Fondo sectorial de investigación a partir de datos 2018.

Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) – Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM)

El transporte público urbano y la accesibilidad a las oportunidades laborales en Montevideo (Proyecto FSDA_1_2017_1_143161)

Informe final – Junio, 2019

Equipo de investigación:

Diego Hernández (responsable científico)

Martín Hansz

Renzo Massobrio

Joselina Davyt

Tabla de contenidos

1. Introducción 2

2. Marco conceptual 4
   2.1. Movilidad, accesibilidad y su relación con el bienestar 4
   2.2. Accesibilidad y desempleo en el contexto urbano 5

3. Aspectos metodológicos 9
   3.1. Estrategia metodológica 9
   3.2. Cálculo de indicadores de accesibilidad territorial al empleo 9
      3.2.1. Localización de las oportunidades laborales 9
      3.2.2. Matriz de tiempos de viaje 12
      3.2.3. Indicadores de accesibilidad 21
   3.3. El rol de la accesibilidad territorial para explicar el desempleo urbano: modelo empírico 23

4. Resultados 27
   4.1. Análisis descriptivo de la accesibilidad territorial al empleo 27
   4.2. Resultados de la modelización econométrica 34

5. Consideraciones finales 37

6. Referencias 41

Anexo 1. Capturas de pantalla herramienta de visualización de resultados 44

1. Introducción

La condición laboral está íntimamente ligada, entre otras cosas, a la formación de una persona, su extracción social, sus redes sociales y hasta la suerte. Sin embargo, existe una dimensión que muchas veces se da por sentada: la accesibilidad territorial a las oportunidades laborales, cuya influencia va desde la imposición de mayores costos económicos, temporales y personales hasta la directa exclusión de una actividad central para la integración de la vida en sociedad de un individuo. Dicha influencia se manifiesta no solamente cuando la persona efectivamente va a trabajar, sino que también cuando busca trabajo o, en los escenarios más graves, cuando deja de hacerlo por incapacidad para desplazarse. De la misma forma, puede suceder que aquellos individuos anclados espacialmente en territorios pobres en oportunidades laborales y sin capacidad para desplazarse a zonas más lejanas, deban conformarse con arreglos informales o precarios en términos de estabilidad, ingresos y protección social.

A su vez, la forma en que operan estos mecanismos no es neutral a los distintos grupos sociales, imponiendo lógicas diferenciales de exclusión dependiendo de rasgos como género o clase social. Es por esto que la discusión sobre transporte y movilidad se vuelve central para entender la desigualdad urbana en general y la del mercado laboral en particular. Es allí donde este proyecto encuentra su principal problema a abordar: comprender de qué forma el transporte público facilita u obstaculiza la accesibilidad a las oportunidades laborales en Montevideo y bajo qué parámetros se distribuyen esos obstáculos o facilitadores. Para cumplir con este objetivo, en el proyecto se desarrollan medidas descriptivas que permiten dar cuenta de la distribución de la accesibilidad entre distintos grupos de población. Con esta descripción es posible comprender lógicas de acceso y desigualdad que de alguna forma dejan establecida una potencial relación causal entre el desempeño laboral y la accesibilidad. Para avanzar en ésta última, en el proyecto se desarrolla un modelo econométrico que permite testear el efecto de la accesibilidad sobre la probabilidad de estar desempleado luego de controlar por un conjunto de variables que tradicionalmente explican el empleo urbano.

El proyecto se ubica en una discusión conceptual general que subraya el rol protagónico de la capacidad de acceso físico a las actividades para poder acceder a un conjunto de servicios y oportunidades como la salud, el trabajo y la educación. Este marco general parte de un supuesto que, en su versión más extrema, asume que cuanto mayores sean dichos obstáculos, el derecho al acceso a ellos también se ve comprometido (Ascher 2005; Hernandez 2017; Lucas, Wee, y Maat 2016). Así, por ejemplo, obstáculos en la accesibilidad a las oportunidades laborales resentirán el acceso a ellas –afectando la calidad del trabajo y el proceso de búsqueda- por lo que indirectamente afecta el derecho al trabajo. Lo mismo se podría decir de otro tipo de oportunidades más básicas como las de salud o educación u otras que forman parte de la participación de un individuo en la vida en sociedad como, por ejemplo, el esparcimiento o la participación en redes sociales. Por este

motivo buena parte de la discusión general se ubica en los estudios sobre transporte y pobreza o transporte y exclusión social.

En este sentido, la investigación cuyos resultados se presentan en este informe contribuye a un área del conocimiento poco abordada a nivel nacional, mediante un enfoque centrado en el análisis de la potencialidad del transporte público para mejorar la accesibilidad al empleo en Montevideo. Más allá de antecedentes puntuales desde un enfoque descriptivo (Hernandez 2017; Hernández 2012b), se presentan medidas con mayor nivel de sofisticación que mejoran dicha medición. Asimismo, la incorporación de un modelo explicativo para testear el rol de la accesibilidad territorial en la probabilidad de ser desempleado constituye un avance novedoso en sí mismo no solo a nivel nacional sino que también en el contexto regional. Estas contribuciones trascienden el campo del transporte y la movilidad y permiten avanzar –desde el estudio de la accesibilidad a oportunidades laborales- a la comprensión de lógicas territoriales de desigualdad y equidad que trascienden el empleo como tal. En términos generales, este estudio aporta una reflexión novedosa a la literatura de estudios urbanos en particular así como la de desigualdad y vulnerabilidad en general.

El informe se estructura en 5 secciones. En la siguiente sección se define el enmarque conceptual y expone las principales referencias teóricas en relación a la accesibilidad territorial y el desempleo urbano, así como los antecedentes relacionados al problema de investigación. En la tercera sección se describen los aspectos metodológicos y operativos que permitieron concretar los objetivos del proyecto, en particular lo relacionado a la elaboración de matrices de tiempos, medidas de accesibilidad y modelo econométrico. La cuarta sección desarrolla los hallazgos obtenidos en materia de accesibilidad territorial a las oportunidades laborales. En esta sección se desarrolla en primer lugar un conjunto de estadísticos descriptivos sintéticos y de distribución que permite conocer el estado de la accesibilidad en la ciudad. Posteriormente se presentan los resultados del modelo econométrico que habilita concluir sobre el papel de la accesibilidad en el desempeño laboral de las personas. En la última sección se destacan los principales hallazgos y se revisita la evidencia empírica bajo la mirada conceptual y de las preguntas de investigación del proyecto.

2. Marco conceptual

2.1. Movilidad, accesibilidad y su relación con el bienestar

Esta investigación se inscribe en la literatura que reconoce que las facilidades de acceso al transporte público, así como las conexiones que el mismo provee, representan aspectos fundamentales en el bienestar de una sociedad. Ésta pone mayor énfasis en los rasgos socioeconómicos de los individuos que actúan sobre la movilidad así como en rol de la red de transporte público y su cobertura. Estos estudios se inscriben en una literatura más general sobre transporte y estudios urbanos, en particular en la discusión sobre transporte público y exclusión social o bienestar (ver, por ejemplo, Kaufmann 2002; Lucas 2012; Cass, Shove, y Urry 2005; Urry 2007; Church, Frost, y Sullivan 2000; Grieco 2003; Currie 2010). Desde el punto de vista conceptual, esta línea de estudios –con una tradición relevante especialmente en los países industrializados- encuentra su punto de partida en la consideración de la movilidad social y la movilidad espacial de forma simultánea (Kaufmann, Bergman, y Joye 2004; Kaufmann 2011; Gutierrez 2012). Esto es, que la interacción entre estos dos elementos es uno de los determinantes del nivel de bienestar y calidad de vida de los ciudadanos.

Trascendiendo la descripción más abstracta de este enfoque, uno de sus rasgos identitarios en términos de agenda de investigación, y que inscribe a este proyecto dentro de sus límites, es el énfasis en la movilidad potencial de las personas. Los desplazamientos observados de una persona son un dato fundamental: conocer cuántas veces se mueve en el día, por cuánto tiempo y con qué propósitos, es central para el estudio de la calidad de vida de las personas. Pero ello no cuenta la historia completa sobre la relación entre movilidad urbana y bienestar, en tanto no agota la siguiente pregunta clave: las personas ¿pueden o no superar las distancias geográficas para satisfacer sus necesidades o deseos? (Miralles-Guasch 2006; Gutierrez 2012; Cebollada 2008; Hernández 2012a). La movilidad potencial es denominada de diversas formas en esta literatura, conociéndose como movilidad a secas, motilidad, accesibilidad, acceso o vulnerabilidad por transporte (o *transport disadvantage,* en su original anglosajón) (ver Kaufmann, Bergman, y Joye 2004; Cass, Shove, y Urry 2005; Urry 2007; Hernández 2012a; Hansz, Hernández, y Rubinstein da Silva 2018)

El concepto operativo que hasta el momento ha sido más exitoso para capturar esta complejidad proviene de la geografía y es conocido como accesibilidad territorial. Cuenta con varias décadas desde sus primeros pasos (Hansen 1959) y es el de mayor difusión. Esta noción integra simultáneamente la forma urbana (localización de hogares y oportunidades urbanas), el sistema de movilidad (red de transporte público, transporte privado y caminata) y algunas características individuales que definen una población de interés (ver Currie y Delbosc 2011). Ello implica considerar al mismo tiempo el conjunto de oportunidades en relación a la localización de las personas, lo que resulta en un recurso muy valioso para considerar aspectos estructurales que no están bajo control de los individuos (claramente la provisión de transporte público).

Generalmente, los estudios de este tipo cumplen un rol diagnóstico o descriptivo y de estudio de la equidad, incluyen varios tipos de actividades, especialmente oportunidades laborales pero también educativas, de salud o incluso de áreas verdes. Permiten determinar claramente los componentes de la accesibilidad, sus fuentes de obstáculos y la forma en que se distribuyen tanto los niveles de accesibilidad como dichos obstáculos. De esta forma es posible obtener escenarios precisos en materia de distribución y equidad, al tiempo en que implícitamente se asumen estas distribuciones como fuente de privación de oportunidades como, por ejemplo, las laborales. Son menos frecuentes los estudios que desarrollan teorías que intentan testear dicha implicancia o causación descriptiva que sugieren los estudios. En otras palabras, es claro a priori que la accesibliidad incide en –por ejemplo- el desempeño laboral. No obstante, es escasa la evidencia que lo corrobore de forma explícita así como el desarrollo teórico que construya un argumento en ese sentido. Para ello, resulta útil repasar otros estudios –enmarcados en la literatura recién reseñada- y a la vez ir más allá para tomar desde la economía urbana algunos elementos que permitan desarrollar un argumento. A continuación se aborda justamente este cometido, profundizando aspectos conceptuales sobre la accesibilidad territorial y su vínculo con la pobreza y exclusión y, al mismo tiempo, presentando los argumentos y mecanismos a través de los cuales afectaría la performance laboral de un individuo.

2.2. Accesibilidad y desempleo en el contexto urbano

Es principalmente en la disciplina económica donde se ubica la discusión sobre el fenómeno del desempleo. Dentro de ella existen una multiplicidad de corrientes teóricas que postulan varios factores explicativos y argumentos para responder a la pregunta de por qué existe el desempleo. Más allá de esta variedad, uno de los rasgos de los enfoques tradicionales es que no suelen incluir aspectos espaciales entre los factores explicativos más significativos. En efecto, el espacio no ha estado presente en buena parte de los esfuerzos explicativos de la literatura especializada. (Dujardin, Selod, y Thomas 2008).

No obstante, algunos estudios desde la economía, y con mayor énfasis desde disciplinas como la geografía humana, han prestado más atención al rol del espacio. Generalmente, la literatura que relaciona el desempleo urbano con la dimensión espacial hace referencia a la desconexión física con los mercados de trabajo y su efecto sobre el proceso de búsqueda y acceso al empleo. En relación a esta desconexión, se destaca el trabajo seminal de Kain (1968) que postuló la "spatial mismatch hypothesis" [1]. Concretamente el autor postula la deslocalización de las principales ofertas laborales a partir de la suburbanización de las oportunidades laborales en sectores de menor calificación como, por ejemplo, el de servicios (ver J. Kain 1992; Gobillon, Selod, y Zenou 2007). Más allá del aporte clásico surgido desde la escuela del spatial mismatch, algunos estudios también analizan –en la misma línea- el efecto de las distancias y los tiempos de viaje sobre la performance

[1] Existe otro tipo de desajuste que tiene que ver con las habilidades y capacidades de los buscadores de trabajo y demandas por los empleadores (*skills mismatch*). El desajuste espacial y el desajuste en habilidades se refuerzan (ej. una persona con bajas habilidades consigue empleos con baja remuneración, tiende a vivir en zonas alejadas y con baja accesibilidad) y explican conjuntamente la distribución espacial del desempleo (Houston 2005).

de los individuos en el mercado laboral, como el tiempo de búsqueda y la duración en el desempleo (ej. Wasmer y Zenou 2006; Zax y Kain 1996; Zenou 2002; Pissarides 2011; Andersson et al. 2018; Détang-Dessendre y Gaigné 2009; Rogers 1997).

Esta línea de la literatura ha enriquecido el estudio del fenómeno del desempleo urbano a partir de la incorporación de la dimensión espacial para su comprensión. Una de las limitaciones que se podrían nombrar tiene que ver con una percepción algo más estática de los rasgos socioeconómicos y del fenómeno de la distancia. En buena medida tiene que ver con la consideración de minorías excluidas concentradas fruto del objetivo de entender de qué forma se despliega el clivaje racial en Estados Unidos. Esto es un elemento significativo para comprender la realidad latinoamericana, en la que la prevalencia del transporte público y la aun baja dependencia de la motorización individual requieren una mirada que trasciende la lógica de la díada excluidos-integrados sobre la que se construye buena parte de la teoría reseñada (Hernández 2012a).

Diversos estudios, con enfoques metodológicos similares a los aquí planteados, han abordado el análisis de la situación ocupacional de individuos contemplando variables relativas a la provisión de transporte y niveles de accesibilidad territorial en diferentes ciudades del mundo. Los enfoques y metodologías empíricas generalmente utilizadas relacionan una medida de resultado del mercado de trabajo con otra medida de acceso al trabajo, controlado generalmente por variables individuales y contextuales, arrojando evidencia de que un insuficiente acceso territorial por medio del transporte empeora las condiciones laborales, confirmándose la hipótesis de desajuste espacial. En efecto, parte de la literatura sobre el mercado laboral nos enseña que uno de los requisitos para mejorar las condiciones de empleabilidad es el éxito en la búsqueda de empleo.

Se podrían identificar dos grandes abordajes de la problemática: a nivel agregado y a nivel individual (Johnson, Ercolani, y Mackie 2017; Páez y Scott 2004). El primer abordaje, toma como unidad de análisis porciones del territorio sobre las cuales calcula atributos de accesibilidad. En este sentido, se intenta relacionar tasas ocupacionales por zona con la accesibilidad de cada zona (Johnson, Ercolani, y Mackie 2017; Gibbons et al. 2012; Sanchez 1999; Patacchini y Zenou 2005), siendo ésta última la unidad de análisis que utilizan los modelos.

En el segundo abordaje la unidad de análisis es el individuo, y tiene como objetivo principal determinar el efecto de la accesibilidad sobre la probabilidad de que éste se encuentre en algún estado de situación ocupacional. Es bajo este segundo tipo de abordaje que el artículo pone su foco, y tiene así como principales antecedentes, aquellos estudios en los cuales se intenta explicar cómo los niveles de accesibilidad territorial a los mercados laborales impacta sobre las condiciones de empleo de los individuos. Intentando cuantificar por ejemplo el impacto sobre la condición de estar ocupado o no, el tipo de empleo, la condición de formalidad/informalidad, los niveles salariales, la duración de la búsqueda, entre otros (Yi 2006; Kawabata 2003; Ong y Houston 2002; Boisjoly, Moreno-Monroy, y El-Geneidy 2017; Sanchez 1999; Carlsson, Reshid, y Rooth 2018).

En relación a los resultados obtenidos en los estudios bajo este segundo enfoque, se destaca en primer lugar la efectiva existencia de una asociación entre la accesibilidad territorial a las oportunidades de empleo y el desempeño de los individuos en el mercado laboral. Concretamente, los artículos que constituyen antecedentes para este proyecto ponen de manifiesto diversos

resultados, como por ejemplo que los niveles de accesibilidad son un determinante en las condiciones de empleo a nivel individual (por ejemplo, Sanchez 1999), y en algunos casos más importante para los empleados part time (Yi 2006). En otro orden, Kawabata (2003) identifica que la accesibilidad juega un rol más importante en la situación ocupacional de las personas en extensas áreas y altamente dependientes de la movilidad por transporte privado, que en ciudades más compactas y con buen sistema de transporte público. Sánchez (1999), por su parte, encuentra que la desigualdad de ingresos en diferentes áreas metropolitanas de EE.UU, calculada por el índice de Gini, es influenciada por la oferta de transporte público. En cuanto al desempeño de los individuos en el mercado formal o informal, Boisjoly et al. (2017), obtienen que hay un efecto positivo de la accesibilidad sobre la probabilidad de empleo para aquellos individuos que ganan menos del salario mínimo, no siendo así para los trabajadores informales ganando un salario mayor del mínimo, aunque sí importa la tenencia o no de un vehículo privado.

Los estudios reseñados dan cuenta entonces de la efectiva existencia de una asociación entre la accesibilidad territorial y las probabilidades de estar desempleado. ¿Qué factores explican esta relación? Uno de los aspectos centrales tiene que ver con la existencia de asimetrías entre trabajadores y empleadores, que no se encuentran, lo que impacta en la permanencia en el desempleo para algunas personas, resultando en una situación de equilibrio en la que coexisten trabajadores desempleados y vacantes abiertas (Pissarides 2011). El énfasis está puesto en el distanciamiento físico y las dificultades de acceso dentro de una ciudad y su rol en el flujo de información y los costos de desplazamiento, y por lo tanto en la búsqueda de empleo (ver por ejemplo Andersson et al., 2018; Détang-Dessendre and Gaigné, 2009; Rogers, 1997). La dimensión territorial reflejada en la medida de accesibilidad está dando cuenta de la fricción que sufren los individuos para llegar a las oportunidades laborales, pero también a, por ejemplo, la información sobre ellas.

Teniendo en cuenta estas consideraciones relacionadas a la asimetría y la fricción, se podrían identificar tres mecanismos principales que relacionan la accesibilidad –fruto de la forma urbana, el sistema de movilidad y atributos individuales- con la probabilidad de estar desempleado: mecanismos de la oferta laboral, de la demanda y de las redes sociales (Gobillon, Selod, y Zenou 2007). En efecto, en la misma línea que los hallazgos de la literatura sobre la deslocalización de oportunidades, los estudios sobre accesibilidad y desempeño laboral encuentran evidencia de que la distancia y los tiempos de viaje afectan negativamente la eficacia de la búsqueda de empleo. Esto se debe a que la distancia afecta el flujo de información entre unidades espaciales y hacen más costosa la movilidad, imponiéndose fricciones en la búsqueda de empleo. Esto a su vez reduce el menú de oportunidades potencialmente accesibles, principalmente para individuos que residen en zonas alejadas y más vulnerables. Esto aumenta el costo de aceptar oportunidades poco accesibles y, al mismo tiempo, aumenta los costos de la propia búsqueda que podría perder intensidad. El mecanismo que opera para la búsqueda de empleo también podría ser extrapolado a la permanencia en un empleo poco accesible y las chances –y costos- de mantenerlo. De la misma forma, la accesibilidad reducida podría impactar en la diversidad y calidad de la información sobre oportunidades que se pueden alcanzar.

Para finalizar, hay que tener en cuenta que estos mecanismos a través de los cuales la accesibilidad impacta en el desempeño laboral pueden operar en combinación con otro atributo de la forma urbana que es la segmentación residencial. Especialmente en lo referente a la calidad de información y bienes que circulan en las redes de reciprocidad existentes en un territorio determinado. El impacto de la segregación residencial está vinculado al efecto del territorio cercano o entorno residencial del individuo. En términos empíricos, se traduciría en que, por ejemplo, un individuo que vive en un barrio de contexto social vulnerable y de composición homogénea, donde prevalece la informalidad y empleos precarios, tendría mayor probabilidad de estar desempleado o de participar de forma deficitaria en el mercado laboral (p.e. informalidad, subempleo, etc). Este tema ha sido ampliamente discutido desde diversas perspectivas en la literatura, la que lo rescata como uno de los elementos relevantes en la producción de inequidad urbana (Kaztman 2010; Wilson 1998). A los efectos de conocer el efecto de la accesibilidad, será necesario en términos empíricos controlar por alguna característica que dé cuenta de rasgos del territorio del individuo. Esto porque, si bien es muy frecuente que segmentación y baja accesibilidad se den simultáneamente –poblaciones pobres segregadas viviendo en las periferias urbanas- esto no es necesariamente así en todos los casos.

3. Aspectos metodológicos

3.1.Estrategia metodológica

A los efectos de responder a las preguntas de investigación, se planteó una metodología que se presenta en dos grandes niveles: un de carácter descriptivo y otro de carácter explicativo. De este modo, en un primer nivel se abordan los componentes que derivan en el desarrollo de un indicador de accesibilidad basado en oportunidades acumuladas, el cual permite analizar la accesibilidad territorial por transporte público a las oportunidades laborales en Montevideo, tanto a nivel del territorio como de individuos. Luego de obtenido dicho indicador, si intenta responder a la pregunta acerca de si la accesibilidad territorial por transporte público a las oportunidades laborales tiene un impacto sobre la probabilidad de que un individuo se encuentre desempleado. En las siguientes subsecciones se desarrolla la metodología.

3.2.Cálculo de indicadores de accesibilidad territorial al empleo

Si bien existen en la literatura una variada gama de indicadores que intentan medir accesibilidad territorial, a los efectos de este estudio se optó por utilizar un indicador basado en oportunidades acumuladas. Es decir, la accesibilidad laboral es el resultado de la cantidad de oportunidades laborales que un individuo "tiene disponibles" en un área del territorio urbana "alcanzable", considerando en este caso el tiempo de viaje por transporte público.

El desarrollo de estos indicadores requiere poder contar con insumos que permitan por un lado poder localizar las oportunidades laborales en el territorio y, por otro lado, calcular tiempos de viaje entre zonas. Luego, defiendo un umbral de tiempo de viaje "deseable" por modo de transporte o considerando una función de impedancia que penalice aquellas oportunidades que se encuentran más alejadas en el territorio, se construye el indicador de accesibilidad.

Los siguientes puntos abordan más detalladamente estos elementos de la metodología para la construcción de indicadores de accesibilidad territorial.

3.2.1. Localización de las oportunidades laborales

La localización de oportunidades laborales no es una medida directa. Es más, no es posible observar dónde se encuentran las oportunidades laborales disponibles para cada individuo. La forma de aproximarse a una estimación, lo cual a su vez es ampliamente utilizado en la literatura, es a través de la localización de puestos de trabajo, en particular de aquellos que son potencialmente localizables. Es decir, aquellos que son efectuados en un determinado lugar fijo, como puede ser el empleo en una oficina, industria o comercio.

Por lo tanto, la localización de oportunidades laborales aporta principalmente una aproximación a la localización de áreas más o menos dinámicas de una ciudad y no tanto al número de empleos "accesibles" por una zona o individuo, aunque esto no le quita validez al indicador.

Tomando en cuenta estas consideraciones se exploraron diversas alternativas para desarrollar la tarea de localizar puestos de trabajo en la ciudad. Dentro de ellas, la que representaba el escenario de máxima para este proyecto consistía en "cruzar" información de clientes no residenciales de UTE localizados en el espacio -y los cuales era posible atribuirle una rama industrial- con información del Registro Permanente de Actividades Económicas (RPAE) del INE. El cruce de bases estaba pensado realizarse a partir de los números de RUT para conocer específicamente la cantidad de personal ocupado por unidad económica. La razón principal de esta tarea consistía en que solo con la información de RPAE no era posible ubicar los puestos de trabajo por dos motivos. Por un lado, aquellas empresas que tuviesen más de una dependencia (por ejemplo, cadenas de supermercados) solo se registra la dirección fiscal de la empresa. Por otro lado, la localización implicaba realizar un complejo proceso de georreferenciación a partir de la dirección lo cual podría acarrear errores muy difíciles de diagnosticar.

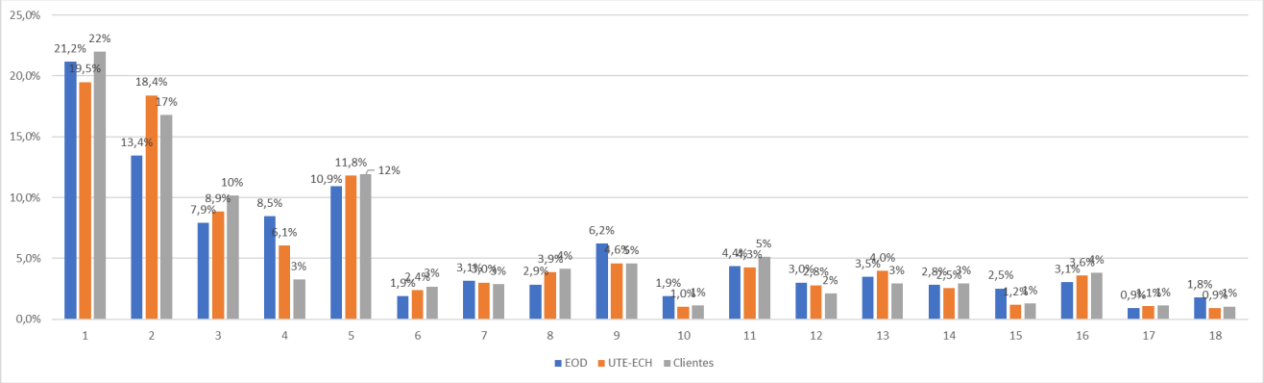
Sin embargo, finalmente no fue posible realizar la tarea de combinar ambas bases debido a que no se pudo contar con la información. En un principio se habían realizado las gestiones a través de OPP quienes ya contaban con la información y facilitaron al equipo el contacto en primer lugar con referentes en INE con quienes se estuvo en comunicación. De esta comunicación surgieron limitaciones vinculadas a la confidencialidad de la información, por lo cual luego de una evaluación de la estrategia y sus variantes, así como del cronograma y plan de trabajo, se optó por renunciar a esta alternativa.

Luego de analizar otras estrategias para localizar oportunidades laborales se optó por una alternativa que consistió en tomar información de clientes no residenciales de UTE gentilmente compartida por el Observatorio Territorio Uruguay (OTU) de OPP, que consistía en una base de datos de cantidad de clientes no residenciales de UTE por Segmento Censal, desagregado por División Económica de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de actividades económicas (CIIU Rev. 4). De esto modo fue posible identificar unidades económicas en el espacio que luego requerían de una asignación de personal ocupado para finalmente contar con la cantidad de oportunidades laborales.

A los efectos de esta última tarea, la estrategia consistió en estimar la cantidad de empleo por unidad, usando el promedio de ocupado por división en base a la Encuesta Continua de Hogares (ECH) del INE. El resultado fue de 856.424 para todo el departamento de Montevideo, considerando aquellos ocupado que viven en Montevideo como en otros lugares y que declaran trabajar en la capital del país, a los que luego se los desagregó según División de CIIU Rev. El principal riesgo que se asume con esta metodología se relaciona con el hecho de asumir que cada cliente no residencial de UTE ocupa la misma cantidad de personas del mismo ramo. Para disminuir este potencial sesgo se evaluó ganar mayor precisión utilizando Clase industrial pero la información de clientes no residenciales de UTE no siempre contaba con esta desagregación y quedaban unidades sin clasificar, lo cual presentaba una gran limitante. Por lo cual se mantuvo la estrategia de asignar personal por División.

A los efectos de contar con una validación de los resultados obtenido mediante esta metodología se buscó comparar los resultados con la Encuesta de Movilidad de Montevideo y su Área Metropolitana. De esta última, se analizaron los resultados que la encuesta arrojaba respecto de los viajes por motivo trabajo a nivel de Centro Comunal Zonal (CCZ) ya que no era posible contar con representatividad a un menor nivel geográfico. Tal como muestra la siguiente figura, los resultados fueron altamente consistente con los obtenidos por la encuesta de movilidad.

Gráfico 3.1. Estimación de oportunidades laborales por CCZ a partir de datos de Encuesta de Movilidad del Área Metropolitana de Montevideo (EMAMM) 2016 y clientes no residenciales con y sin ponderación por personas ocupadas en cada sector económico.



Fuente: elaboración propia en base a datos de la EMAMM 2016, clientes no residenciales de UTE por segmento censal y personal ocupado estiamdo por Encuesta Continua de Hogares del INE 2017.

La Gráfica muestra por un lado el porcentaje de viajes con motivo trabajo a cada uno de los 18 CCZ en relación a todos los viajes por empleo dentro de Montevideo, el porcentaje de empleos por CCZ estimados por la ECH en relación al total de empleos de la ciudad, y también el porcentaje de clientes no residenciales de UTE a nivel de CCZ en relación al total de la ciudad. La similitud en los resultados muestra que el potencial sesgo que pueda tener la agregación de los resultados de empleo por División puede verse mitigado analizar los datos espacialmente.

Asimismo, al comparar los resultados de distribución espacial de los puestos de trabajo y de la cantidad de clientes no residenciales sin considerar puestos de trabajo, se observa que la "ponderación" de actividades por empleo presenta mayor ajuste con la distribución de viajes por empleo para la mayoría de los CCZ comparado con solo utilizar la cantidad de clientes no residenciales. Asumiendo los datos de la encuesta de movilidad como los más precisos en términos espaciales, la base de clientes no residenciales ponderada por un promedio de empleados por unidad del sector de actividad constituye una alternativa que –con resultados similares- parece mejorar la utilización de los clientes no residenciales como presentando la misma cantidad de oportunidades. En el siguiente cuadro pueden observarse los valores y las diferencias, así como el acumulado de desviación en términos absolutos.

Tabla 3.1. Comparación de resultados de la estimación de oportunidades laborales por CCZ de acuerdo a las diferentes fuentes y cáclulo variación absoluta acumulada para cada metodología.

CCZ	EMAMM	Clientes UTE no residenciales ponderados por actividad	Clientes UTE sin ponderar	EMAMM VS clientes ponderados por actividad	EMAMM VS clientes sin ponderar	Variación absoluta acumulada (clientes ponderados)	Variación absoluta acumulada (clientes sin ponderar)
1	21%	19%	22%	2%	-1%	1,7	0,8
2	13%	18%	17%	-5%	-3%	6,6	4,2
3	8%	9%	10%	-1%	-2%	7,6	6,4
4	8%	6%	3%	2%	5%	10,0	11,6
5	11%	12%	12%	-1%	-1%	10,9	12,6
6	2%	2%	3%	0%	-1%	11,4	13,4
7	3%	3%	3%	0%	0%	11,5	13,6
8	3%	4%	4%	-1%	-1%	12,5	14,9
9	6%	5%	5%	2%	2%	14,1	16,6
10	2%	1%	1%	1%	1%	15,0	17,4
11	4%	4%	5%	0%	-1%	15,1	18,1
12	3%	3%	2%	0%	1%	15,3	19,0
13	3%	4%	3%	-1%	1%	15,8	19,5
14	3%	3%	3%	0%	0%	16,1	19,6
15	3%	1%	1%	1%	1%	17,5	20,8
16	3%	4%	4%	-1%	-1%	18,0	21,6
17	1%	1%	1%	0%	0%	18,1	21,8
18	2%	1%	1%	1%	1%	**19,0**	**22,5**

Fuente: elaboración propia en base a datos de la EMAMM 2016, clientes no residenciales de UTE por segmento censal y personal ocupado estiamdo por Encuesta Continua de Hogares del INE 2017.

3.2.2. Matriz de tiempos de viaje

Con el objetivo de cuantificar la accesibilidad a las oportunidades laborales en Montevideo, es necesario contar con matrices de tiempos de viaje entre las diferentes zonas de la ciudad, al utilizar distintos modos de transporte. Si bien el proyecto se enfoca en el análisis del impacto de la accesibilidad territorial por transporte público a las oportunidades laborales, resulta igualmente importante considerar los tiempos de viaje utilizando transporte privado, así como viajes que involucren únicamente caminatas. Por lo tanto, se resuelve la construcción de tres matrices de tiempo de viaje, variando el modo de transporte: i) matriz de tiempo de viaje en vehículo privado, ii) matriz de tiempo de viaje caminando y iii) matriz de tiempo de viaje en transporte público.

La zonificación elegida para el análisis es el segmento censal y el tiempo de viaje se discretiza a nivel de segundo. Se utilizan los 1063 segmentos censales definidos para el Censo 2011 (INE). Por lo tanto, para cada modo de transporte, se generan matrices de tiempo de viaje de dimensión

1063*x*1063. Cada segmento censal se caracteriza por su centroide geométrico. Se asume que todos los viajes desde (o hacia) un determinado segmento censal comienzan (o terminan) en el centroide de dicho segmento censal. Los tiempos de caminatas entre centroides, entre centroides y paradas, y entre paradas, así como los tiempos de viaje en transporte privado entre centroides, se calculan sobre la red vial de la ciudad. Para ello, cada centroide (o parada) es desplazado hasta la vía más cercana de manera que forme parte de la red vial.

3.2.2.1. Transporte privado y caminatas

Las matrices de tiempo de viaje en transporte privado y utilizando únicamente caminatas se calculan utilizando el motor de enrutamiento Open Source Routing Machine (OSRM). OSRM es un motor de enrutamiento de alto desempeño implementado en C++ que combina algoritmos de enrutamiento sofisticados con datos de redes viales de OpenStreetMap (OSM) para calcular eficientemente caminos más cortos. Se utilizó el método *table* que permite calcular los tiempos de viaje entre todos los pares de una lista de coordenadas geográficas. La red vial utilizada es la correspondiente al mapa de Uruguay de OpenStreetMaps descargado de `download.geofabrik.de` el 14/01/2019.

El cálculo de las matrices en transporte privado y utilizando caminatas se realiza siguiendo el mismo procedimiento. La única diferencia consiste en el *perfil* utilizado por OSRM para calcular las rutas. Los perfiles definen velocidades medias para cada tipo de vía e imponen reglas de circulación (e.g., flechamiento de calles). Se utilizaron los perfiles que vienen pre-definidos por la biblioteca: *car.lua* y *foot.lua* para la construcción de la matriz de tiempos de viaje por transporte privado y utilizando caminatas, respectivamente.

3.2.2.2. Transporte público

Para construir la matriz de tiempo de viaje por transporte público se consideran viajes que involucren hasta tres ómnibus (dos trasbordos). Los tiempos de viaje consideran los tiempos de caminata desde el centroide de origen a la primera parada de ómnibus, desde la parada de descenso del último ómnibus del trayecto hasta el centroide de destino, las caminatas entre paradas en aquellos trayectos que involucren trasbordos y los tiempos de espera de los buses. Se consideran también caminatas directas entre centroides cercanos (hasta 30 minutos de caminata), donde la caminata puede resultar una opción más atractiva que el transporte público. Las caminatas desde los centroides origen a la primera parada de ómnibus y de la última parada de ómnibus a los centroides destino se limita a 30 minutos. Asimismo, las caminatas entre paradas (para realizar trasbordos) se limitan a 20 minutos cada una. De todas las alternativas posibles que conecten un par de centroides se considera la más rápida que cumpla con todas estas restricciones.

Para construir la matriz de tiempo de viaje por transporte público se construye un grafo, sobre el que se aplica un algoritmo de camino más corto para calcular el tiempo del viaje más rápido entre cada par de centroides. En particular, se construye un multigrafo dirigido y ponderado, i.e., un par de nodos del grafo pueden conectarse por más de una arista, las aristas tienen un sentido definido

y tienen asociado un peso. Los nodos del grafo representan a los centroides de los segmentos censales y a las paradas de ómnibus. Las paradas de ómnibus consideradas son las publicadas en el Catálogo de Datos Abiertos al 09/01/19. El peso de cada arista representa el tiempo de viaje entre los nodos que ella conecta. Se consideran dos tipos de aristas: aristas de caminata y aristas de viaje en ómnibus. Las aristas de caminata se ponderan, para todo par de nodos, siguiendo el mismo procedimiento descrito en la Sección 3.3.2.1. para viajes caminando. No se representan aristas de caminatas directas entre centroides ni entre paradas y centroides con pesos mayores a 30 minutos y no se representan aristas de caminatas entre paradas mayores a 20 minutos. En la práctica, esto se traduce en que solamente se consideren caminos:

- que utilicen únicamente caminata (i.e., sin utilizar ningún ómnibus), si los centroides se encuentran a 1800 segundos (30 minutos) o menos caminando.
- que utilicen algún ómnibus, si la caminata del centroide origen a la primera parada y la caminata de la última parada al centroide destino son ambas menores o iguales a 1800 segundos (30 minutos) y toda caminata entre paradas (por eventuales trasbordos) es menor a 1200 segundos (20 minutos).

Las aristas de viaje en ómnibus se ponderan de acuerdo al tiempo medio de viaje entre los nodos que ellas conectan, considerando tiempo efectivo de viaje a bordo del ómnibus y tiempo de espera en la parada. Estos tiempos surgen del procesamiento de los horarios teóricos de pasada de las líneas de ómnibus por cada parada. Se utilizan los horarios vigentes al 09/01/19, publicados en el Catálogo de Datos Abiertos. Se consideran únicamente las salidas de ómnibus correspondientes a días hábiles en el horario de 7.00 a.m. a 9.00 a.m (ambos extremos incluidos).

Para cada salida, se calcula el tiempo de viaje entre cada par de paradas que une durante su recorrido. Estos tiempos de viaje entre paradas son luego agrupados por línea de ómnibus para obtener tiempos de viaje promedio de cada línea. Se toma como criterio para agrupar líneas el nombre de las mismas, por lo que el valor promedio incluye los tiempos de diferentes variantes de la misma línea. De forma similar, se calcula el *headway* promedio de cada línea en cada parada, i.e., el tiempo entre pasadas consecutivas de una determinada línea por una determinada parada. Para ello, se cuentan la cantidad de pasadas de una misma línea y se divide esa cantidad por 7200 segundos (el tamaño de la ventana estudiada: 7.00 a.m. a 9.00 a.m). El resultado de este procesamiento es, para cada par de paradas, el headway promedio y el tiempo de viaje promedio de cada línea que une dichas paradas.

Existe la posibilidad de que una determinada línea conecte a un par de paradas pero insumiendo un tiempo de viaje excesivamente largo. En este caso, los pasajeros no verían a esa línea como una opción atractiva para viajar entre ese par de paradas. Para contemplar este caso, no se consideran aquellas líneas cuyo tiempo de viaje entre el par de paradas sea mayor al tiempo alcanzado por la línea más rápida que une esas paradas (incluyendo el *headway* y el tiempo de viaje). Más formalmente, para un par de paradas p_1 y p_2, no se consideran los viajes en líneas l_i que conectan p_1 con p_2 si existe una línea l_k, que también conecta p_1 con p_2, y se cumple: ${t_i}^{viaje} > h_k + {t_k}^{viaje}$, donde ${t_j}^{viaje}$ es el tiempo de viaje promedio de la línea l_j para conectar las paradas p_1y p_2, y h_j es el *headway* de la línea l_j en la parada p_1.

Luego de filtradas las líneas con tiempo de viaje excesivamente largo, se calcula el tiempo medio de viaje y tiempo medio de espera entre cada par de paradas. El tiempo de viaje promedio se calcula ponderando el tiempo de viaje promedio de cada línea de acuerdo a su headway medio, como se indica en la Ecuación 1.

$$E(t^{\text{viaje}}) = \sum_{l_i} P(l_i) \cdot t_{l_i}^{\text{viaje}} = \sum_{l_i} \frac{\overbrace{\frac{\min_{l_k} h_{l_k}}{h_{l_i}}}^{\text{cant. buses } l_i}}{\underbrace{\sum_{l_j} \frac{\min_{l_k} h_{l_k}}{h_{l_j}}}_{\text{cant. total de buses}}} \cdot t_{l_i}^{\text{viaje}} \tag{1}$$

A modo de ejemplo, se consideran dos líneas l_1 y l_2 que conectan las paradas p_1y p_2. El tiempo de viaje utilizando la línea l_1 es 24 minutos (${t_1}^{viaje} = 24$), mientras que utilizando la línea l_2 es 22 minutos (${t_2}^{viaje} = 22$). Los headways de las líneas l_1 y l_2 en la parada p_1 son $h_1 = 5$ y $h_2 = 10$ minutos, respectivamente. Sustituyendo los valores en la Ecuación 1, se obtiene el tiempo de viaje promedio entre las paradas, como se detalla en la Ecuación 2. El ejemplo muestra como al ponderar considerando la frecuencia, el tiempo de viaje resulta mayor que el promedio de los tiempos de viaje de las dos líneas, puesto que la línea más lenta pasa con mayor frecuencia que la más rápida.

$$\left(\frac{5/5}{5/5 + 5/10}\right) \cdot 24 + \left(\frac{5/10}{5/5 + 5/10}\right) \cdot 22 = 23{,}3 \text{ min} \tag{2}$$

A continuación, se presenta el procedimiento para calcular el tiempo promedio de espera en una parada p_1 al esperar un conjunto de líneas que conectan p_1 con p_2. El modelo utilizado considera los tiempos de pasada de cada línea l_i por p_1 como un proceso de Poisson de parámetro $1/h_i$ e independiente de los tiempos de pasada de las demás líneas. Por lo tanto, el tiempo de espera se puede calcular como se indica en la Ecuación 3.

$$\mathbb{P}(T > t) = \prod_i \overbrace{e^{-t/h_i}}^{\text{ningún bus } l_i \text{ en } (t_0, t_0+t)} = e^{-t/h}, \text{ donde } \frac{1}{h} = \sum_i \frac{1}{h_i} \tag{3}$$

Como el tiempo de espera Tsigue una distribución exponencial de parámetro $1/h$, se tiene que el valor esperado del tiempo de espera es $E(T) = h$. Continuando con el ejemplo anterior, donde se

tienen dos líneas l_1 y l_2 con headways $h_1 = 5$ y $h_2 = 10$ minutos, el tiempo de espera promedio resulta: $\frac{1}{1/5+1/10}$= 3.33 minutos.

Para garantizar que el camino más corto en el grafo no tenga más de dos trasbordos (i.e., tres viajes en ómnibus) se utilizan dos nodos diferentes para representar cada centroide y seis nodos diferentes para representar cada parada física.

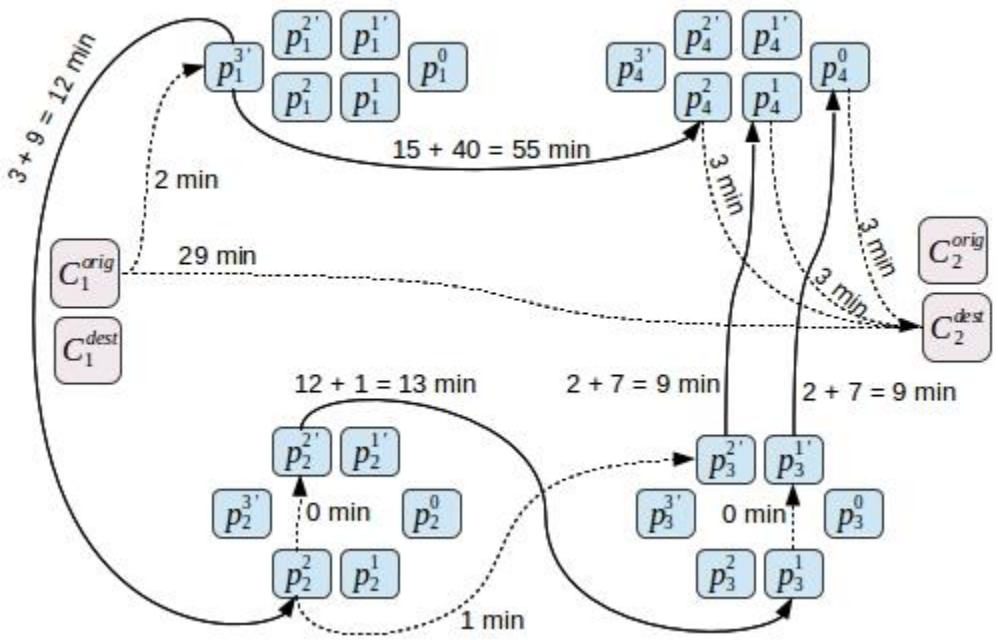
Cada centroide C_i se representa con dos nodos: C_i^{orig} para los centroides origen y C_i^{dest} para los centroides destino. Los nodos C_i^{orig} no cuentan con aristas entrantes y solamente cuentan con aristas salientes de tipo caminata. En cambio, los nodos C_i^{dest} no cuentan con aristas salientes y solamente cuentan con aristas entrantes de tipo caminata.

Las paradas son representadas mediante seis nodos, que permiten restringir la cantidad de trasbordos y garantizar la alternancia de aristas de viaje en ómnibus con aristas de caminata. Cada parada p_i se representa con el siguiente conjunto de nodos $\{p_i^{3\prime}, p_i^2, p_i^{2\prime}, p_i^1, p_i^{1\prime}, p_i^0\}$. Los nodos p_i^j representan a la parada cuando se arriba a la misma mediante un viaje en ómnibus y se parte con una caminata. En forma opuesta, los nodos $p_i^{j\prime}$ representan a la parada cuando se arriba a la misma mediante una caminata y se parte con un viaje en ómnibus. Por lo tanto, los nodos p_i^j tienen aristas entrantes de tipo viaje en ómnibus y aristas salientes de tipo caminata, mientras que los nodos $p_i^{j\prime}$ tienen únicamente aristas entrantes de tipo caminata y aristas salientes de tipo viaje en ómnibus.

El nodo p_i^j representa a la parada p_i cuando forma parte de un camino parcial que aún tiene j viajes en ómnibus disponibles. Los nodos $p_i^{3\prime}$ solamente pueden tener aristas entrantes de tipo caminata que los conecten con nodos C_j^{orig}y aristas salientes de tipo viajes en ómnibus a nodos p_k^2 . Análogamente, los nodos p_i^0 solamente pueden tener aristas entrantes de viajes en ómnibus provenientes de nodos $p_i^{1\prime}$ y aristas salientes de tipo caminata que los conecten con nodos C_k^{dest} . Los nodos p_i^2 y p_i^1 solamente tienen aristas entrantes de tipo bus y salientes de tipo caminata. Estas aristas salientes pueden ser a otras paradas (representando trasbordos), a centroides de destino (C_k^{dest}) o incluso a la misma parada, con aristas de peso cero, para permitir trasbordos que se dan en la misma parada física (sin caminata asociada).

La Figura 3 muestra un grafo de ejemplo para dos centroides C_1 y C_2 y cuatro paradas de ómnibus $p_1 \ldots p_4$. El grafo del ejemplo tiene 28 nodos (dos para cada centroide y seis para cada parada). El grafo está compuesto de aristas de caminata (representadas con línea punteada) y aristas asociadas a viajes en ómnibus (representadas con línea continua). Cada arista tiene un peso asociado al tiempo necesario para recorrer dicha arista. En el caso de las aristas de caminatas, el tiempo es el necesario para caminar entre los nodos que conecta la arista. En el caso de las aristas asociadas a viajes en ómnibus, el peso corresponde a la suma del tiempo de espera promedio en el nodo de origen más el tiempo de viaje promedio entre los nodos conectados por la arista. Para mayor claridad, no se representan algunas aristas que no forman parte de los caminos entre los dos centroides.

Figura 3.1. Grafo de ejemplo para dos centroides y cuatro paradas.



Fuente: elaboración propia

El tiempo de viaje entre los centroides C_1 y C_2 surge de encontrar el camino más corto (en términos de los pesos de las aristas recorridas) que una a los dos centroides. En este ejemplo, existen cuatro caminos posibles entre los dos centroides:

1. Caminar directamente de C_1a C_2, sin abordar ningún ómnibus, con una duración total de 29 minutos.
2. Partiendo de C_1, caminar hasta la parada p_1, viajar en ómnibus hasta la parada p_4 , y luego caminar hasta C_2. En total, el camino involucra un viaje en bus y tiene una duración total de 60 minutos.
3. Partiendo de C_1, caminar hasta la parada p_1 y viajar en ómnibus hasta la parada p_2. Luego, caminar hasta la parada p_3 para realizar un trasbordo, tomando un nuevo ómnibus desde p_3 a p_4. Finalmente, caminar desde p_4 al centroide C_2. En total, el camino involucra dos viajes en ómnibus y tiene una duración total de 27 minutos.
4. Partiendo de C_1, caminar hasta la parada p_1 y viajar en ómnibus hasta la parada p_2. En la misma parada p_2, realizar un trasbordo, tomando un bus desde p_2a p_3. Luego, realizar un nuevo trasbordo en p_3, tomando un nuevo ómnibus desde p_3 a p_4. Finalmente, caminar desde p_4 al centroide C_2. En total, el camino involucra 3 viajes en ómnibus con una duración total de 39 minutos.

El camino más corto es el camino 3, con un total de 27 minutos. Por lo tanto, ese será el tiempo de viaje entre los centroides y que será considerado en la matriz de viajes por transporte público.

3.2.2.3. Detalles de implementación

Para la representación del grafo y el cálculo de los caminos más cortos se utilizó la biblioteca NetworkX de Python. El grafo generado está compuesto por 30398 nodos ($1063x2$ centroides + $4712x6$ paradas) y 3.252.334 de aristas. Para calcular todos los pares de caminos más cortos y completar la matriz de tiempos de viaje en transporte público (dimensión $1063x1063$) se utilizó la infraestructura del Centro Nacional de Supercomputación ClusterUY (cluster.uy). La carga computacional se distribuyó entre los 40 nodos disponibles de un servidor Intel Xeon Gold 6138 con 128 GB de memoria RAM. Se utilizó una arquitectura maestro-esclavo siguiendo el modelo de paralelismo Single Instruction Multiple Data, realizando una descomposición de los datos a procesar. A cada esclavo, el proceso maestro le asigna como tarea el cálculo de una fila de la matriz de tiempos de viaje. El nodo maestro se encarga asimismo de balancear la carga de trabajo, asignando nuevas filas a los esclavos en cuanto quedan disponibles. Finalmente, el nodo maestro es el encargado de recopilar todos los resultados y guardar la matriz resultante en disco. Para el procesamiento paralelo se utilizó la biblioteca joblib de Python. El tiempo total de ejecución fue de dos días, dos minutos y 33 segundos.

3.2.2.4. Validación de la matriz de tiempo de viaje en transporte público

Para validar los resultados de la red, se optó por realizar una validación contra dos fuentes alternativas. La primera es la Encuesta de Movilidad del Área Metropolitana de Montevideo del año 2016 que releva el origen y destino, propósito y tiempo de los viajes declarados por el encuestado. La segunda es el sistema on line de consulta del gobierno departamental "Cómo ir" que presenta opciones de ruta entre un origen y destino, para el que estima un tiempo de viaje teórico a partir de los horarios programados del transporte público.[2] Si bien ninguna de ellas constituye evidencia concluyente de cuáles serían los tiempos de viaje correctos, se esperaría coherencia entre las tres fuentes. Especialmente con la aplicación "Cómo ir", en la medida en que los insumos para el cálculo son los horarios programados a partir de una red calibrada a tales efectos. En el caso de la encuesta, es relevante tener presente que se trata de tiempos de viaje declarados basados en la recordación y percepción subjetiva del entrevistado.

A los efectos de la validación, se tomó una muestra aleatoria de 85 casos de viajes al trabajo por transporte público. En la medida en que se cuenta con el segmento censal de origen y destino, era posible replicar ambos viajes tanto a partir de la red calibrada para el proyecto como la aplicación como ir. En el caso de la encuesta, no se conoce el punto exacto del origen y el destino, que no necesariamente será el centroide geométrico de cada polígono, como sí es el caso de la red del proyecto así como la aplicación "Cómo ir".

Es entonces que para cada uno de los viajes considerados en la muestra se tendrán tres tiempos de viaje en minutos: a) el obtenido en la matriz de tiempos aquí descripta entre el centroide geométrico del segmento de origen y el de destino; b) el obtenido a partir de la realización de una consulta en la aplicación "Cómo Ir" de la Intendencia de Montevideo entre el punto identificable con una dirección reconocida por el sistema que fuera más cercano al centroide del segmento censal de

[2] http://www.montevideo.gub.uy/aplicacion/como-ir

origen y de destino; y c) el tiempo declarado por el entrevistado en la encuesta de movilidad (en este caso el origen y el destino no necesariamente serán los centroides del segmento).

A continuación se presentan los resultados obtenidos en las tres fuentes. La primera tabla despliega los coeficientes de Pearson (correlación lineal) entre las tres medidas. En el caso de la asociación entre los resultados de la matriz y de la encuesta y el "Cómo Ir" las relaciones son significativas al 99% y el coeficiente es de 0,83 con la encuesta y 0,90 con el "Como Ir". Esto indica una fortaleza significativa en la asociación que permite afirmar que la variación en dirección de los tiempos al ir evaluando distintos pares o-d es consistente. Asimismo, es indicativo de esta consistencia el hecho que el coeficiente de asociación de Pearson más bajo sea entre las dos fuentes de validación, al tiempo que entre estas y la matriz evaluada sea superior.

Tabla 3.2. Correlación lineal entre los minutos de viaje estimados a partir matriz de tiempos propia, aplicación "Cómo Ir" y Encuesta de Movilidad del Área Metropolitana de Montevideo (EMAMM 2016).

	Matriz	**Como ir**	**Encuesta**
Matriz	1	**,899** (N=82)**	**,834** (N=85)**
Como ir		1	,737** (N=85)
Encuesta			1

Fuente: elaboración propia en base a estimaciones de matriz propia, datos de aplicación "Cómo Ir" y casos seleccionados de EMAMM 2016

Para complementar esta información, a continuación se expone información sobre las diferencias absolutas en minutos entre las estimaciones realizadas en la matriz de tiempos del proyecto en relación a las dos fuentes de validación. La información surge de restar a la cantidad de minutos en la aplicación y en la encuesta el tiempo estimado en la matriz del proyecto. Para la comparación con cada fuente se presentan dos resultados: uno que considera la dirección y otro que busca la distancia absoluta entre las fuentes sin considerar el signo. El dato más relevante en última instancia es el de la cantidad absoluta de minutos en que una y otra fuente se desvían de la estimación de la matriz. Como puede observarse, no se consideran en este caso las desviaciones relativas entre la matriz y las fuentes de validación en tanto la magnitud relativa no presenta una lectura unívoca. Por ejemplo, una desviación de 4 minutos en un viaje de 12, constituirá una desviación de más de 30% al tiempo que esa misma magnitud en viajes de más de 40 minutos o más será de 10 o menos puntos porcentuales. A la inversa, una desviación de 20 minutos en la estimación, será significativa más allá del tiempo de los viajes. Por tanto la validación realizada prioriza la consistencia absoluta en el entendido que un número de minutos de desviación será esperable en cualquier caso. Esta opción es más segura si se considera la asociación muy alta sobre la que recién se comentó.

Una vez más, la consistencia es más alta con la aplicación "Como Ir" donde se identificó una desviación media de 8 minutos. Para la mitad de los viajes esa desviación fue de 6 o menos minutos

(40% tuvieron una desviación de menos de 5 minutos) al tiempo que 7 de cada diez viajes tuvieron hasta 8 minutos de desviación. En el caso de la comparación con los tiempos declarados en la encuesta de movilidad la brecha es algo más alta, ubicándose la desviación absoluta promedio en 11 minutos. En este caso, la mediana es de algo menos que 8 minutos y existe un 20% de casos con una desviación significativa (aproximadamente 19 minutos).

Tabla 3.3. Resultados de comparación de tiempos absolutos entre estimación de matriz de tiempos propia, aplicación "Cómo Ir" y Encuesta de Movilidad del Área Metropolitana de Montevideo (EMAMM 2016).

	Validación con aplicación "Cómo Ir" (TV app – TV matriz)		**Validación con encuesta de movilidad (TV encuesta – TV matriz)**	
	Diferencia	**Diferencia absoluta**	**Diferencia**	**Diferencia absoluta**
Casos	82	**82**	85	**85**
Media	-1,6061	**7,7395**	0,595	**11,3356**
Percentil 10	-13,6347	**0,7968**	-21,9463	**1,0903**
Percentil 20	-8,1557	**2,1947**	-9,8397	**2,617**
Percentil 30	-6,5773	**3,5565**	-6,1053	**3,891**
Percentil 40	-5,6967	**5,0707**	-1,5507	**6,278**
Percentil 50	-3,5242	**6,0992**	0,66	**7,71**
Percentil 60	-1,081	**7,4643**	3,3427	**10,8107**
Percentil 70	0,6722	**8,6088**	6,682	**13,981**
Percentil 80	3,826	**12,131**	12,0663	**19,8547**
Percentil 90	10,2488	**16,4497**	19,6173	**25,697**

Fuente: elaboración propia en base a estimaciones de matriz propia, datos de aplicación "Cómo Ir" y casos seleccionados de EMAMM 2016

La evidencia fruto de los ejercicios de validación dan cuenta de una consistencia significativa entre las estimaciones de tiempo realizadas en el marco del proyecto y la de las dos fuentes alternativas disponibles. La asociación entre las tres fuentes es prácticamente total en tanto la desviación en minutos es de una magnitud absoluta baja si se tienen en cuenta los tiempos de viaje al trabajo por transporte público. Todo esto permite afirmar que las estimaciones realizadas en esta matriz logran replicar de forma consistente dichos tiempos. Una vez más, las fuentes de validación no marcan la verdad revelada en la materia, con independencia que constituyen fuentes legitimadas en la literatura y la práctica de política pública. Por tanto la consistencia es un indicio suficiente para la validación de la matriz, al tiempo que las desviaciones podrían ser leídas como potenciales fuentes

de error pero sin conocer de forma determinante de qué fuente provienen. Podrían significar que la matriz presenta resultados cuya calidad es levemente superior o levemente inferior respecto a las fuentes externas de validación.

3.2.3. Indicadores de accesibilidad

Una vez obtenida la localización de las oportunidades laborales y la matriz de tiempos de viaje, desarrolladas ambas metodologías en los puntos 3.2.1 y 3.2.2, se procedió a la construcción de indicadores de accesibilidad a oportunidades laborales. Este tipo de indicadores se lo conoce en la literatura como indicador de oportunidades acumuladas y consiste en calcular el número de oportunidades que son potencialmente "alcanzables" a nivel de zonas e individuos.

La fórmula general, desarrollada por Hansen (1959), se basa en la idea de que el nivel de accesibilidad de una zona está dado por el conjunto de oportunidades laborales potencialmente alcanzable por dicha zona tanto bajo un umbral de tiempo o distancia determinado, o suponiéndose la existencia de un patrón de comportamiento que consiste en penalizar aquellas oportunidades más "lejanas" en base a una función de impedancia, tal como se formaliza en la siguiente expresión.

$$A_i = \sum_j O_j \, f(c_{ij}) \tag{4}$$

Donde la variable A_i representa el indicador de accesibilidad a oportunidades laborales para la zona i, la variable O_j representan el número oportunidades laborales (puestos de trabajo) disponibles en la zona j; y $f(c_{ij})$ representa la función de impedancia que puede tomar diversas formas según el enfoque metodológico y la información con la que se cuente, donde c_{ij} representa el costo (tiempo/distancia) de desplazarse entre zonas.

A los efectos de este proyecto, se evaluaron dos alternativas para la función $f(c_{ij})$. Por un lado, se asumió una función dicotómica que toma el valor 1 si el tiempo entre la zona i y la zona j es menor o igual al umbral determinado y 0 en otro caso, lo cual lleva a interpretar el indicador de accesibilidad como el total de oportunidades alcanzable por una zona en un determinado umbral de tiempo. Por otro lado, se exploró la alternativa de utilizar una función de impedancia con el objetivo de penalizar aquellas zonas que se encuentran más "alejadas", con una expresión como ejemplo la siguiente:

$$f(t_{ij}) = e^{-\beta t_{ij}} \tag{5}$$

Esta función lo que hace es ir penalizando las zonas a medida que el tiempo de viaje sea mayor ponderando el número de oportunidades de dichas zonas por un valor cada vez menor. El desafío en este caso es contar con una estimación del valor de β.

De acuerdo con la literatura, la forma tradicional de medir este parámetro es en base a modelos de interacción espacial, aunque recientemente se han propuesta alternativas para casos en los cuales no se cuenta con información rica y precisa para estimar aquellos modelos y se utilizan modelos Half-Life (Östh, Reggiani, y Galiazzo 2014; Östh, Lyhagen, y Reggiani 2016; Östh et al. 2018). Para el cálculo de los primeros, es decir los modelos de interacción espacial, se requiere contar con una completa matriz de viajes en este caso entre Segmentos Censales lo cual no es posible con la encuesta de movilidad. Sin embargo, para el segundo tipo de modelos, basta con conocer la mediana de tiempo de viaje por motivo laboral. Conocer la mediana del tiempo de viaje al trabajo nos permite decir que hay un 50% de probabilidad de que una persona acceda a un empleo en un tiempo igual o menor a dicho tiempo, independientemente de otros aspectos que condicionan la accesibilidad. Pero lo más importante es que nos permite calcular el parámetro β dado un conjunto de propiedades que cumple la función exponencial de decay. Para una detallada explicación de este procedimiento, ver los trabajos de Östh, Reggiani, y Galiazzo, (2014) Östh, Lyhagen, y Reggiani (2016) y Östh et al. (2018).

Si bien ambas alternativas fueron exploradas durante el proyecto se llegó a la conclusión que de que la mejor alternativa para realizar el análisis de accesibilidad laboral en Montevideo era el que consideraba umbrales de tiempo. En efecto, si bien ambos enfoques son igualmente válidos y cuentan con amplio desarrollo en la literatura, se consideró que el primero resultaba más intuitivo tanto para su análisis como su posterior comunicación, al consistir en una medida muy concreta del fenómeno en análisis. Por su parte, el modelo que considera la impedancia de los viajes es visto como un modelo más complejo en el sentido de que intenta capturar aspectos comportamentales, pero más difícil de interpretar y comunicar.

De este modo, en la sección de resultado se presenta todo lo obtenido en base al indicador de accesibilidad laboral considerando umbrales de tiempo. En este caso, para determinar el umbral de viaje en transporte público se tuvo en cuenta la mediana de tiempo de viaje al trabajo a partir de los resultados de la encuesta de movilidad de Montevideo. El mismo fue de 40 minutos. El indicador asimismo es calculado a nivel de Segmentos Censales y luego atribuido a la población que vive en Montevideo considerando la Encuesta Continua de Hogares del INE.

Tabla 3.4. El siguiente cuadro resume los insumos que fueron utilizadas para elaborar el indicador de accesibilidad territorial a las oportunidades laborales por transporte público.

Componente	Descripción	Fuente
Zonificación del territorio (Segmentos Censales)	Unidad geoestadística de relevamiento utilizada por el INE	INE
Oportunidades laborales	Aproximación a la cantidad de puestos laborales ocupados en la ciudad de Montevideo en base a información de clientes no residenciales de UTE y empleo por ramas de la ECH 2017	OPP (en base a UTE), ECH 2017
Red de transporte público	Minuta teórica correspondiente a las líneas de transporte público urbano de Montevideo. Con esta información se obtienen las rutas de los servicios de transporte público y sus variantes, se conocen las paradas de cada recorrido, y se puede estimar tiempos de viaje entre paradas, transferencias y tiempos de espera. Hora pico 7:00 a 9:00 am.	Intendencia de Montevideo

Fuente: elaboración propia

3.3. El rol de la accesibilidad territorial para explicar el desempleo urbano: modelo empírico

Con el fin de estimar el potencial impacto de la accesibilidad al empleo sobre la probabilidad de un individuo de estar desempleado, se especificó un modelo logit que considera aspectos individuales, del hogar y del contexto urbano donde residen las personas a los efectos de controlar e intentar aislar el efecto de la variable accesibilidad. En este modelo estándar la variable dependiente es dicotómica y toma el valor de 1 si la persona se encuentra empleada y 0 en otro caso. La siguiente expresión matemática formaliza estos conceptos.

$$Prob(Desempleo_{i,j}) = f(X_i, N_j, \ Acces_j) \tag{6}$$

En dicha ecuación se expresa que la probabilidad que tiene un individuo de estar desempleado depende de variables asociadas a sus características personales y el hogar (vector de variables X_i), el contexto urbano en donde reside (vector de variables N_j) y la variable de accesibilidad a los puestos laborales ($Acces_j$). A los efectos de contar con un modelo robusto de desempleo que controle por aquellos elementos que teóricamente determinan la condición de estar desempleado de un individuo se consideró un conjunto de variables tales como edad, nivel educativo, jefatura

de hogar, sexo, motorización, condición socioeconómica del barrio, con el fin de aislar el efecto de accesibilidad.

Si bien a nivel individual y del hogar la identificación de las variables para especificar el modelo no tuvo gran discusión dado que se trata de dimensiones bien conocidas, el control de los aspectos vinculados al contexto urbano sí requirió de un mayor esfuerzo. En este sentido se buscaron diversas estrategias a los efectos de capturar el "efecto barrio" considerando por ejemplo el ingreso promedio de los individuos en el barrio y el nivel educativo promedio del barrio (porcentaje de personas con secundaria completa). La incorporación de dichas variables no resultó satisfactoria en la medida de que del análisis de los residuos y la propia especificación del modelo derivaba en resultados inconsistentes y problemas de autocorrelación espacial. Otras alternativas consistieron en considerar la condición de vivir en barrios categorizados como *hot* o *cold spot* según se tratara de barrios de bajo o alto nivel socioeconómico rodeados de otros barrios del mismo nivel[3], derivando en resultados similares al caso anterior. Alternativas tales como considerar modelos jerárquicos con el barrio o el segmento censal como el primer nivel de agrupamiento tampoco mejoraron los resultados. Asimismo, intentando robustecer los test de hipótesis a través de la consideración explícita de patrones espaciales en el cálculo de la varianza de los errores estándar –lo que relaja el supuesto de independencia- tampoco mejoraron los resultados haciendo significativas las variables asociadas al barrio[4]. Se buscó incluir otras variables vinculadas al barrio como el nivel de homogeneidad/heterogeneidad del entorno social según nivel educativo y económico, el estado de la vivienda y la cantidad de hogares con al menos una NBI. Comparando el nivel de ajuste de los modelos, la inclusión de esta última variable fue la que arrojó resultados generales más satisfactorios.

Por lo tanto, luego de analizar diversas especificaciones, se especificó un modelo probabilístico del desempleo a nivel de individuo que considera las siguientes variables. En la siguiente sección se presentan la estimación del modelo especificado y se analizan sus resultados

[3] Empíricamente hablando, la determinación de hot o cold spot surgía de resultados estadísticamente significativos de un índice I de Moran local, ejecutado con la variable ingreso per cápita promedio del barrio.
[4] Ejecutado mediante paquete complementario *clubSandwich del software R.*

Tabla 3.5. Definición operativa de las variables incluidas en el modelo

Variable	Código de la variable	Descripción	Fuente
Edad entre 26 y 55	edad26a55	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si el individuo tiene entre 26 y 55 años de edad y 0 en otro caso	ECH 2017 (INE)
Edad más de 55	edadmasde55	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si el individuo tiene más de 55 años de edad y 0 en otro caso	ECH 2017 (INE)
Sexo	sexo	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si el individuo es de sexo femenino y 0 en caso de ser masculino	ECH 2017 (INE)
Jefatura de hogar	jefe	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si el individuo es el jefe de hogar y 0 en otro caso	ECH 2017 (INE)
Educación secundaria completa (sin considerar los que siguen terciaria)	seccomp	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si el individuo ha completado el nivel de educación secundaria y 0 en otro caso	ECH 2017 (INE)
Educación terciaria (completa o incompleta)	terciaria	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si el individuo cursa o a finalizado el nivel de educación terciaria y 0 en otro caso	ECH 2017 (INE)
Motorización	motorizacion	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si el hogar en donde reside el individuo cuenta con al menos un vehículo motorizado (auto, camioneta o motocicleta) y 0 en otro caso	ECH 2017 (INE)
Hogares con una NBI en el barrio	porc_una_NBI	Variable continua que expresa el porcentaje de hogares con al menos una NBI en el segmento censal donde reside el individuo	Censo 2011 (INE)
Accesibilidad laboral	op_umbral_porc_TP	Variable continua que expresa el porcentaje de oportunidades laborales alcanzable en la ciudad de Montevideo por transporte público en un tiempo menor o igual a 40 minutos.	Elaboración propia en base a información de transporte (IdM), OPP (en base a UTE), ECH 2017

Fuente: elaboración propia

Tabla 3.5. Descriptivos de las variables incluidas en el modelo

Variable	Código de la variable	Media	Desv. Est.	Min	Max
Edad entre 26 y 55	*edad26a55*	*0,67*	*0,47*	*0*	*1*
Edad más de 55	*edadmasde55*	*0,18*	*0,38*	*0*	*1*
Sexo (Mujer=1)	*sexo*	*0,50*	*0,50*	*0*	*1*
Jefatura de hogar (jefe=1)	*jefe*	*0,50*	*0,50*	*0*	*1*
Educación secundaria completa	*seccomp*	*0,11*	*0,32*	*0*	*1*
Educación terciaria (completa o incompleta)	*terciaria*	*0,38*	*0,48*	*0*	*1*
Motorización	*motorizacion*	*0,57*	*0,49*	*0*	*1*
Hogares con una NBI en el barrio	*porc_una_NBI*	*0,07*	*0,06*	*0*	*0,68*
Accesibilidad laboral	*op_umbral_porc_TP*	*0,40*	*0,29*	*0*	*0,82*

Fuente: elaboración propia.

4. Resultados

4.1.Análisis descriptivo de la accesibilidad territorial al empleo

En esta sección se presentan los resultados descriptivos de los niveles de accesibilidad para la ciudad de Montevideo. Como se mencionó en la sección metodológica, la medida concreta será el porcentaje de oportunidades laborales que puede alcanzar una persona en 40 minutos de viaje por transporte público. Los resultados se presentan para el conjunto de la población, por nivel socioeconómico y de acuerdo a su distribución espacial.

En términos promediales, la población activa de Montevideo alcanza algo menos que el 40% de las oportunidades laborales viajando por hasta 40 minutos en transporte público. Esto significa en términos empíricos que desde su lugar de residencia, en promedio una persona alcanzaría segmentos en los que se despliegan algo menos de la mitad de las oportunidades laborales en la ciudad. Sin embargo, este promedio esconde una distribución acumulada que presenta un patrón disperso. En otras palabras, quienes se encuentran en los niveles más bajos de accesibilidad, acceden a una cantidad sensiblemente menor respecto a quienes lo hacen a niveles más altos. Es así que mientras que las personas en el 20% inferior de accesibilidad alcanzan menos del 7% de las oportunidades, quienes se ubican en el 20% superior lo hacen a más del 72%. Se podría afirmar, pues, que existe una distribución particularmente concentrada de las oportunidades. Si se tomara una "bolsa" con todas las oportunidades alcanzadas por alguien, el porcentaje que concentrarían los deciles superiores (desde el sexto en adelante con particular énfasis en el 30% superior- sería muy significativo. En el otro extremo, los habitantes pertenecientes a los 3 deciles inferiores sólo alcanzarían una porción menor de ellas.

Tabla 4.1. Distribución de la accesibilidad en el total de la población

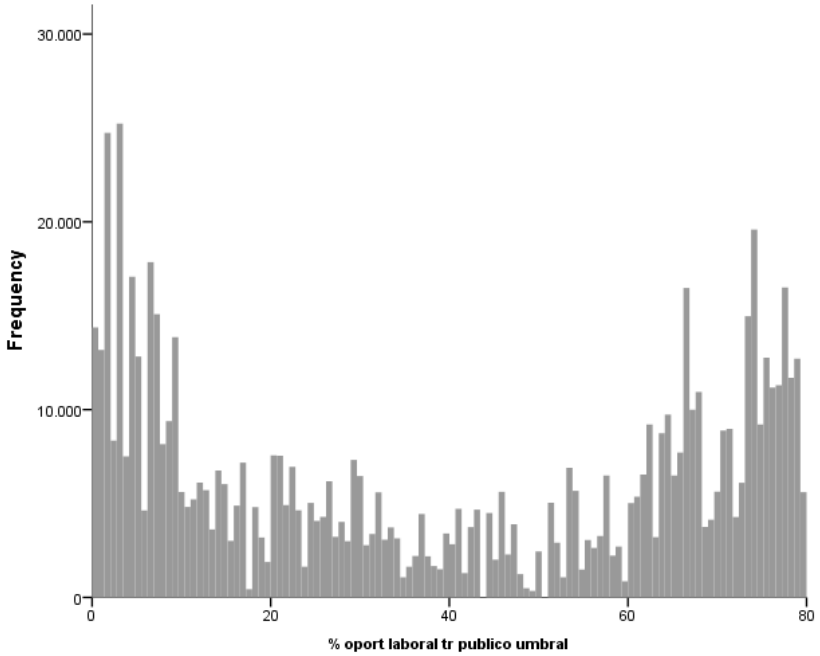
Media	39,71
Percentil 10	3,12
Percentil 20	6,9
Percentil 30	13,80
Percentil 40	24,49
Percentil 50	38,38
Percentil 60	56,53
Percentil 70	65,80
Percentil 80	72,08
Percentil 90	76,41

Fuente: elaboración propia

Al observar el escalonamiento de la distribución entre deciles, también es posible identificar un recorrido intercuartílico –distancia del valor de la variable entre el primer cuartil y el tercero- muy significativo de un valor mayor a 60. Esto sugiere que existe una proporción importante de de personas en niveles muy bajos, un salto muy importante en los valores que se produce en no más que el 30% de la población (entre el percentil 30 y el 60).

El histograma que se presenta a continuación ilustra esta situación que se podría resumir en una distribución bimodal con dos campanas pronunciadas hasta el valor 10 y otra significativa desde el valor 60. Se trata de información muy similar a la distribución por deciles recién descripta, pudiendo identificar en este caso la forma de la distribución. Confirma un patrón de concentración en tanto existen personas muy "ricas" en materia de accesibilidad y otras que se encuentran en el estrato inferior.

Gráfico 4.1. Histograma de frecuencias de accesibilidad a oportunidades laborales



Fuente: elaboración propia

A continuación se presenta la información discriminada por una de las variables clave en términos de equidad, el nivel socioeconómico. Concretamente, el nivel de ingresos del hogar de las personas, específicamente el quintil de ingresos en que se ubica. La tabla y gráfico que siguen dan cuenta de una lógica estratificada en materia de accesibilidad. La proporción de oportunidades laborales alcanzadas se ordenan de forma perfecta por quintil de ingresos. Como en otros estudios similares, es posible identificar una pauta de estratificación en la que los sectores más pobres

presentan niveles cuya variación respecto a la media es más significativa a la baja respecto a cualquier otro grupo. En efecto, mientras que el quintil 1 accede en promedio al 21% de las oportunidades, en el caso del quintil 2 esta cifra asciende a 32 y ya en el quintil 3 se ubica en el 43. Las diferencias entre cada quintil se van reduciendo hasta que entre los quintiles superiores la diferencia es marginal. También es destacable que el quintil 1 es también el grupo en el que menor desviación estándar se identifica por lo que probablemente se trate de grupos en los que se combinan periferización con pobreza. Resulta claro que el sistema de movilidad no resuelve esa combinación que se traduce directamente en muy bajos niveles de accesibilidad en términos relativos.

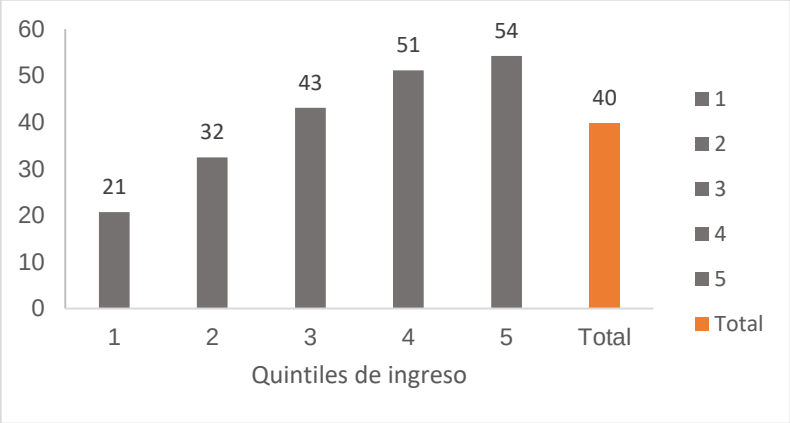
Tabla 4.2. Accesibilidad promedio y desvío estándar de la distribución de oportunidades laborales alcanzadas por quintil de ingresos

Quintil ingresos	Media	Desviación estándar
1	20,7	22,9
2	32,4	27,8
3	43,1	28,2
4	51,1	25,9
5	54,2	24,4
Total	39,7	28,7

Fuente: elaboración propia

El gráfico que sigue permite visualizar de forma más clara cómo son las personas en hogares de los quintiles 1 y 2 de ingresos los que se encuentran por debajo de la media de accesibilidad a oportunidades laborales. De todas formas, los individuos del quintil 2 no presentan tanta distancia como los del primer quintil, al tiempo que los restantes se ubican por encima de la media.

Gráfico 4.2. Accesibilidad promedio a oportunidades laborales por quintil de ingresos



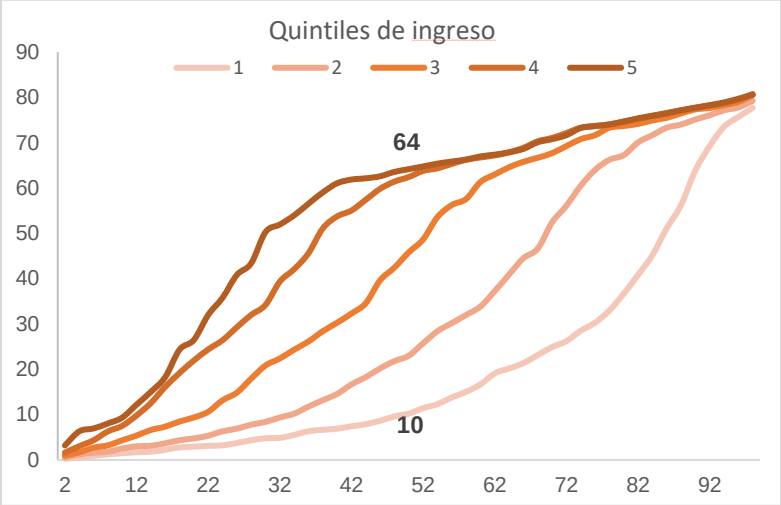
Fuente: elaboración propia

El gráfico que sigue permite analizar con algo más de detalle los patrones de desigualdad por nivel socioeconómica en materia de accesibilidad a oportunidades laborales. En el eje de las abscisas se presenta el porcentaje acumulado de individuos para cada perfil, mientras que en el de las ordenadas se hace lo propio con el valor de accesibilidad en que se ubica cada percentil. Es así que, por ejemplo, las cifras 64 y 10 señaladas en el gráfico indican el valor que corresponde al percentil 50 –o mediana- para el quintil más rico y más pobre respectivamente. En este ejemplo, la lectura indica una desigualdad signada por el hecho que mientras que el 50% de los individuos del quintil 5 alcanzan al menos el 64% de las oportunidades, en el quintil más pobre lo hacen al 10%.

La distancia entre las curvas de porcentajes acumuladas en dirección vertical indica entonces la distribución por percentiles para cada quintil. Allí es posible observar como el primer quintil de ingresos presenta una curva con escasa pendiente hasta el percentil 60 para comenzar a converger de forma muy lenta. La curva del quintil 2 presenta una brecha ya amplia para todos los percentiles y una lógica de convergencia y aumento de la pendiente mayor. Esta misma lógica se acentúa de forma notoria con el quintil tres, que a partir de la mediana ya encuentra convergencia con los quintiles más ricos. Los quintiles 4 y 5 presentan una distribución similar con una convergencia muy temprana. Lo que resulta clara es que la distancia vertical es pronunciada y da cuenta de una estructura acumulada que replica a todo su largo las diferencias entre quintiles de ingresos.

Esta lectura podría complementarse con una lectura horizontal de diferencias en el eje vertical. Este dato indicaría qué proporción de personas que se encuentran en determinado umbral de accesibilidad. Es así que en este caso la distancia vertical -dependiendo del umbral que se trate- da cuenta del porcentaje de personas por quintil ubicado en un nivel de accesibilidad más o menos deseable. Así por ejemplo, en los umbrales más bajos –por ejemplo 20% de oportunidades laborales o menos- el porcentaje de personas oscila entre el 12% en el quintil 5 y va creciendo hasta casi el 60% en el quintil más pobre. Una vez más, las brechas son mucho más significativas entre los extremos y entre el 20% más pobre y el resto de los estratos que entre los quintiles superiores.

Gráfico 4.3. Distribución acumulada en percentiles de accesibilidad promedio a oportunidades laborales por quintil de ingresos



Fuente: elaboración propia

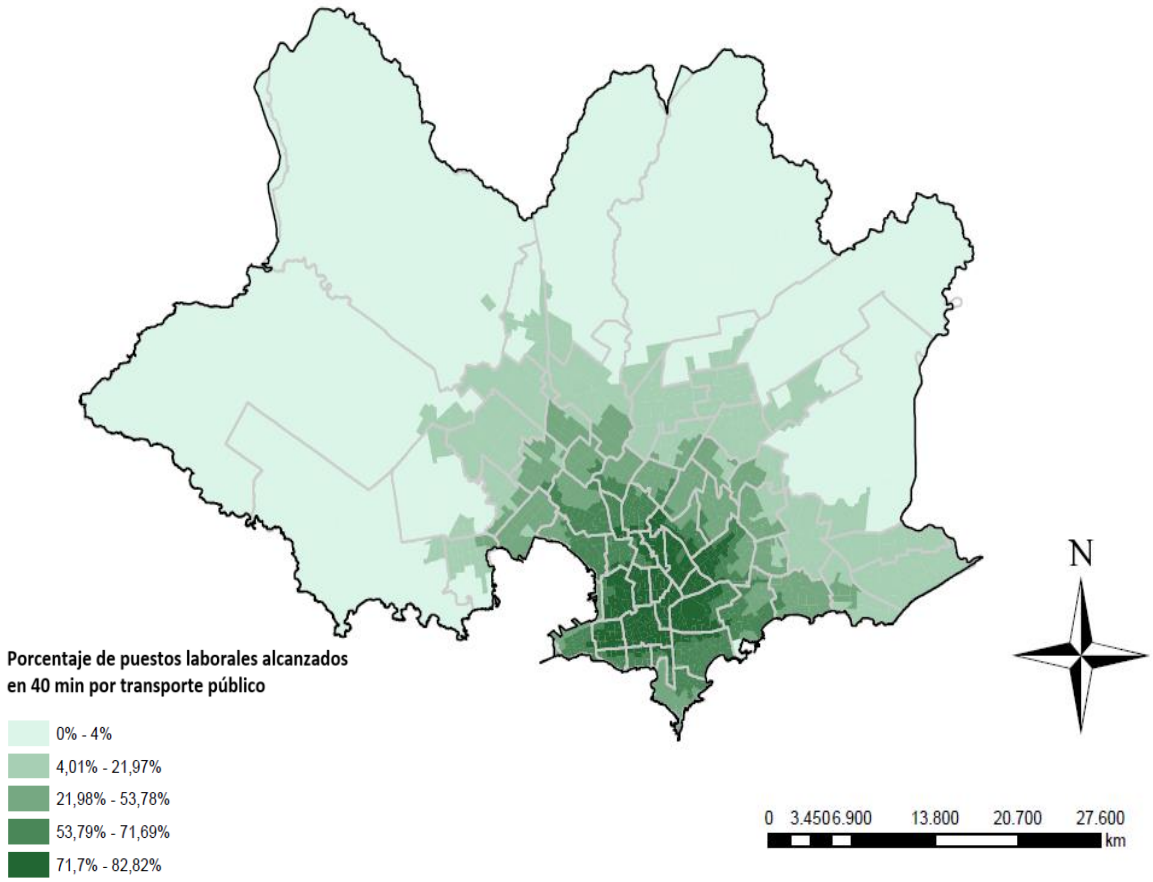
Para completar el análisis por ingresos, el gráfico que sigue presenta la dispersión por ingresos y niveles de accesibilidad en formato nube de puntos. Como era esperable, se aprecia la lógica bimodal a partir de una concentración de puntos en los dos extremos de la distribución de accesibilidad y con una densidad menor en los valores intermedios. Al mismo tiempo, estas nubes más concentradas se vuelcan al sector derecho –mayores ingresos- en el nivel alto de accesibilidad y a la izquierda –menores ingresos- en los niveles más bajos.

Gráfico 4.4. Diagrama de dispersión entre ingresos per cápita de los hogares y nivel de accesibilidad

Fuente: elaboración propia

En términos espaciales, el mapa de la ciudad de Montevideo presenta una lógica muy asimilable a la de "coronas" de accesibilidad. En ella es posible observar que en las zonas más alejadas del centro histórico comienza a disminuir el porcentaje de oportunidades alcanzadas. Es posible identificar un núcleo central con el porcentaje más alto (entre 7 y 8 de cada 10 oportunidades) que disminuye a la siguiente categoría en las zonas contiguas hacia la costa y hacia el norte en la periferia consolidada. En particular en ésta última conviven jurisdicciones en los dos quintiles inferiores. Algunas zonas del quintil 2 toman la forma de ejes que se van introduciendo en la periferia suburbana, la que de todas formas, se clasifica en su mayoría en el quintil de más baja accesibilidad (hasta el 4% de oportunidades potencialmente alcanzables).

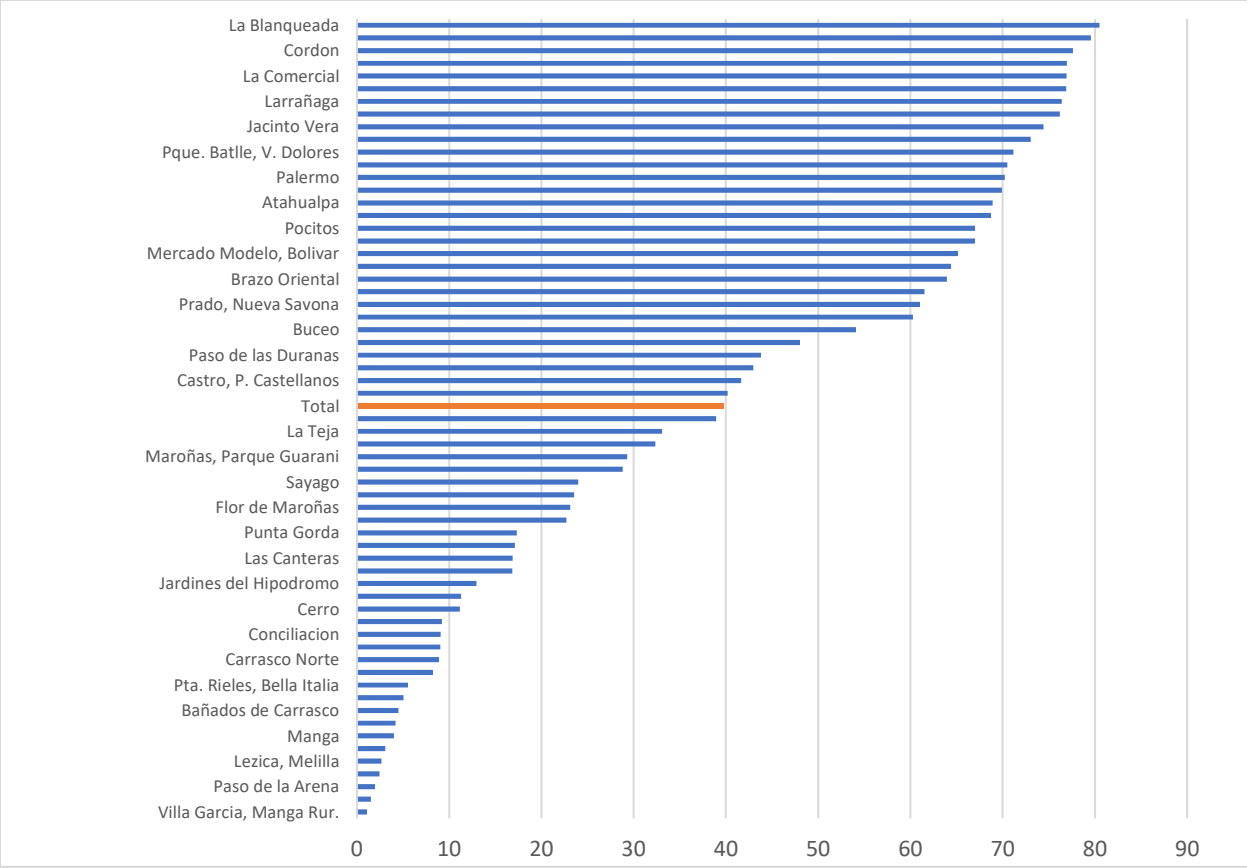
Figura 4.1. Porcentaje de oportunidades laborales alcanzadas viajando hasta 40 minutos por transporte público en Montevideo por segmento censal



NOTA: los grupos están determinados por los quintiles de accesibilidad a oportunidades laborales.
Fuente: elaboración propia en base a cartografía del Instituto Nacional de Estadística (INE).

En el propio mapa es posible observar los límites de los barrios de la capital y cómo los barrios centrales presentan los niveles más altos de accesibilidad. En el gráfico que sigue es posible observar de forma individual la situación de cada barrio para refrendar la noción general que ilustró el mapa recién analizado. Los barrios directamente centrales o con localización estratégica en relación a varios centros y subcentros como Cordón y La Blanqueada presentan los niveles más altos de accesibilidad, seguidos por algunos barrios costeros y de centralidades contiguas. Al ubicar la mirada en los barrios con accesibilidad por debajo de la media departamental se observa la emergencia de barrios periféricos, ya sea de la ciudad consolidada o de la periferia suburbana, éstos últimos ubicados en los últimos escalones en materia de accesibilidad.

Gráfico 4.5. Distribución de accesibilidad por barrio



Fuente: elaboración propia.

La información espacializada sugiere que el patrón socioeconómico recién analizado va de la mano de una estructura espacial igualmente estratificada. Resulta claro que además de aumentar la vulnerabilidad de determinados estratos claramente identificables, la accesibilidad como obstáculo al bienestar se encuentra localizado en determinados sectores de la ciudad.

4.2.Resultados de la modelización econométrica

Siguiendo con la estrategia empírica, en esta sección se presentan los resultados obtenidos a partir de la especificación de un modelo econométrico para analizar el rol de la accesibilidad laboral en la probabilidad de un individuo de estar o no desempleado. De este modo, en el siguiente cuadro se presenta el resultado del modelo.

Tabla 4.3. Resultado del modelo logit

Variables independientes	Estimación	S.E.	z val.	p-valor
Intercept	*-0,68*	*0,09*	*-7,65*	*0,00*
Edad (de 26 a 55)	*-1,51*	*0,06*	*-26,74*	*0,00*
Edad (más de 55)	*-2,05*	*0,1*	*-19,7*	*0,00*
Sexo (M = 1)	*0,29*	*0,05*	*5,43*	*0,00*
Jefe de hogar (jefe = 1)	*-0,62*	*0,06*	*-10,26*	*0,00*
Secundaria completa	*-0,3*	*0,09*	*-3,21*	*0,00*
Terciaria completa	*-0,34*	*0,07*	*-5,12*	*0,00*
Motorización	*-0,48*	*0,05*	*-9,1*	*0,00*
Hogares con 1 NBI (% por segm.)	*0,26*	*0,49*	*0,53*	*0,59*
Accesibilidad TP	*-0,49*	*0,11*	*-4,47*	*0,00*
Observations: 23578				
$\chi^2(9) = 1.596{,}14$, p = 0,00				
Pseudo-R^2 (McFadden) = 0,12				
AIC = 11.218,57 / BIC = 11.299,25				

De la tabla anterior se pueden extraer importantes resultados. En primer lugar, resaltar que todos los coeficientes tienen el signo esperable en lo que refiere a la explicar la probabilidad de un individuo de estar desempleado. En efecto, se puede observar que, dado todo lo demás constante:

- tener una edad entre 26 y 55 años disminuye la probabilidad de estar desempleado respecto a alguien de menor edad;
- esta probabilidad es aún menor si se tiene más de 55 años;
- ser mujer aumenta la probabilidad de estar desempleado respecto a ser hombre;
- ser jefe de hogar disminuye probabilidad de estar desempleado;
- tener completos los niveles de educativos secundarios y terciarios disminuye la probabilidad de estar desempleado en similar magnitud;
- contar con vehículo privado en el hogar disminuye la probabilidad de estar desempleado;
- y finalmente, contar con mayores niveles de accesibilidad a las fuentes de empleo disminuye la probabilidad de estar desempleado.

De este modo, es posible destacar dos resultados que son de gran relevancia para esta investigación. Por un lado, está el hecho de que, como ya se había adelantado, el efecto barrio no pudo ser capturado, lo cual puede deberse a que no se está logrando capturar con una variable adecuada o que efectivamente dicho efecto no resulta ser significativo. Por otro lado, y quizás el resultado más importante para esta investigación, es que la variable de accesibilidad resulta ser significativa y en la dirección señalada por la literatura, es decir, mostrando que el hecho de vivir en una zona con baja accesibilidad laboral tiene implicancias negativas sobre la probabilidad de un individuo de estar desempleado y lo opuesto cuando se vive en zonas de alta accesibilidad.

Todo esto, con independencia de las variables centrales marcadas por la literatura económica a la hora de predecir el desempeño de los individuos en el mercado laboral.

En otras palabras, la evidencia muestra que mejorar la accesibilidad a los puestos de trabajo tiene un efecto positivo sobre el empleo al disminuir la probabilidad de una persona de estar desempleada.

No hay duda de que este es un resultado robusto, aunque es necesario destacar el riesgo de presencia de sesgos en los resultados debido a un problema de variable omitida producto de potencial endogeneidad entre la variable accesibilidad y desempleo (ver Ihlanfeldt 2006 para un completo análisis de los mecanismos por los cuales se de esta endogeneidad). Este efecto no capturado por el modelo nos lleva a ser cautelosos con las conclusiones respecto a la magnitud del coeficiente hallado. En la literatura este problema suele ser abordado mediante la inclusión de variables instrumentales. Si bien este problema puede estar presente, también es importante destacar que la especificación del modelo considera un conjunto de variables que controlan por otros efectos no relacionados a la accesibilidad que logran aislar efectivamente la variable en estudio, por lo que confiamos en que el potencial sesgo del coeficiente estimado no afectaría significativamente los resultados. Sin embargo, al no contar con total certeza, se concluye sobre la evidencia de que efectivamente existe una relación negativa entre accesibilidad y probabilidad de estar desempleado, dejando a un lado un análisis específico sobre la magnitud del impacto. De la misma forma, más allá que toda la reflexión conceptual en la literatura abonaría la existencia de una relación causal, estrictamente hablando, estos resultados no son un test que permita afirmar esta causalidad de forma tajante. Una vez más, estas precauciones no apuntan a ningún aspecto fundante de estos hallazgos ni de su robustez. De todas formas es recomendable tenerlas en cuenta a la hora de su análisis.

5. Consideraciones finales

El objetivo del proyecto de investigación reportado en este informe tenía dos grandes componentes. El primero era la cuantificación de los niveles de accesibilidad por transporte público en la ciudad de Montevideo y la identificación de patrones sociales y espaciales de distribución de dicha accesibilidad. El segundo tenía ambiciones explicativas y se preguntaba si existía alguna incidencia del hecho de contar o no con accesibilidad a oportunidades laborales en el desempeño laboral de las personas. Ambos objetivos se cumplieron cabalmente y permitieron llegar a respuestas que contribuyen a una discusión más general sobre movilidad y equidad en entornos urbanos.

Para cumplir con estos objetivos, a lo largo del proyecto se construyó una medida espacializada de localización de oportunidades laborales, se elaboró una matriz de tiempos entre segmentos censales, se especificaron y calcularon indicadores de accesibilidad territorial por transporte público de oportunidades acumuladas con criterio dicotómico de impedancia y, finalmente, se especificó y estimó un modelo econométrico que diera cuenta del impacto de la accesibilidad a oportunidades laborales *ceteris paribus* un conjunto de factores individuales y territoriales. Concretamente se trató de un modelo cuya variable dependiente era la condición de empleado o desempleado del individuo activo. Para la concreción de cada una de estas actividades, en el marco del proyecto se identificaron y utilizaron fuentes de información, metodologías de cálculo, depuración y análisis operativo que por sí mismo contribuyen a la generación de conocimiento en el área del problema de estudio.

En relación a los hallazgos más relevantes que surgieron a lo largo de la investigación se pueden destacar los siguientes:

- En promedio cada persona activa en la ciudad de Montevideo alcanza un total de 39,7 % de las oportunidades laborales existentes en el departamento viajando hasta 40 minutos por transporte público. Este promedio esconde un patrón disperso entre los extremos de la distribución. Al observar el escalonamiento de la distribución entre deciles, también es posible identificar un recorrido intercuartílico –distancia del valor de la variable entre el primer cuartil y el tercero- muy significativo de un valor mayor a 60 (en puntos porcentuales). La dispersión y la forma de distribución de los valores, sugieren dos elementos destacables. El primero es que una porción muy relevante de la población (entre 6 y 7 de cada 10) se encuentra o bien en el extremo inferior o bien en el extremo superior de accesibilidad. Asimismo, también ilustra la existencia de un patrón muy relevante de concentración, esto es, que quienes mayores niveles de accesibilidad tienen, presentan valores muy por encima de quienes presentan los valores menores.
- La distribución desigual recién descripta no es indiferente a otras variables. En efecto, al analizar la distribución de oportunidades por estrato socioeconómico, es posible identificar un patrón completamente estratificado por quintiles de ingreso per cápita. Los sectores más pobres presentan niveles cuya variación respecto a la media es más significativa a la

baja respecto a cualquier otro grupo. En efecto, mientras que el quintil 1 accede en promedio al 21% de las oportunidades, en el caso del quintil 2 esta cifra asciende a 32 %y ya en el quintil 3 se ubica en el 43%. Las diferencias entre cada quintil se van reduciendo hasta que entre los quintiles superiores la diferencia es marginal. También es destacable que el quintil 1 es también el grupo en el que menor desviación estándar se identifica por lo que probablemente se trate de grupos en los que se combinan periferización con pobreza.

- En materia espacial Montevideo presenta una lógica muy asimilable a la de "coronas" de accesibilidad. En ella es posible observar que en las zonas más alejadas del centro histórico comienza a disminuir el porcentaje de oportunidades alcanzadas. Es posible identificar un núcleo central con el porcentaje más alto (entre 7 y 8 de cada 10 oportunidades) que disminuye a la siguiente categoría en las zonas contiguas hacia la costa y hacia el norte en la periferia consolidada. En particular en ésta última conviven jurisdicciones en los dos quintiles inferiores. Algunas zonas del quintil 2 toman la forma de ejes que se van introduciendo en la periferia suburbana, la que de todas formas, se clasifica en su mayoría en el quintil de más baja accesibilidad (hasta el 4% de oportunidades potencialmente alcanzables). La ciudad se podría dividir en diferentes regiones en función de los niveles de accesibilidad, en parte fruto de una lógica monocéntrica con gran concentración de actividades
- En cuanto a la pregunta de carácter explicativo, del modelo econométrico surgen indicios de que la accesibilidad territorial a las oportunidades laborales presenta poder explicativo para determinar la probabilidad de un individuo de estar desempleado. Esta variable, controlando por un conjunto de factores individuales y territoriales, presenta coeficientes con la dirección esperada y estadísticamente significativos. Aquellos individuos con menores niveles de accesibilidad tienden a aumentar la probabilidad de encontrarse desempleados, más allá de los factores ampliamente reconocidos como predictores del desempeño laboral.

Volviendo a las preguntas originales del proyecto de investigación, estos hallazgos permiten esbozar algunas reflexiones. La primera es que la accesibilidad territorial ilustra una dimensión significativa en materia de equidad urbana. En la actualidad, Montevideo presenta un patrón regresivo en cuanto a desigualdad, que reproduce en buena medida la desigualdad en distribución del ingreso. Los sectores más pobres tienden a tener en la accesibilidad, una barrera más a la hora de lograr niveles básicos de bienestar, en este caso a través del canal del empleo. Es así que la evidencia aquí aportada contribuye a la cuantificación y comprensión de los patrones de desigualdad en la ciudad.

Al combinar las desigualdades sociales con las territoriales, resultó claro que el patrón socioeconómico iba de la mano de una estructura espacial igualmente estratificada. Esto significa que además de aumentar la vulnerabilidad de determinados estratos claramente identificables, la accesibilidad como obstáculo al bienestar se encuentra localizado en determinados sectores de la ciudad. En buena medida, los datos sugieren que nos encontramos frente a dos dimensiones de

segmentación, cristalizadas en la dimensión de la accesibilidad. Desde la discusión del desarrollo social en la ciudad, se convierte en una problemática estructural donde las lógicas de vulnerabilidad se retroalimentan.

En relación a la comprensión de la existencia del desempleo en una ciudad, este proyecto presenta evidencia categórica de la necesidad de incorporar la dimensión espacial. La accesibilidad en tanto medida potencial es uno de los rasgos que contribuye u obstaculiza el acceso efectivo a un empleo en la ciudad. Más allá del peso específico de esta variable, estos resultados confirman que es uno de los factores relevantes que deberían ser tenidos en cuenta para generar modelos de desempleo en el contexto de una aglomeración urbana donde el territorio cobra relevancia. Por otra parte, el proyecto viene a respaldar las especulaciones intuitivas de estudios anteriores en los que se diagnostica la accesibilidad y se da por sentado su rol como obstáculo de los sectores populares para acceder a las oportunidades.

Más allá que la evidencia aquí presentada no permite tomar medidas localizadas –territorial o sectorialmente- de política, deja en evidencia algunos puntos centrales para el desarrollo urbano. Da cuenta de un conjunto específico de personas en las que lógicas de vulnerabilidad se combinan: aquellas que viven en hogares pobres de zonas periféricas de la ciudad. Resulta claro que el sistema de movilidad no resuelve esa combinación que se traduce directamente en muy bajos niveles de accesibilidad en términos relativos. Aquellas zonas con alta densidad de personas y bajos niveles de accesibilidad se convierten entonces en territorios prioritarios para la intervención.

Asimismo, estos resultados sí son categóricos en cuanto a la orientación deseable de políticas de movilidad sustentable. La evidencia sostiene de forma sólida que cuando se mejora el transporte público se está beneficiando a los más pobres y a quienes viven en zonas periféricas –o a quienes se encuentran bajo esa doble condición. Esos beneficios tienen que ver con el traslado en sí mismo pero, como muestran los resultados de este proyecto, también con la probabilidad de estar desempleados. Ahora bien, el proyecto también invita a ser cauteloso en cuanto a las mejoras en el sistema de movilidad. Los datos obtenidos dan muestra que una mejora que se centre en zonas centrales efectivamente tendrá beneficios relevantes en materia de sustentabilidad ambiental y social, pero es posible que no lo tenga en materia de accesibilidad. Esto no quita que sean buenas noticias para la ciudad, pero, lo expuesto hasta aquí debería llamar la atención a que el norte de los proyectos de movilidad debería ser la mejora de la accesibilidad entre los ciudadanos que se encuentran en los extremos inferior de la escala. Es aparente que son esos los tipos de intervenciones desde la política pública cuyo efecto sobre la equidad serán relevantes.

Como se dejó entrever con anterioridad, el logro de los objetivos del proyecto cuyo informe final se presentó aquí, implica una serie de contribuciones significativas en varias áreas. Sus hallazgos y conclusiones alimentan la discusión sociológica sobre equidad e igualdad urbana, la desarrollada desde la economía sobre los factores determinantes del desempleo urbano así como la relacionada a la movilidad y desarrollo sustentable desde los estudios urbanos y las disciplinas conexas. De la misma forma, los resultados alcanzados podrán alimentar varias discusiones sobre políticas públicas, en particular en el sector movilidad pero también en relación a la planificación urbana y políticas más generales de integración social y promoción del empleo.

En otro orden, este proyecto constituye avances significativos en materia de generación de insumos, en particular en lo relacionado a la localización de oportunidades laborales, la calibración de matrices de tiempos para varios modos así como la estimación de modelos econométricos con la accesibilidad territorial como variable explicativa. Todos estos frentes de avance, son al mismo tiempo ámbitos con espacio para la introducción de mejoras en futuros trabajo de investigación.

6. Referencias

Andersson, Fredrik, John C. Haltiwanger, Mark J. Kutzbach, Henry O. Pollakowski, y Daniel H. Weinberg. 2018. «Job Displacement and the Duration of Joblessness: The Role of Spatial Mismatch». *The Review of Economics and Statistics* 100 (2): 203-18. https://doi.org/10.1162/REST_a_00707.

Ascher, Francois. 2005. «Ciudades con velocidad y movilidad múltiples: un desafío para los arquitectos, urbanistas y políticos». *Revista ARQ*, 11-19.

Boisjoly, Geneviève, Ana Isabel Moreno-Monroy, y Ahmed El-Geneidy. 2017. «Informality and Accessibility to Jobs by Public Transit: Evidence from the São Paulo Metropolitan Region». *Journal of Transport Geography* 64 (octubre): 89-96. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.08.005.

Carlsson, Magnus, Abdulaziz Abrar Reshid, y Dan-Olof Rooth. 2018. «Neighborhood Signaling Effects, Commuting Time, and Employment: Evidence from a Field Experiment». *International Journal of Manpower* 39 (4): 534-49. https://doi.org/10.1108/IJM-09-2017-0234.

Cass, Noel, Elizabeth Shove, y John Urry. 2005. «Social exclusion, mobility and access». *Sociological Review* 53: 539-55.

Cebollada, Angel. 2008. «Mobility and labour market exclusion in the Barcelona Metropolitan Region». *Journal of Transport Geography* 17 (3): 226-33.

Church, A., M. Frost, y K. Sullivan. 2000. «Transport and social exclusion in London». *Transport Policy* 7: 195-205.

Currie, Graham. 2010. «Quantifying Spatial Gaps in Public Transport Supply Based on Social Needs». *Journal of Transport Geography* 18 (1): 31-41. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2008.12.002.

Currie, Graham, y Alexa Delbosc. 2011. «Exploring the trip chaining behaviour of public transport users in Melbourne». *Transport Policy* 18: 204-10.

Détang-Dessendre, Cécile, y Carl Gaigné. 2009. «Unemployment Duration, City Size, and the Tightness of the Labor Market». *Regional Science and Urban Economics* 39 (3): 266-76. https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2009.01.003.

Dujardin, Claire, Harris Selod, y Isabelle Thomas. 2008. «Residential Segregation and Unemployment: The Case of Brussels». *Urban Studies* 45 (1): 89-113. https://doi.org/10.1177/0042098007085103.

Gibbons, Stephen, Teemu Lyytikäinen, Henry G. Overman, y Rosa Sanchis-Guarner. 2012. «New Road Infrastructure: The Effects on Firms». *Journal of Urban Economics* 110: 35-50. https://doi.org/10.1016/j.jue.2019.01.002.

Gobillon, Laurent, Harris Selod, y Yves Zenou. 2007. «The Mechanisms of Spatial Mismatch». *Urban Studies* 44: 2401-27.

Grieco, M. 2003. «Transport and social exlusion: new policy grounds, new policy options». En *10th International Conference on Travel Behaviour Research*. Lucerne.

Gutierrez, Andrea. 2012. «¿Qué es la movilidad? Elementos para (re) construir las definiciones básicas del campo del transporte». *Bitácora Urbano Territorial* 2 (2012).

Hansen, Walter G. 1959. «How Accessibility Shapes Land Use». *Journal of the American Institute of Planners* 25 (2): 73-76. https://doi.org/10.1080/01944365908978307.

Hansz, Martín, Diego Hernández, y Elías Rubinstein da Silva. 2018. «¿Qué implica la accesibilidad en el diseño e implementación de políticas públicas urbanas?: Concepto,

instrumentos para su evaluación y su rol en la planificación de la movilidad urbana». Inter-American Development Bank. https://doi.org/10.18235/0001469.

Hernández, Diego. 2012a. «Activos y estructuras de oportunidades de movilidad. Una propuesta analítica para el estudio de la accesibilidad por transporte público, el bienestar y la equidad». *Revista EURE* 38 (115): 117-35.

———. 2012b. *El transporte público y los desafíos del bienestar. Movilidad y accesibilidad en sectores populares de la ciudad de Montevideo*. Santiago de Chile: Doctorado en Arquitectura y Estudios Urbanos, Universidad Católica de Chile.

Hernandez, Diego. 2017. «Uneven Mobilities, Uneven Opportunities: Social Distribution of Public Transport Accessibility to Jobs and Education in Montevideo». *Journal of Transport Geography*, septiembre. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.08.017.

Houston, Donald. 2005. «Employability, Skills Mismatch and Spatial Mismatch in Metropolitan Labour Markets». *Urban Studies* 42 (2): 221-43. https://doi.org/10.1080/0042098042000316119.

Ihlanfeldt, Keith R. 2006. «A Primer on Spatial Mismatch within Urban Labor Markets». En *A Companion to Urban Economics*, editado por Richard J. Arnott y Daniel P. McMillen, 404-17. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd. https://doi.org/10.1002/9780470996225.ch24.

Johnson, Daniel, Marco Ercolani, y Peter Mackie. 2017. «Econometric Analysis of the Link between Public Transport Accessibility and Employment». *Transport Policy* 60 (noviembre): 1-9. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.08.001.

Kain, John. 1992. «The Spatial Mismatch Hypothesis: Three Decades Later». *Housing Policy Debate* 3: 371-92.

Kain, John F. 1968. «Housing Segregation, Negro Employment, and Metropolitan Decentralization». *The Quarterly Journal of Economics* 82 (2): 175. https://doi.org/10.2307/1885893.

Kaufmann, Vincent. 2002. *Re-thinking Mobility. Contemporary Sociology*. Aldershot (England) y Burlington (USA): Ashgate.

———. 2011. *Rethinking the City: Urban Dynamics and Motility*. Milton Park, Abingdon, Oxon; New York, NY; Lausanne, Switzerland: Routledge ; EPFL Press.

Kaufmann, Vincent, Manfred Max Bergman, y Dominique Joye. 2004. «Motility: mobility as capital». *International Journal of Urban and Regional Research* 28: 745-56.

Kawabata, Mizuki. 2003. «Job Access and Employment among Low-Skilled Autoless Workers in US Metropolitan Areas». *Environment and Planning A: Economy and Space* 35 (9): 1651-68. https://doi.org/10.1068/a35209.

Kaztman, Ruben. 2010. «La dimensión espacial de la cohesión social en América Latina». En *Cohesión social en América Latina. Una revisión de conceptos, marcos de referencia e indicadores*. Santiago: CEPAL. internal-pdf://CEPAL 10 cohesion soc tiene texto kaztman segregacion etc-3436510720/CEPAL 10 cohesion soc tiene texto kaztman segregacion etc.pdf.

Lucas, Karen. 2012. «Transport and Social Exclusion: Where Are We Now?» *Transport Policy* 20 (marzo): 105-13. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.01.013.

Lucas, Karen, Bert van Wee, y Kees Maat. 2016. «A Method to Evaluate Equitable Accessibility: Combining Ethical Theories and Accessibility-Based Approaches». *Transportation* 43 (3): 473-90. https://doi.org/10.1007/s11116-015-9585-2.

Miralles-Guasch, Carme. 2006. *Usos del tiempo y movilidad*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona.

Ong, P, y D Houston. 2002. «Transit, employment, and women on welfare». *Urban Geogr. 23 (4), 344–364*.

Östh, John, Martina Dolciotti, Aura Reggiani, y Peter Nijkamp. 2018. «Social Capital, Resilience and Accessibility in Urban Systems: A Study on Sweden». *Networks and Spatial Economics* 18 (2): 313-36. https://doi.org/10.1007/s11067-017-9375-9.

Östh, John, J Lyhagen, y Aura Reggiani. 2016. «A new way of determining distance decay parameters in spatial interaction models with application to job accessibility analysis in Sweden». *European Journal of Transport and Infrastructure Research* 16 (2): 344-62.

Östh, John, Aura Reggiani, y Giacomo Galiazzo. 2014. «Novel Methods for the Estimation of Cost–Distance Decay in Potential Accessibility Models». En *Accessibility and Spatial Interaction*, de Ana Condeço-Melhorado, Aura Reggiani, y Javier Gutiérrez, 15-37. Edward Elgar Publishing. https://doi.org/10.4337/9781782540731.00008.

Páez, Antonio, y Darren M. Scott. 2004. «Spatial Statistics for Urban Analysis: A Review of Techniques with Examples». *GeoJournal* 61 (1): 53-67. https://doi.org/10.1007/s10708-005-0877-5.

Patacchini, Eleonora, y Yves Zenou. 2005. «Spatial Mismatch, Transport Mode and Search Decisions in England». *Journal of Urban Economics* 58 (1): 62-90. https://doi.org/10.1016/j.jue.2005.01.005.

Pissarides, Christopher A. 2011. «Equilibrium in the Labor Market with Search Frictions». *American Economic Review* 101 (4): 1092-1105. https://doi.org/10.1257/aer.101.4.1092.

Rogers, Cynthia L. 1997. «Job Search and Unemployment Duration: Implications for the Spatial Mismatch Hypothesis». *Journal of Urban Economics* 42 (1): 109-32. https://doi.org/10.1006/juec.1996.2017.

Sanchez, Thomas W. 1999. «The Connection Between Public Transit and Employment: The Cases of Portland and Atlanta». *Journal of the American Planning Association* 65 (3): 284-96. https://doi.org/10.1080/01944369908976058.

Urry, John. 2007. *Mobilities*. Cambridge y Malden: Polity Press.

Wasmer, Etienne, y Yves Zenou. 2006. «Equilibrium Search Unemployment with Explicit Spatial Frictions». *Labour Economics* 13 (2): 143-65. https://doi.org/10.1016/j.labeco.2004.09.002.

Wilson, William Julios. 1998. «When Work Disappears: New Implications for Race and Urban Poverty in the Global Economy». Centre for Analysis of Social Exclusion London School of Economics.

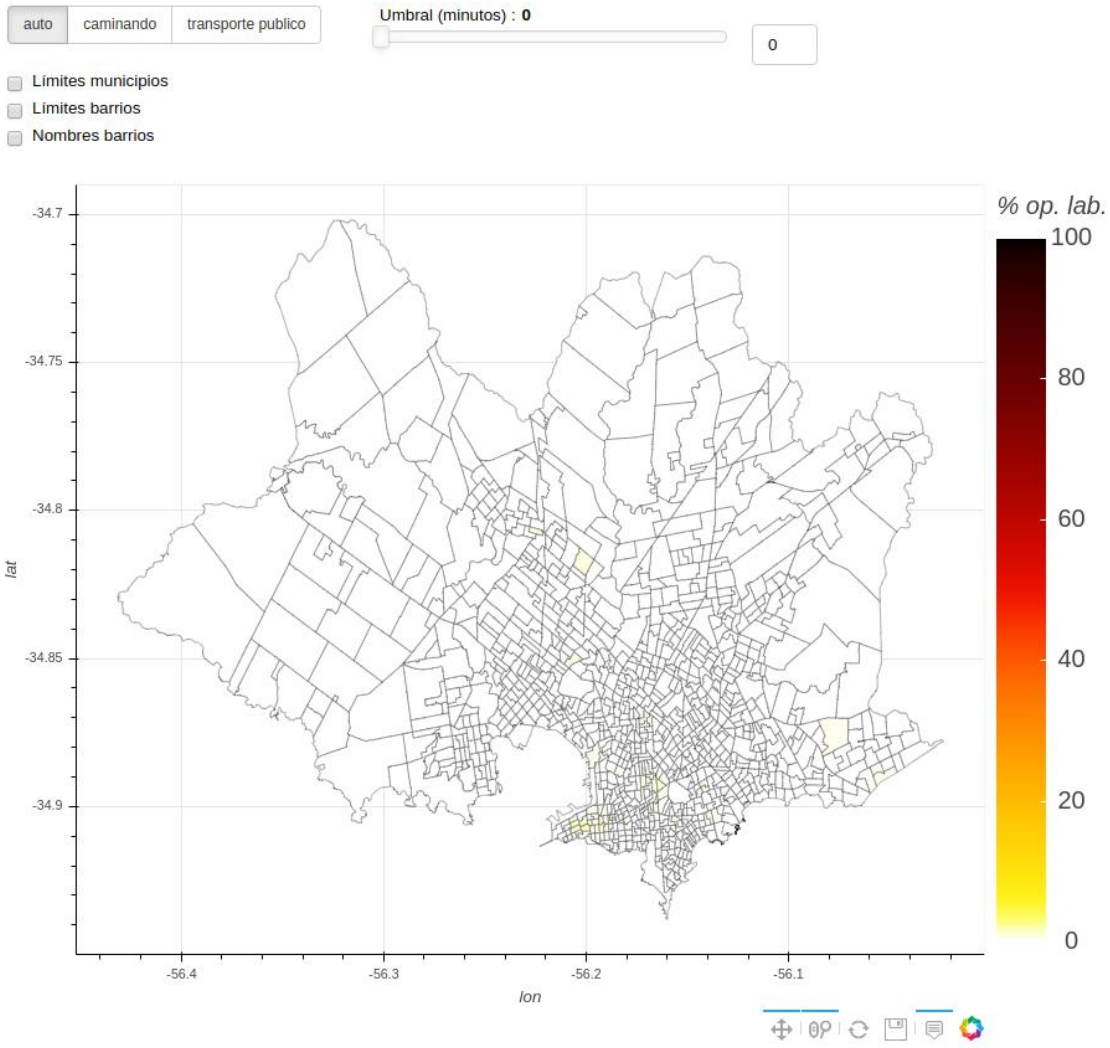
Yi, Chang. 2006. «Impact of Public Transit on Employment Status: Disaggregate Analysis of Houston, Texas». *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1986 (1): 137-44. https://doi.org/10.1177/0361198106198600117.

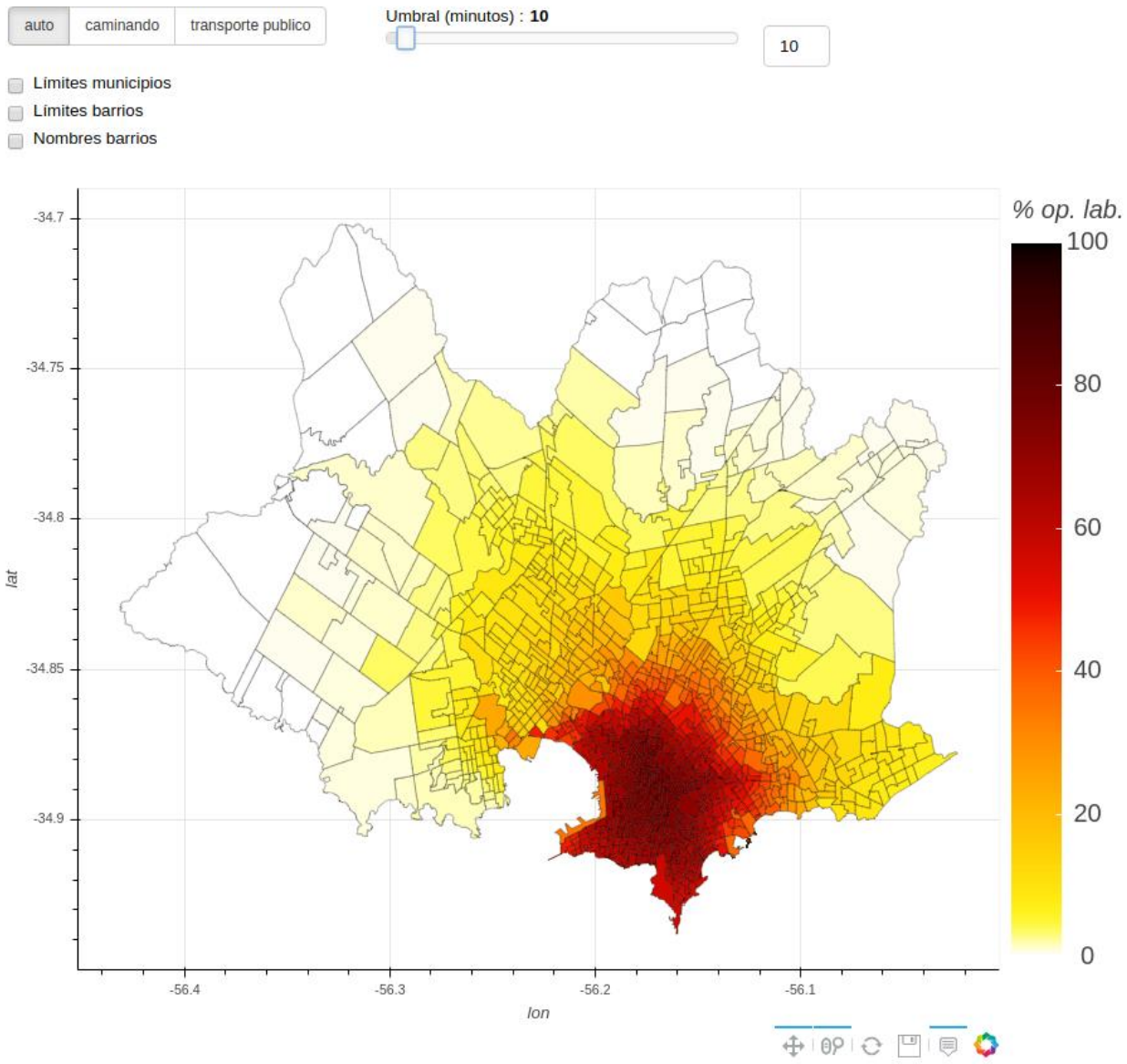
Zax, Jeffrey S., y John F. Kain. 1996. «Moving to the Suburbs: Do Relocating Companies Leave Their Black Employees Behind?» *Journal of Labor Economics* 14 (3): 472-504. https://doi.org/10.1086/209819.

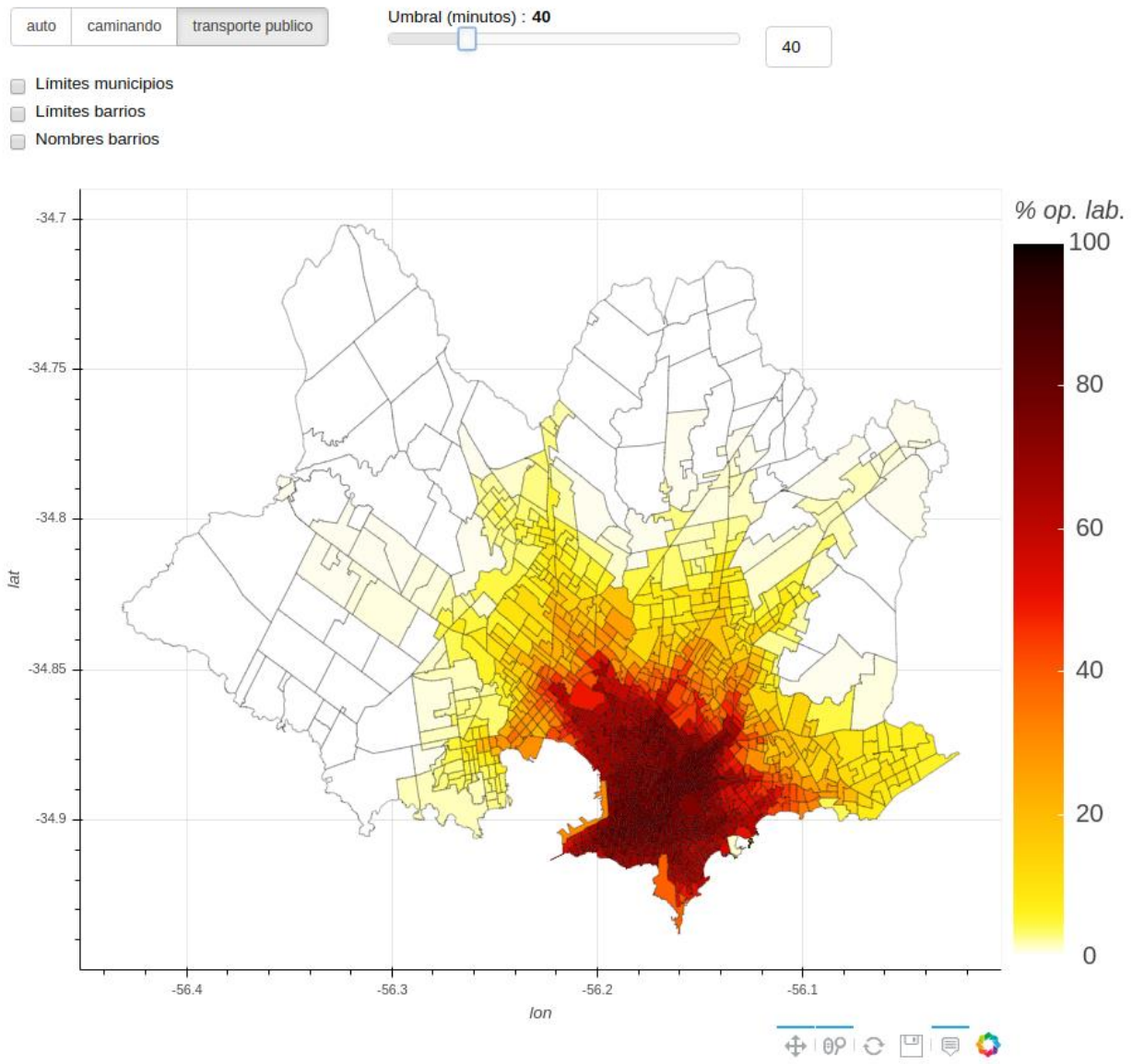
Zenou, Yves. 2002. «How Do Firms Redline Workers?» *Journal of Urban Economics* 52 (3): 391-408. https://doi.org/10.1016/S0094-1190(02)00526-0.

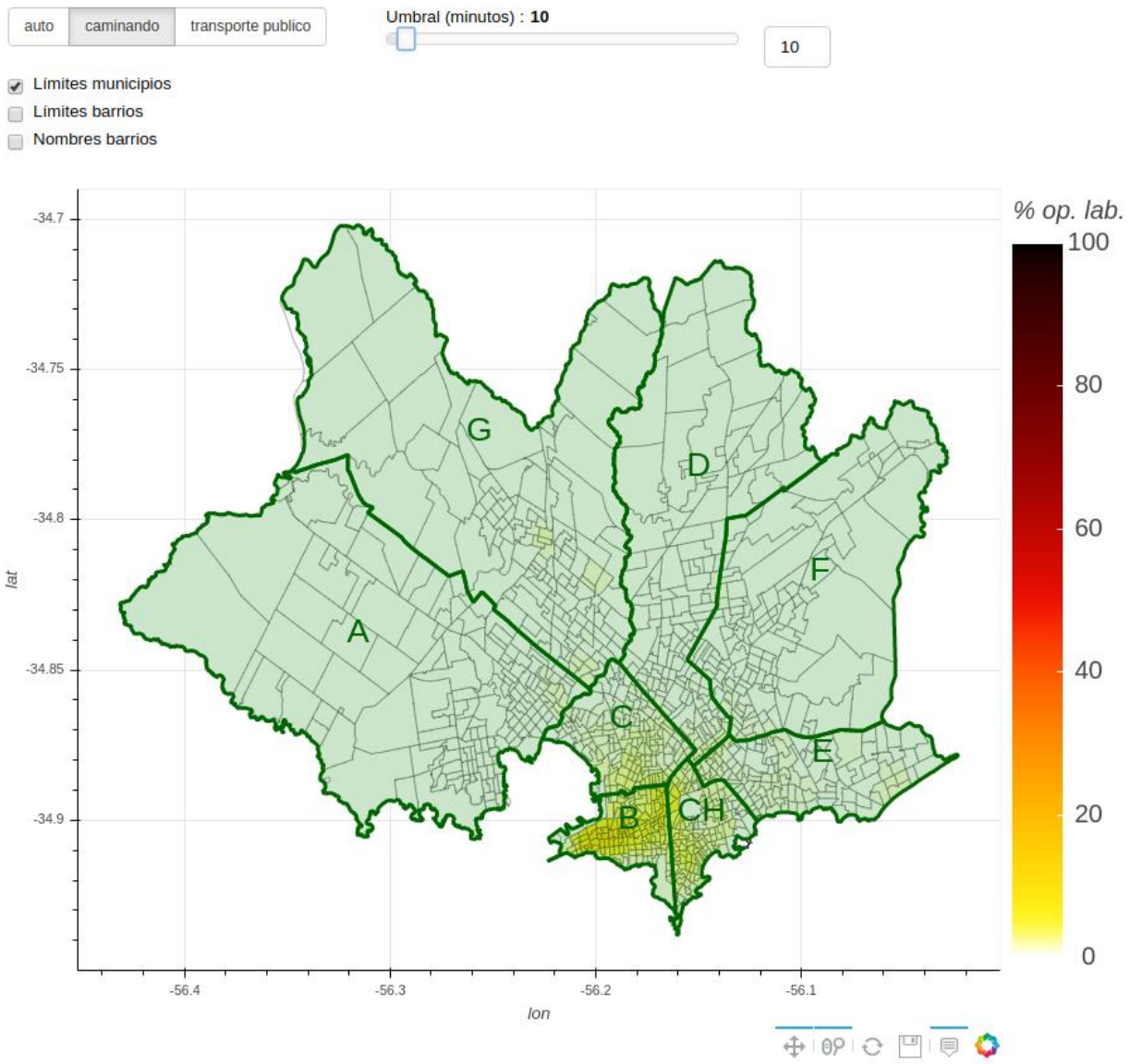
Anexo 1. Capturas de pantalla herramienta de visualización de resultados

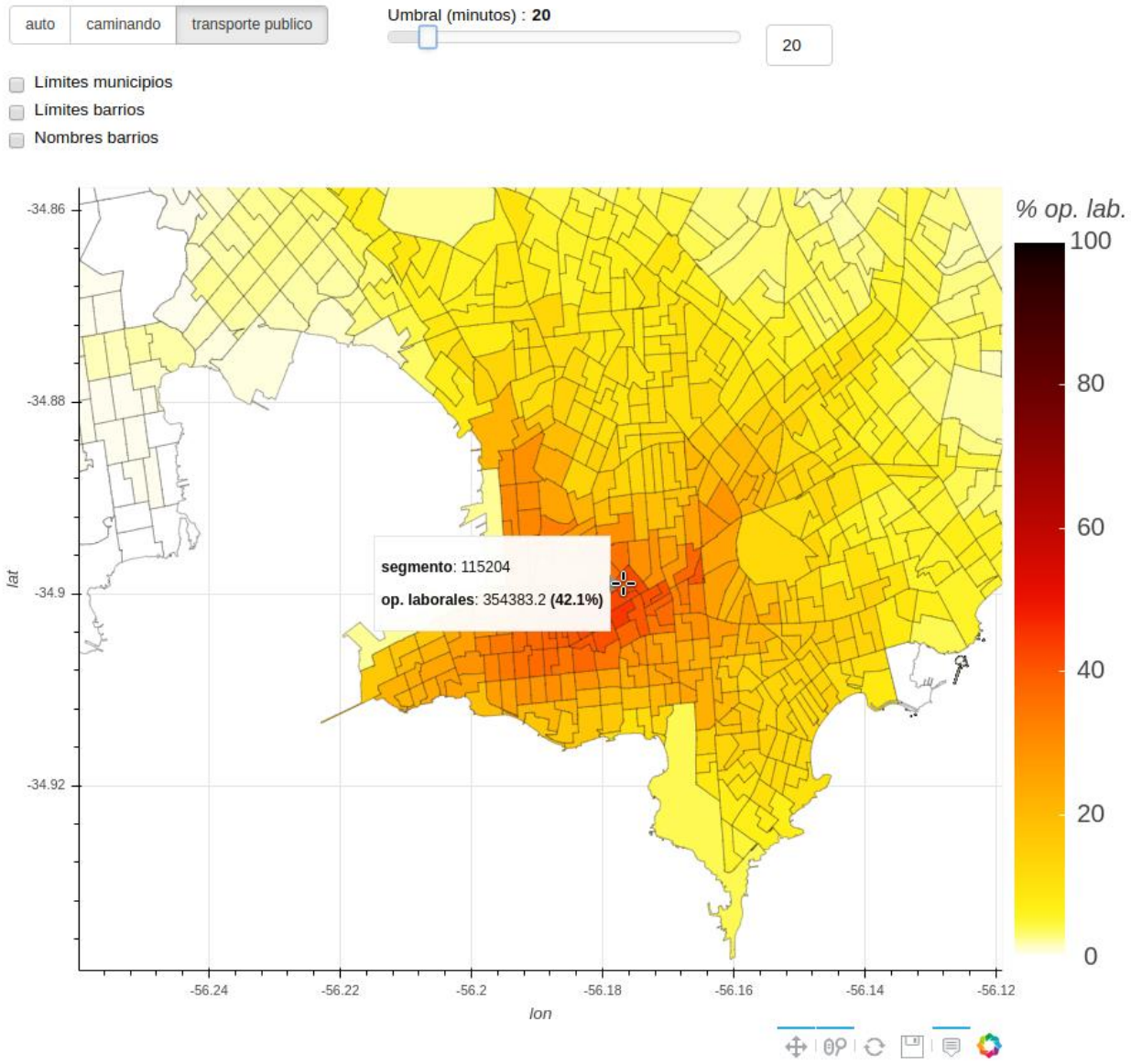
A continuación se presenta un conjunto de capturas de pantalla que permite observar los rasgos básicos de la herramienta on-line de visualización de resultados. Ésta permitirá realizar consultas que arrojan resultados de accesibilidad para distintos umbrales de tiempo –en minutos- y modos de transporte. Asimismo, para contar con opciones de mayor legibilidad, la herramienta admite la colocación de capas con los límites de municipios y barrios, así como incluir etiquetas con los nombres de éstos últimos.




auto
caminando
transporte publico
Umbral (minutos) : 10
10
Límites municipios
Límites barrios
Nombres barrios
% op. lab.
100
80
60
40
20
0
-34.7
-34.75
-34.8
-34.85
-34.9
lat
-56.4
-56.3
-56.2
-56.1
lon


auto
caminando
transporte publico
Umbral (minutos) : 40
40
Límites municipios
Límites barrios
Nombres barrios
% op. lab.
100
80
60
40
20
0
-34.7
-34.75
-34.8
-34.85
-34.9
lat
-56.4
-56.3
-56.2
-56.1
lon


auto
caminando
transporte publico
Umbral (minutos) : 10
10
Límites municipios
Límites barrios
Nombres barrios
% op. lab.
100
80
60
40
20
0
-34.7
-34.75
-34.8
-34.85
-34.9
lat
-56.4
-56.3
-56.2
-56.1
lon
A
B
CH
C
D
E
F
G


auto
caminando
transporte publico
Umbral (minutos) : 20
20
Limites municipios
Limites barrios
Nombres barrios
% op. lab.
100
80
60
40
20
0
-34.86
-34.88
-34.9
-34.92
lat
-56.24
-56.22
-56.2
-56.18
-56.16
-56.14
-56.12
lon
segmento: 115204
op. laborales: 354383.2 (42.1%)