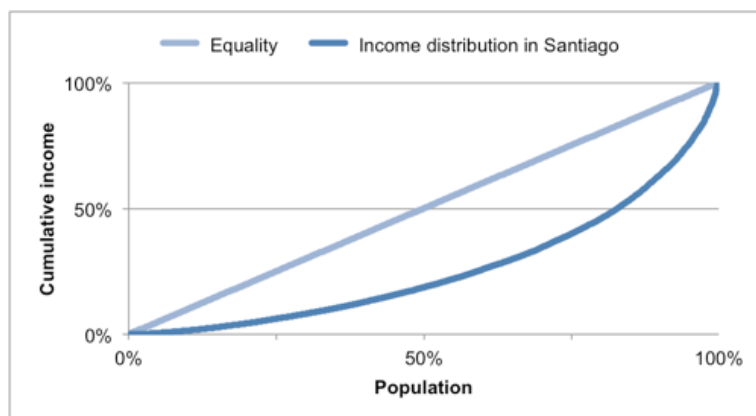


Figura 1. Curva de Lorenz de la distribución de ingreso de Santiago (en base a SECTRA, 2015)

La segregación residencial en Santiago entre distintos grupos socio-económicos es muy alta. La exclusión de grupos de bajo ingresos es especialmente evidente en la Figura 2, lo cual refleja lo calculado por Sabatini et al. (2009) en cuanto a los más vulnerables como los más aislados espacialmente. El desarrollo urbano y políticas específicas del pasado los desplazaron a la periferia, lejos de los grupos de ingreso alto concentrados casi exclusivamente al nororiente. Cabe notar en el mapa que las áreas de color rojo cuentan con 10 veces menor ingreso por persona que las azules, como promedio zonal, ya que se utilizaron umbrales naturales de Jenks.

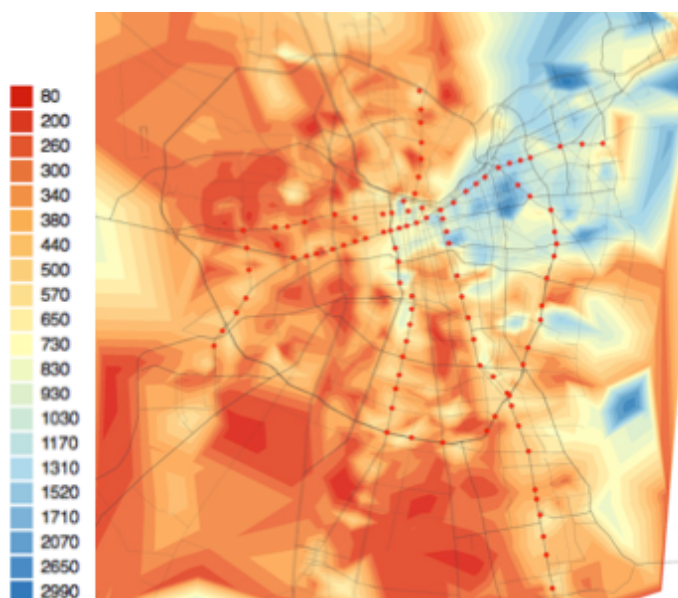


Figura 2. Ingreso por persona en Santiago, promedio zonal en USD (en base a SECTRA, 2015)

Sin embargo, el problema se agrava al considerar que sus causas y efectos se retroalimentan. Sabatini et al. (2009) argumentó que a pesar de que la segregación residencial podía estar disminuyendo, sus efectos negativos se estarían haciendo más perjudiciales. La cantidad y calidad de infraestructura, perspectivas de empleo, educación, etc. demuestran seguir a los grupos de alto ingreso. De esta manera, las principales herramientas para superar la vulnerabilidad y lograr progreso son cada vez más difíciles de acceder para grupos de bajo ingreso.

Existe también una segregación de oportunidades: la Figura 3 muestra la distribución del empleo. Si bien es normal y deseable que se concentre en áreas céntricas, preocupa que en las últimas décadas se haya expandido cada vez más hacia el oriente. Asimismo, el mapa muestra la ubicación de vertederos legales junto a grupos de bajo ingreso, afectando negativamente su valor de suelo. Este ejercicio se podría repetir con un sinfín de capas y en diferentes ciudades de Chile.



Figura 3. Densidad de superficie construida para empleo por manzanas (en base a SII, 2014)

Lo anterior podría convertirse en una muy seria trampa para el desarrollo de nuestras ciudades en el largo plazo. En el caso de Santiago, no sólo es la inversión privada siguiendo a grupos de alto ingreso, esta compleja situación también ha sido producto de falencia de planificación, inadecuada institucionalidad y potenciado por mayor inversión pública en el sector oriente. La ingeniería de transporte no está al margen de esto, al contrario, es mucho lo que podría aportar.

2.2. Un desafío pendiente de los planes y proyectos de transporte

Literatura reciente vuelve a destacar la necesidad de evaluar los impactos de equidad de manera adecuada en los planes y proyectos de transporte (Thomopoulos et al., 2009; Vasconcellos, 2011). Entre otras, una razón directa es que la exclusión social disminuye la competitividad de las ciudades, mientras que una mirada normativa argumenta que el acceso a oportunidades urbanas como salud o educación debe ser equitativo (Macário, 2014). En el caso de Chile los organismos oficiales se encuentran desarrollando nuevas metodologías para responder a diferentes desafíos, sin embargo, el de la equidad está aún pendiente¹.

No es posible responder adecuadamente al desafío anterior con la metodología de evaluación social de proyectos de transporte utilizada actualmente en Chile. En la práctica no se realizan análisis de equidad, ya que estos no son obligatorios ni tampoco existen guías para desempeñarlos. En el ámbito público existe buena voluntad para inclinarse por proyectos que parecen mejorar la situación de los grupos de menor ingreso, pero ello no es sistemático ni se encuentra en todas las agencias. Si bien se cuenta con un MCA, este no es lo suficientemente robusto ni influyente como para facilitar el diseño y la priorización en torno a una mayor equidad.

En este sentido, la metodología tradicional de CBA en sí misma tiene serias limitaciones para poder considerar efectos distributivos. Por definición, el método utilitario busca cancelar transferencias entre grupos y apuntar al bienestar general (Weisbrod et al, 2015). Asimismo, las herramientas de modelación de transporte en uso presentan sesgo socio-económico en el largo plazo. Si bien estas predicen adecuadamente los viajes futuros de acuerdo a los patrones de viaje actuales, se genera un sesgo inherente por apelar al corto plazo (Niehaus et al. 2015).

En barrios de bajos ingresos los residentes están modelados como categorías de usuario con baja tasa de generación de viajes y menor valor subjetivo del tiempo. Luego, si un proyecto se modela para mejorar sus tiempos de viajes, el beneficio será subvalorado con respecto a otro proyecto con similares mejoras en áreas de mayores ingresos. De esta forma, seleccionar proyectos sin un contrapeso de equidad podría contribuir a una triste profecía auto-cumplida, en la que se priva a grupos de menor ingreso de la movilidad para acceder a más y mejores oportunidades. En particular este problema tiene mayor efecto en contextos de segregación urbana.

Asimismo, no se debe olvidar uno de los principales argumentos para introducir WEI en general. Este postula que los incrementos en accesibilidad causan beneficios externos a viajeros, en consecuencia estos no son capturados en el excedente del consumidor de la metodología tradicional de ahorro de costos (Mackie et al. 2014).

¹ Según lo conversado en reunión Planificación y Desarrollo del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones

3. Construyendo medidas de accesibilidad en base a herramientas en uso

Existe la oportunidad de lograr una visión más amplia en la planificación de transporte por medio de la medición de accesibilidad. En este sentido, algunas ventajas propias de los indicadores en base a accesibilidad son que se pueden desacoplar de la demanda de viajes y que se encuentran localizados (Geurs y van Wee, 2004). En consecuencia, en el caso de la evaluación de un proyecto, sería posible comprender con mayor detalle cómo se distribuyen sus impactos en las poblaciones que afectan. Por ello, a continuación este trabajo usará accesibilidades modeladas en situaciones con y sin proyectos de transporte, para luego proponer formas cuantitativas de considerar el efecto en términos de equidad.

Martínez (1995) propuso una medición de accesibilidad a partir de factores de balance A_i y B_j modelos de entropía doblemente acotados (Fórmulas 1 y 2). Martínez (1995) definió la accesibilidad como una entidad económica estricta que se refleja en el valor del suelo. A diferencia de la metodología tradicional, esta medición de accesibilidad sí incorporaría los beneficios externos a los viajeros, en parte producto de economías de escala provocadas en los destinos visitados (efecto de aglomeración). Esta idea está bastante validada en la literatura de accesibilidad, en particular por su desarrollo teórico (Geurs y van Wee, 2004).

$$(1) \text{acc}_i = \frac{-1}{\beta} \ln(A_i) \quad (2) \text{patt}_j = \frac{-1}{\beta} \ln(B_j)$$

Sin embargo, en Niehaus et al. (2015) una aplicación usando ESTRAUS (De Cea et al. 2005) muestra que no es recomendable usar factores de balance para medir accesibilidad, como tampoco los costos generalizados del sub-modelo de distribución. Los resultados no son consistentes, no serían comparables entre diferentes corridas, su interpretación es compleja y sobretodo no es aconsejable su uso para construir indicadores de equidad. Esto lleva también a cuestionar el uso de este tipo de datos en el modelo MUSSA, donde el mismo Martínez les detecta una baja significancia en la localización (Martínez, 1996).

En cambio, es más común y conveniente utilizar directamente los tiempos de viaje que resultan de los modelos de transporte. La Fórmula 3 consiste en una variable de oportunidad E_j y una función de impedancia con respecto a los costos de viaje C_{ij} . El parámetro β_m representa sensibilidad, que se ajustará con el tiempo medio de viaje por modo (\bar{t}_m) a un nivel de impedancia de 0,5. En este caso se aplicará con respecto a lugares de empleo. En la Figura 4 se ilustra que estos componentes presentes en el destino j se suman con respecto a un origen i .

$$(3) \text{Employment Accessibility}_i = \sum_j E_j \exp(-\beta_m C_{ij}) \quad (4) \beta_m = \frac{\ln 0,5}{\bar{t}_m}$$

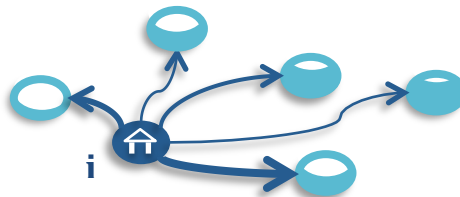


Figura 4. Representación de accesibilidad en i según nivel de oportunidad en el destino y facilidad de viaje

Este tipo de formulación tiene amplio uso y da flexibilidad según el potencial a medir (Ortúzar y Willumsen, 2011). Sus ventajas son múltiples, las más relevantes se mostrarán más adelante. No obstante, algunas se pueden apreciar de inmediato: interpretación y compatibilidad. Al utilizar en la variable C_{ij} los tiempos de viaje, acceso y/o espera, es posible comparar directamente entre zonas y escenarios el nivel de accesibilidad a los destinos de interés. Asimismo, esto hace posible compatibilidad entre diferentes *softwares* de transporte, como Saturn, Visum, entre otros.

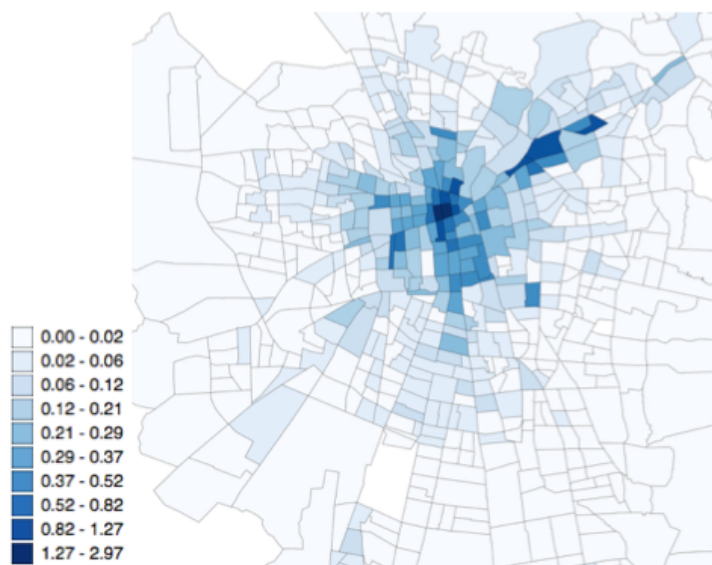


Figura 5. Densidad media de empleo en zonificación ESTRAUS (en base a SII, 2014)

En este caso, se utilizarán los resultados de corridas modeladas en ESTRAUS, junto a un set de datos de empleo como las oportunidades en cuestión (Figura 5). Particularmente, es posible aprovechar las variables de servicio que resultan del sub-modelo de asignación. Estas corresponden a los tiempos de viaje en el equilibrio que se entregan para cada escenario simulado

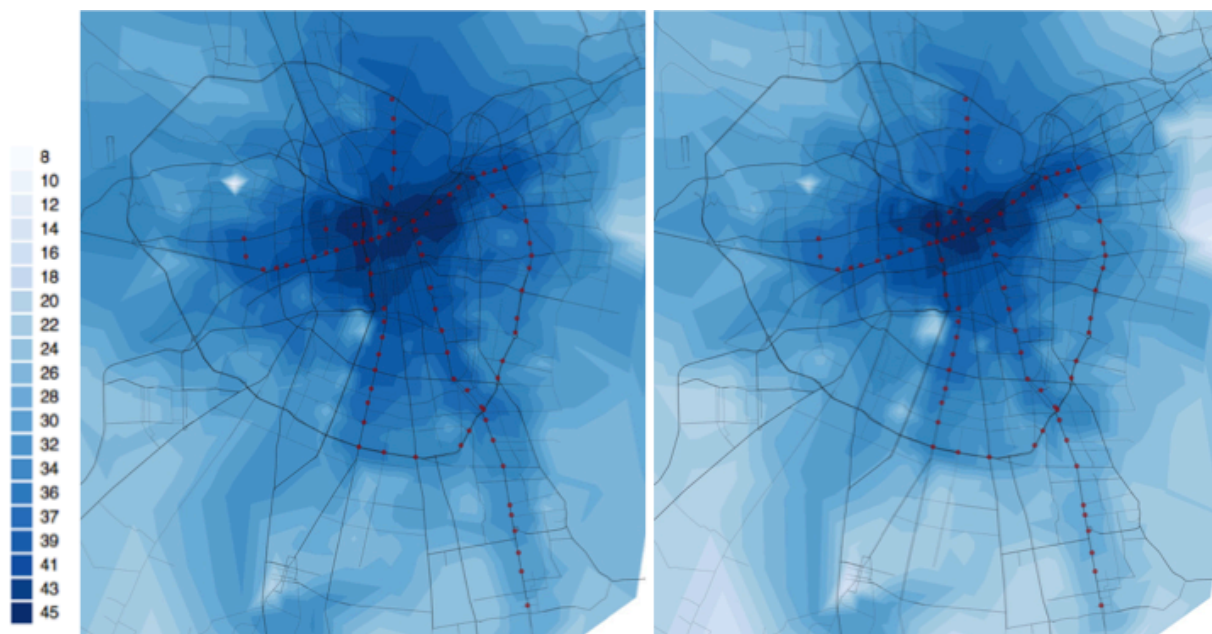


Figura 6. Accesibilidad del modo Transporte Público según ESTRAUS en situación base 2005 y 2010

4. Análisis de proyectos por sus mejoras en accesibilidad y equidad

En línea con lo anterior, se medirá la variación en accesibilidad en cada zona entre la situación base y con proyecto de transporte. Lo que viene a continuación son los resultados de la prueba de concepto, con la modelación en punta mañana de las extensiones de Metro de la Línea 5 a Maipú y la Línea 1 a Los Dominicos (SECTRA, 2006). Las Figuras 6 y 7 muestran los incrementos de accesibilidad calculada para los modos de transporte público y auto respectivamente. Se observan resultados consistentes en cuanto a su distribución y que consideran efectos sistémicos.



Figura 6. Mejoras de accesibilidad AM para t. público con extensiones L5 y L1 (en base a SECTRA, 2006)



Figura 7. Mejoras de accesibilidad AM para modo auto con extensiones L5 y L1 (en base a SECTRA, 2006)

Más ventajas de esta medición de accesibilidad son la consistencia, consideran congestión y no están sesgados en términos de equidad. Como parece intuitivo, la intensidad de las disminuciones de tiempo de viaje al trabajo se concentran cerca de las nuevas estaciones, en particular en sectores aledaños que contaban con peor accesibilidad. Al ser la punta mañana, se espera que este beneficio en el origen efectivamente corresponde a los residentes de cada zona. En este caso, al considerar la distribución de ingreso de la ciudad (Figura 2), es claro el importante y positivo impacto en equidad que tuvo la extensión de la L5 en contraposición a la L1.

No obstante, el bajo aporte a la equidad de acceso del segundo proyecto puede deberse en parte a los datos de empleo utilizados. La distribución de trabajos tomada desde el catastro de predios del SII (2014) considera metros construidos de oficina, industria, servicios públicos y comercio, pero se omite la distribución de empleos más informales. En este caso se omite empleos en casa particular y similares que cobran importancia en el sector oriente. Por ello, quienes tienen este destino desde el resto de Santiago no ven su accesibilidad incrementada por la extensión de la L1.

Sin embargo, estas consideraciones sí pueden ser resueltas con mejores datos disponibles y una utilización más amplia de la herramienta (Fórmula 3). En primer lugar, convendría reemplazar la distribución de oportunidades de empleo (E_j) por los destinos en las encuestas de movilidad, para el propósito trabajo. Esto permitiría tener un mejor proxy de la intensidad de oportunidades en cada zona e incluir el sector informal y particular. Asimismo, los escenarios futuros podrían incluir incrementos esperados en oportunidades (como empleo), utilizando cambios esperados en el uso de suelo y regresiones lineales similares a las usadas en los modelos de atracción para formular los vectores de destino.

En segundo lugar, conviene utilizar la herramienta para medir accesibilidad a otro tipo de oportunidades como salud y educación, fundamentales en términos de equidad. Asimismo, convendría considerar también el análisis de lo que sucede en periodo punta tarde, en el cual se apreciaría claramente la distribución del beneficio de aglomeración de los proyectos en zonas céntricas. Un desafío interesante sería buscar la forma apropiada para agregar las diferentes capas con incrementos de accesibilidad, sobretodo cuáles serían los pesos apropiados en términos de su impacto en equidad. Para esto una alternativa sería estudiar los efectos ex-post en la ciudad, por lo que es particularmente interesante seguir estudiando análisis ex-ante de proyectos de transporte ya implementados.

5. Indicadores de equidad para afinar diseños, priorizar proyectos y mejor planificación

Macário (2014) plantea que aún no existe un valor de mercado de la accesibilidad, a pesar de su desarrollo y amplitud conceptual y de que podría aportar ventajas adicionales en términos de consideración de la equidad. De acuerdo a lo discutido en la Conferencia Thredbo 14, existen aún bastantes dificultades para lograr su monetización. Es compleja por problemas de doble conteo de beneficios con respecto al ahorro de tiempos de viaje. Faltan formas de aislar las externalidades de aglomeración con respecto a incrementos del valor del suelo, además de prevenir sesgos socio-económicos de seguir una metodología en base a disposición al pago (Niehaus et al., 2015).

Sin embargo, la incorporación del análisis de equidad a la institucionalidad de evaluación social es urgente debido a lo analizado en el Apartado 2. A esto se suma que los proyectos de transporte público, cuya relevancia son de consenso en la política de transporte, verán cada vez más limitada su rentabilidad social porque importante de sus beneficios corresponden a WEI no monetizados.

En línea con lo anterior, Bruun y Givoni (2015) consideran primordial una mayor relevancia del MCA en su vinculación con el CBA, junto a métodos de modelación más transparentes y comprensivos. Por ello, a continuación se proponen algunos indicadores cuantitativos que podrían complementar las decisiones de evaluación social y planificación. El valor presente neto del CBA seguirá siendo un primer filtro mínimo, pero luego la priorización de proyectos podría basarse en indicadores con respecto a los WEI y en particular por el impacto de equidad.

En primer lugar, para la fase de diagnóstico y proposición de ideas de proyectos, algo que podría complementar el análisis es el mapa de inequidad de acceso propuesto en la Figura 8. Consiste en considerar conjuntamente la accesibilidad y el nivel de ingreso en cada zona de la ciudad, mediante la multiplicación de ambos previamente normalizados. Esto porque el enfoque de equidad requiere compensar a las personas según la desigualdades pre-existentes. Un buen proxy para esto es el ingreso per cápita, aunque podrían utilizarse también otras variables.

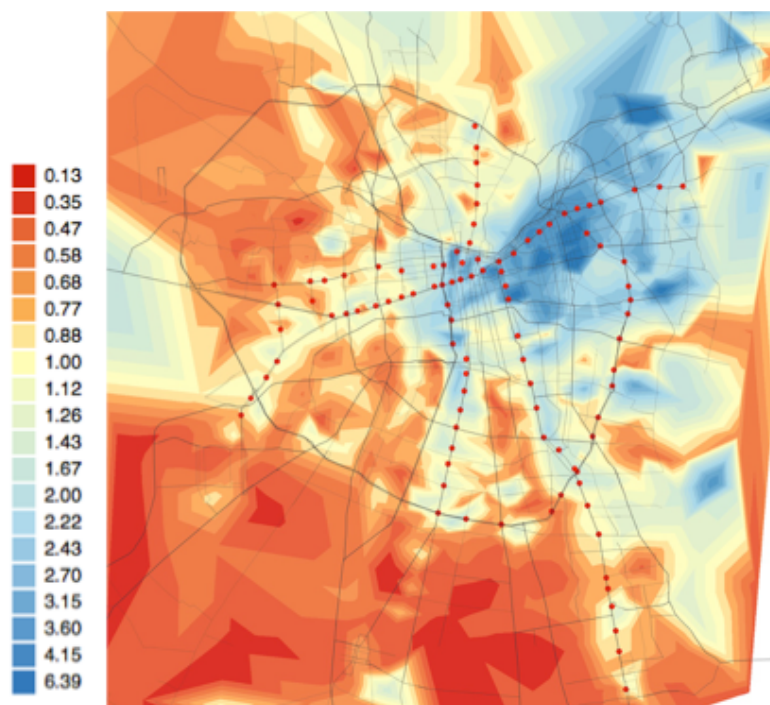


Figura 8. Mapa que muestra la inequidad de acceso promedio en la situación base 2010

En rojo se muestran las zonas con una peor accesibilidad y peor nivel de ingreso, en este caso habla de la población con mayor dificultad para acceder al empleo. Como se encuentran normalizados, las zonas amarillas con valor 1 se encuentran en la media con respecto a ambas variables. Mientras, las áreas de azul más intenso tienen en esta dimensión una ventaja de más de 6 veces la media, o casi 50 veces los grupos más desaventajados. Cabe notar que la accesibilidad es para la situación sin proyectos, por lo que incluso la L5 siguió un recorrido a través de sectores aventajados dentro de la zona poniente, probablemente por tratarse de avenidas principales.

En segundo lugar, la medición de accesibilidad podría aportar una mirada de equidad al proceso de diseño y análisis de las diferentes alternativas de proyecto. La Tabla 1 resume los resultados calculados hasta el momento para cada grupo socio-económico (GSE) presente en la calibración de ESTRAS (SECTRA, 2009). De esta manera, es posible cuantificar lo observado en mapas anteriores, la cuarta y quinta columna muestran un diagnóstico de la accesibilidad percibida por cada GSE en la situación sin proyecto. Asimismo, las últimas dos columnas dan cuenta de cómo se distribuyen los incrementos de accesibilidad promedio de las extensiones de L5 y L1.

Tabla 1. Comparación de resultados para cada grupo socio-económico

GSE	Hogares	Ingreso por persona (USD de 2002)	Promedios para el modo transporte público, AM año 2010			
			Nivel de acceso (Base)	Nivel inequidad de acceso (Base)	Extensión L5 Δ Acceso	Extensión L1 Δ Acceso
1	324,334	0 - 215	26.1	0.70	0.44	0.00
2	562,831	215 - 430	26.2	0.73	0.43	0.00
3	586,007	430 - 861	27.2	0.82	0.46	0.01
4	315,422	861 - 1,721	28.9	1.14	0.34	0.10
5	217,386	1,721 +	30.0	1.97	0.23	0.38

En la aplicación de estas herramientas, es poco probable que contar con esta información de manera clara hubiese implicado que las extensiones siguieran otro alineamiento, pero sí podría haber servido para proveer las estaciones con un diseño y equipamientos que respondieran a una mirada de equidad. De esta forma, las estaciones en sectores más desaventajados podrían haberse dotado de más equipamientos urbanos que aporten calidad de vida a esos barrios, ajustando los niveles de inversión en cada una. Con una mirada de planificación más integrada, se podría incluso aplicar políticas para fomentar puestos de empleo en estos sectores, entre otros proyectos.

En tercer lugar, en cuanto a la metodología de evaluación, la Tabla 2 muestra la formulación y el resultado de dos indicadores propuestos. Los denominados Indicador de Aporte a la Equidad de Acceso (AEA) podrían complementar la priorización de proyectos de manera cuantitativa. Cabe recordar que la aplicación hasta el momento es preliminar, un siguiente desarrollo debe mejorar los datos de oportunidades y calcular la accesibilidad en la punta tarde.

Tabla 2. Propuestas de indicadores de Aporte a la Equidad de Acceso (AEA)

Índice	Formulación	Resultado extensión L5 Maipú	Resultado extensión L1 Los Dominicos
AEA a Empleo 1	$\sum_{\text{GSE}} \frac{\Delta \text{ Acceso proyecto}_{\text{GSE}}}{\text{Nivel inequidad acceso}_{\text{GSE}}}$	2.20	0.30
AEA a Empleo 2	$\frac{\sum_1^3 \Delta \text{ Acceso proyecto}_{\text{GSE}} * \text{Hogares}_{\text{GSE}}}{\sum_4^5 \Delta \text{ Acceso proyecto}_{\text{GSE}} * \text{Hogares}_{\text{GSE}}}$	3.60	0.12

En ambos casos se busca formular un indicador que transmita el aporte de los proyectos a disminuir la inequidad de acceso entre las diferentes zonas, afectando a diversos grupos socio-económicos (GSE). En la primera formulación, se suman los incrementos de acceso para cada GSE compensado por su nivel en la inequidad de acceso (Figura 8), que cabe recordar que considera el promedio de ingreso. La segunda considera la cantidad de hogares y resulta más

extrema porque se consideran los incrementos en GSE altos como contraproducentes a la equidad. Cabe notar que la construcción misma de los GSE afectaría los resultados, por lo que es relevante una revisión de su agregación para luego proponer una estandarización adecuada.

En Chile los barrios de mayor vulnerabilidad tienen peor accesibilidad y sus residentes atraviesan por más barreras para interactuar en la ciudad, por lo que es consistente que los indicadores estén diseñados para favorecerlos. Asimismo, queda pendiente calcular y analizar indicadores como un Gini de acceso con curvas de Lorenz o los conocidos *Dissimilarity and Isolation Indexes*.

Por último, otras aplicaciones interesantes para la institucionalidad de evaluación tienen que ver, por un lado, con detectar y anticiparse a posibles problemas de gentrificación. De esta forma, sería posible diseñar políticas para que los residentes de menores ingresos efectivamente sean beneficiados y en el caso que arrienden no sean desplazados. Por otro lado, siguiendo las ideas de Stewart (2015), sería posible que estos mapas de accesibilidad sean una herramienta útil para procesos de participación, en que los beneficiarios podrían ver cómo las diferentes alternativas de proyecto los favorecerían potencialmente y dar retroalimentación mejor informada.

5. Conclusiones y desafíos

Chile destaca dentro de Latinoamérica por tener de las primeras y más robustas institucionalidades para llevar a cabo una evaluación social sistemática de proyectos (Tanzi, 2005). Sin embargo, es necesaria la incorporación de un análisis de equidad para mejorar los procesos de dado el contexto de segregación urbana presente en nuestras ciudades. Existe una oportunidad de realizarlo en el corto plazo mediante MCA similares a los que existen en el resto del mundo. La Figura 9 resume los aportes que podrían hacer las herramientas propuestas basadas en accesibilidad, en cada una de las etapas de una evaluación social de proyectos de transporte.

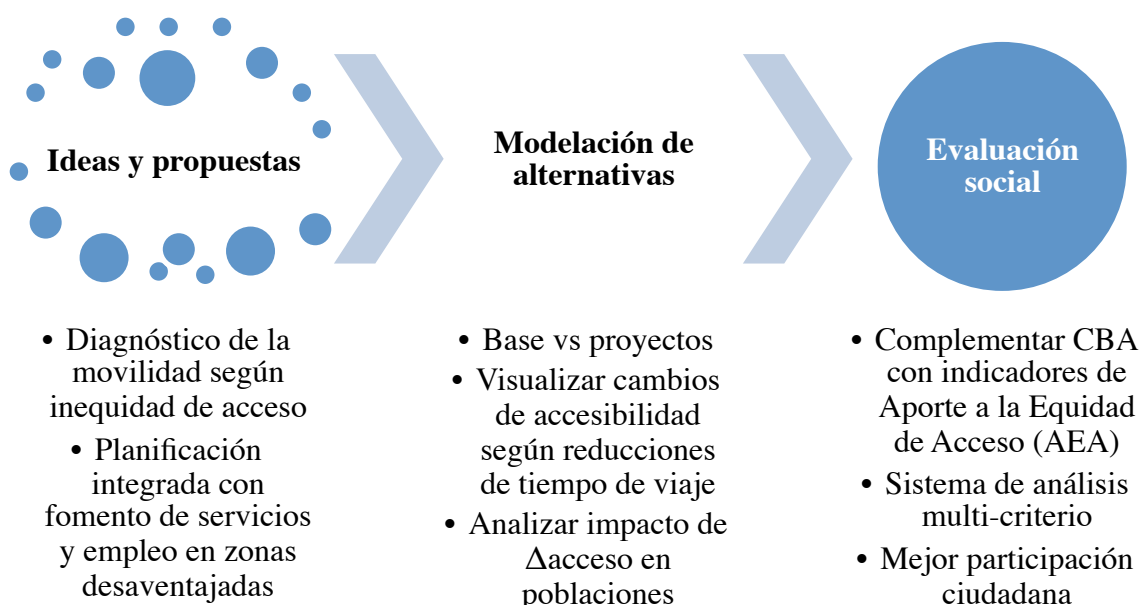


Figura 9. Esquema de resumen sobre posibles aportes de la medida de accesibilidad y equidad propuestas

En particular, como resultado de este documento se muestra el avance de una metodología para calcular la accesibilidad en base a las variables de servicio (tiempo de viaje) para escenarios futuros modelados con *software* de transporte. Su análisis debiera hacer un aporte complementario positivo al CBA, especialmente en términos de brindar facilidad para construir indicadores de equidad relevantes.

Se recomienda seguir profundizando la metodología, por un lado con mejores datos. En ese sentido, dos desafíos claros son respecto a la distribución de oportunidades en cada propósito y también revisar la agregación de la población. Por otro lado, un próximo paso es agregar más proyectos para calcular su accesibilidad y revisar más indicadores de equidad de manera sistemática. Este análisis podría ser particularmente interesante sumando estudios de efectos *ex-post* de las iniciativas.

La labor descrita se enmarca en una tesis de postgrado centrada en los pasos ya descritos. Futuras colaboraciones podrían aprovechar conceptos interdisciplinarios para buscar implementar en la política pública herramientas similares mejoradas. Con esto se estarían dando pasos para acercar la visión de transporte con la de planificación urbana, sumando una consideración de equidad con mayor profundidad. La expectativa es que este enfoque beneficie proyectos que acerquen de mejor manera los servicios urbanos a las personas, sobre todo en barrios con peor accesibilidad y condiciones de marginación.

Referencias

- Bruun, E., Givoni, M. (2015) Six research routes to steer transport policy. **Nature**, 523, 29-31.
- De Cea, J., Fernández, E., Dekock, V., Soto, A. (2005) Solving network equilibrium problems on multimodal urban transportation networks with multiple user classes. **Transport Reviews**, 25(3), 293-317.
- Dix, M. (2015) Transport for London and the Crossrail 2 project. **International Conference Series on Competition and Ownership in Land Passenger Transport** (Thredbo). Santiago, Chile, August 29 – September 4, 2015.
- Du, H. and Mulley, C. (2012) Understanding spatial variations in the impact of accessibility on land value using geographically weighted regression. **The Journal of Transport and Land Use**, 5(2), 46-59.
- Geurs, K.T and van Wee, B. (2004) Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. **Journal of Transport Geography**, 12, 127-140.
- Hansen, W.G. (1959) How accessibility shapes land use. **Journal of the American Institute of Planners**, 25(2), 73-76.
- Hurtubia, R. (2014) Un indicador de accesibilidad para evaluar la localización de proyectos de vivienda social. **International Conference Uneven Mobilities Conference**. Santiago, Chile.

October 13-15, 2014.

Macário, R. (2014) Access as a social good and as an economic good: is there a need of paradigm shift? In Sclar, E.D., Lönnroth, M. and Wolmar, C. (Eds.), **Urban Access for the 21st Century: Finance and Governance Models for Transport Infrastructure**. Routledge, Taylor & Francis Group, New York, 87-115.

Mackie, P., Worsley, T. and Eliasson, J. (2014) Transport appraisal revisited. **Research in Transportation Economics**, 47, 3-18.

Martínez, F. (1995) Access: The transport-land use economic link. **Transportation Research Part B: Methodological**, 29(6), 457-470.

Martínez, F. (1996) MUSSA: land use model for Santiago city. **Transportation Research Record**, 1552, 126-134.

Martínez, F., Araya, C. (2000) Transport and Land Use Benefits under Location Externalities. **Environment and Planning A**, 32(9), 1611-1624.

Mulley, C. and Walters, J. (2014) Thredbo Workshop 7 Report: Innovative finance for innovative public transport. **Research in Transportation Economics**, 48, 389-392.

Niehaus, M., Galilea, P. and Hurtubia, R. (2015) Accessibility and equity indicators: approach for wider transport project assessment in Chile. **International Conference Series on Competition and Ownership in Land Passenger Transport** (Thredbo). Santiago, Chile, August 29 – September 4, 2015.

Ortúzar, J.d.D. and Willumsen, L.G. (2011) **Modelling transport** (4th edition). West Sussex: John Wiley & Sons, (Chapter 4).

Sabatini F., Wormald G., Sierralta C. and Peters P.A. (2009) Residential Segregation in Santiago: Scale-related effects and trends, 1992-2002. In B.R. Roberts and R.H. Wilson (Eds.), **Urban segregation and governance in the Americas** (pp. 121-143), London: Palgrave Macmillan.

SECTRA (2006) Análisis modernización transporte público, VII etapa, orden de trabajo N°3. Report by Fernández & De Cea Ingenieros. Santiago: Biblioteca de SECTRA.

SECTRA (2009) Análisis y Seguimiento de Planes de Desarrollo 2006-2012, orden de trabajo N°4. Report by CIS Asociados Consultores en Transporte and Trasa Ingeniería. Santiago: Biblioteca de SECTRA.

SECTRA (2015) Actualización y recolección de información del sistema de transporte urbano, IX Etapa: Encuesta Origen Destino Santiago 2012. Report by Observatorio Social, Universidad Alberto Hurtado. Santiago: Biblioteca de SECTRA. Available at: <http://datos.gob.cl/datasets/ver/31616> [Accessed March 20, 2015].

SII (2014) Database: Cadastre of land property of Santiago 2013. Santiago: Transparencia del Servicio de Impuestos Internos.

Stewart, A. and Zegras, C. (2015) CoAXs: interactive mapping for measuring and communicating transit's accessibility impacts to support co-creative planning. **International Conference Series on Competition and Ownership in Land Passenger Transport** (Thredbo). Santiago, Chile, August 29 – September 4, 2015.

Shirahige, M., Correa, J. (2015) La desigualdad en el acceso al transporte público en el área metropolitana de Santiago: Análisis mediante la aplicación del modelo PTAL en campamentos y villas de blocks. **Revista CIS**, 18, 55-88.

Tanzi, V., 2005. Building regional infrastructure in Latin America. Inter-American Development Bank, INTAL-ITD, working paper SITI nr 10.

The World Bank (2011) Datos: Índice de Gini. Available at: <http://datos.bancomundial.org/indicador/SI.POV.GINI> [Accessed June 22, 2015].

Thomopoulos, N., Grant-Muller, S. and Tight, M.R. (2009) Incorporating equity considerations in transport infrastructure evaluation: Current practice and a proposed methodology. **Evaluation and Program Planning**, 32, 351-359.

Vasconcellos, E.A. (2011) Chapter 12: Equity evaluation of urban transport. In Dimitriou, T. and Gakenheimer, R. (eds.) **Urban Transport in the Developing World: A Handbook of Policy and Practice**. Edward Elgar Publishing, London.

Weisbrod, G., Mulley, C. and Hensher, D. (2015) Recognising the complementary contributions of cost benefit analysis and economic impact analysis to an understanding of the worth of public transport investment: A case study of bus rapid transit in Sydney, Australia. **International Conference Series on Competition and Ownership in Land Passenger Transport** (Thredbo). Santiago, Chile, August 29 – September 4, 2015.

Williams, H.C.W.L. (1976) Travel demand models, duality relations and user benefit analysis. **Journal of Regional Science**, 16(2), 147-165.