

PAIN 2019

Programa de apoyo a la iniciación en la investigación

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

La desigualdad latente: el costo del tiempo del peatón en el acceso a las centralidades económicas. El caso del cruce en la intersección de la Avenida Javier Prado con Francisco Masías.

AUTORES:

Mejía Chupillón, Xenia Grecia
Quispe Parra, George Richar

FACULTAD - ESPECIALIDAD:

Ciencias Sociales - Economía

DOCENTE ORIENTADOR:

Vega Centeno Sara Lafosse, Pablo

AÑO (*):

2020

(*) Año de finalización de la investigación

**Anexo 6 - Formato para la
presentación del texto académico**

Parte I

1. Título del Trabajo de Investigación:

La desigualdad latente: el costo del tiempo del peatón en el acceso a las centralidades económicas. El caso del cruce en la intersección de la Avenida Javier Prado con Francisco Masías

2. Nombres de los estudiantes:

George Quispe Parra

Xenia Mejía Chupillón

3. Nombre del docente orientador:

Pablo Vega Centeno Sara Lafosse

La desigualdad latente: el costo del tiempo del peatón en el acceso a las centralidades económicas. El caso del cruce en la intersección de la Avenida Javier Prado con Francisco Masías

Xenia Mejía Chupillón, George Quispe Parra*

Resumen: Este artículo busca visibilizar una desigualdad urbana que usualmente pasa desapercibida en los estudios urbanos, que son los costos económicos que supone el tiempo de espera de los peatones cuando deben cruzar una vía importante. Para ello se analiza las características de accesibilidad de los cruces de ingreso hacia las centralidades (diseño del espacio vial, semáforos o policías que brindan prioridad al pase vehicular) y si estas generan una posible pérdida económica para los transeúntes por el tiempo de espera en dichos cruces, es decir, un costo extra para los peatones. Dicho costo del tiempo es calculado a través de la metodología de Valorización Social del Tiempo propuesta por el Ministerio de Economía y Finanzas. Se eligió como caso de estudio el Centro Financiero de San Isidro, una de las centralidades económicas de Lima con la mejor infraestructura, y específicamente, la intersección de la Avenida Javier Prado con Francisco Masías. Los resultados indican que exista una pérdida económica de los peatones, pero esta se ve reducida debido al comportamiento de transeúntes que cruzan cuando el semáforo se encuentra en rojo, eligiendo arriesgar sus vidas en lugar de esperar más tiempo.

Palabras clave: Costo del tiempo, peatones, accesibilidad, semáforos, centralidades.

Abstract: This paper aims to assess whether the existing accessibility characteristics in an entrance point to economic centralities generate a possible money loss for pedestrians that cross the streets and who must face a number of difficulties and access barriers (road space design, traffic lights timing or policemen that give priority to vehicles), which leads to a longer waiting time in those intersections, in other words, an extra cost for pedestrians. The cost of that time is estimated using the methodology of Social Time Value proposed by the Ministry of Economy and Finance. The study case is the Financial Center of San Isidro, one of the economic centralities in Lima with the best infrastructure, specifically the intersection between the Javier Prado Avenue and Francisco Masias. The results suggest that the pedestrian's money loss may be reduced because of walker's behaviour at crossing the streets in non-green phases, which means that they opt to take risks rather than waiting for so long. Finally, the goal of this article is to raise awareness about an urban inequality that is usually unnoticed in the existing literature.

Keywords: Cost of time, pedestrians, accessibility, traffic lights, centralities.

* Los autores agradecen a la Pontificia Universidad Católica del Perú por el financiamiento otorgado para la realización de esta investigación, así como a Pablo Vega-Centeno por la asesoría y detallados comentarios brindados.

INDICE

Introducción	4
1. Estado del arte y modelos.....	6
1.1. Modelo de valorización del tiempo	8
1.2. Modelo de la fuerza social	10
1.3. Modelo de demora peatonal	11
2. Análisis descriptivo de la intersección	12
2.1. Características geométricas	13
2.2. Tiempos de fase del semáforo.....	15
2.3. Comportamiento de los peatones	18
2.4. Invasión de vehículos en los cruces peatonales.	21
2.5. Aforo peatonal y distribución de desplazamientos	23
3. Modelo de microsimulación.....	24
3.1. Metodología	24
3.2. Resultados cuantitativos	28
4. Cálculo de los retrasos para el peatón	30
5. Obtención del costo del tiempo.....	33
5.1. Obtención de salarios	33
5.2. Obtención del Valor Social del Tiempo.....	35
6. Cálculo de la pérdida económica	36
7. Conclusiones y propuestas de política	39
Referencias Bibliográficas:	41
ANEXOS:.....	43

Introducción

Lima, la capital del Perú en la que vive alrededor del 30% de su población (INEI, 2017), es una ciudad con graves problemas de planificación y de transportes. En primer lugar, se cuenta con una estructura urbana desigual, pues tal como detalla Vega Centeno (2017), la ciudad cuenta con una estructura centralizada, dado que los mayores centros metropolitanos y áreas de trabajo se ubican en el área central de la misma, pero son las periferias de la ciudad, principalmente la zona de Lima Norte y Lima Este, las áreas residenciales con mayor población. ²Así, en relación con el lugar de trabajo, el Censo 2017 muestra que 52.23% de las personas que viven en Lima Metropolitana laboran en un distrito distinto al de su residencia (INEI, 2017). ³ Dicha situación genera que las personas que viven en la periferia deban desplazarse diariamente hacia el centro por motivos laborales través de viajes interzonales para lograr acceder a sus centros de trabajo, por lo que deben optar por medios motorizados como el auto propio, transporte público, entre otros (Avellaneda, 2007). Además, según datos de la encuesta del Centro de Investigación de la Arquitectura y la Ciudad (CIAC-PUCP) 2014, el transporte público se consolida como el principal modo de desplazamiento por motivos laborales en Lima al ser utilizado por más de la mitad de la población (Vega Centeno, 2017).

Además de ello, existe una preferencia hacia el vehículo particular en el sistema de transportes actual. Así, tal lo detallado por Vega Centeno (2006), el urbanismo moderno favorece a la circulación vehicular y en consecuencia, deja de lado al resto de agentes, en especial al peatón, tal lo comentado en la siguiente cita: “[...] [L]a prioridad absoluta otorgada al auto privado y en general a los medios de transporte motorizado por encima de ciclistas y sobre todo de transeúntes, convierte a estos últimos en los usuarios más vulnerables de las calles de la ciudad” (Vega Centeno, 2017, p.42). Asimismo, Dextre y Avellaneda (2014) sostienen que la infraestructura vial que privilegia a la circulación vehicular tiene como consecuencia una serie de problemas para los peatones que buscan cruzar las vías, siendo la segregación peatonal uno de dichos efectos. Esta consiste en la existencia de barreras de cruce en los espacios públicos, la existencia de preferencia por lo longitudinal -vías de circulación de vehículos- en lugar de lo transversal, lo que intensifica la exclusión social, puesto que las personas en condición de pobreza, además de encontrarse segregadas en la periferia, también se verán excluidas y vulnerables como peatones.

² Según datos del Censo 2017, los distritos más poblados de Lima son San Juan de Lurigancho, seguido de San Martín de Porres, Ate y Comas, los cuales se ubican en el Cono Este y Cono Norte.

El aumento de los desplazamientos deviene en un mayor tiempo de viaje y ello constituye un costo para el peatón, pues se presentaría una disminución en su bienestar, dado que podrían invertir dicho tiempo en realizar otras actividades, es decir, existe un costo -de oportunidad- del tiempo del transeúnte. Además de ello, al bajar del transporte público, las personas deben afrontar ciertos problemas de accesibilidad en los cruces peatonales en relación con el diseño vial o el proceso de semaforización, lo cual también se constituye como un costo por el tiempo extra de espera y desplazamiento en las intersecciones. Siguiendo la línea anterior, resulta, de cierta forma, entendible que la mayoría de los estudios sobre el impacto económico del sector transporte se encuentren orientados a analizar el costo del tráfico vehicular en diversas áreas del país, pues ponen como prioridad al vehículo, mas son escasas las investigaciones que proponen como objeto de estudio al peatón, el agente vulnerable del sistema, y su forma de interacción con el sistema de transportes.

Es bajo este contexto que se requiere empezar a cambiar el enfoque frecuentemente utilizado en los discursos académicos y generar mayor conocimiento en cuanto a los efectos que repercuten sobre otros agentes como el peatón. En este sentido, resulta de suma relevancia analizar si las características de accesibilidad en los puntos de ingreso hacia las centralidades generan una posible pérdida económica para los transeúntes que deben cruzar las vías, quienes se enfrentan a una serie de dificultades y barreras de acceso como el diseño del espacio vial, además de semáforos o policías que brindan prioridad al pase vehicular, lo cual se traduce en un tiempo de espera prolongado en dichas intersecciones, es decir, en un costo extra para los peatones. Asimismo, es válido examinar si dicha pérdida económica implicaría un mayor costo para los hombres o para las mujeres, debido a la vestimenta muchas veces formal que deben utilizar las mujeres para asistir a sus centros de labores, lo cual podría influir en la velocidad a la que caminan y, por ende, en sus tiempos de desplazamiento.

Siguiendo dicha línea, se tomará como caso de estudio la intersección de la Avenida Javier Prado Este con la calle Francisco Masías, punto de ingreso hacia el Centro Financiero de San Isidro, una de las zonas de Lima con la mejor infraestructura. La relevancia de este distrito radica en que, siguiendo el estudio realizado por Gonzales y del Pozo (2012), San Isidro se consolida como la segunda centralidad económica más importante de Lima Metropolitana al presentar una de las mayores densidades empresariales superando las 320 empresas por cada mil habitantes (INEI 2014, p.38), además de contar con un gran número de centros comerciales. A su vez, considerando un estudio elaborado por Arellano Marketing, la población flotante diaria del distrito de San Isidro asciende a 755,717 personas, cifra que considera a las personas mayores de 18 años que concurren de lunes a viernes al distrito por diversos motivos (Municipalidad de San Isidro, 2017). Sin embargo, según datos del CENSO 2017 (INEI), la población del distrito es 65,333

personas, de las cuales 54,232 son mayores de edad. Ello indicaría que existen alrededor de 701,485 personas que se desplazan diariamente hacia este punto de la ciudad, lo que confirma la gran masa de personas que recibe la centralidad en mención.

Es preciso tener en cuenta que, tal lo detallado por el Mapa de pobreza monetaria provincial y distrital 2018, San Isidro se constituye como el distrito más rico del Perú (INEI 2020) y, además, según información del Censo Nacional 2017, un 72,92% de hogares del distrito cuentan con vehículo propio, el porcentaje más elevado de todo Lima Metropolitana (INEI 2017). A su vez, según una encuesta realizada por el Observatorio de Lima Cómo Vamos (2018), alrededor del 10,8% de la población se desplaza a sus centros de trabajo en vehículo propio, siendo los sectores socioeconómicos más altos (A y B) los que hacen mayor uso de este medio de transporte para llegar a sus centros laborales (19,9%).

Resulta, entonces, pertinente realizar un estudio de este tipo, puesto que interesa hacer visible una condición de desigualdad urbana que pasa desapercibida. Ello podría servir como base para gestionar políticas públicas con un enfoque de movilidad que se preocupe por el resto de agentes del sistema- que en este caso serían los transeúntes -y ya no solo por los vehículos. Para ello, el presente estudio se divide de la siguiente manera. La primera parte mostrará los modelos teóricos a utilizar para la valorización del tiempo y para la modelación peatonal. Posteriormente, se presentará un análisis descriptivo de la intersección en cuestión, así como de las problemáticas existentes alrededor, para luego proceder a brindar un análisis de la información levantada en el trabajo de campo. Luego de ello, se presentará la metodología para la obtención del salario por quintil de ingresos con lo que se hallarán los costos del tiempo de interés para proceder a calcular las pérdidas económicas generadas para los peatones. Finalmente, se detallarán las conclusiones y recomendaciones de política.

1. Estado del arte y modelos

En el presente apartado, se procederá a presentar algunos conceptos relevantes para la investigación, así como los modelos a utilizar en el estudio.

- **Centralidades económicas**

La expansión de las ciudades y el crecimiento económico de las mismas han generado la existencia de más de una centralidad económica, las cuales, según señalan Mayorga y Fontana (2012), pueden ser entendidas como “la capacidad de un lugar de ser centro,

reconocido, utilizado o apropiado socialmente como un espacio de confluencia” (citado en Vega Centeno 2017, p.7). De igual modo, se puede hablar grosso modo de centralidades como zonas con un alto grado de concentración del empleo y un gran número de establecimientos comerciales, entre otros factores (Vega Centeno, 2017). No obstante, la manera como se distribuyen estas centralidades en la ciudad puede indicar una problemática de desigualdad social. Es el caso de ciudades como Lima, donde un gran número de personas en condición de pobreza se encuentra viviendo en las periferias de las ciudades, lejos de los espacios laborales y todas las oportunidades que las centralidades generan, como empleo, servicios públicos, educación, recreación, entre otros.

La situación señalada, tal como sostiene Avellaneda (2007), puede constituir un fenómeno de exclusión socio-territorial, dado que el grupo de personas de menores ingresos que habita zonas periféricas debe desplazarse por largos períodos a través de viajes interzonales para lograr acceder a las centralidades mencionadas, por lo que deben optar por medios motorizados como el auto propio, transporte público, entre otros y es de esta manera que la movilidad se consolidaría como un elemento articulador de la integración social. Dichos desplazamientos implicarían incurrir en mayores costos para llegar a sus centros de labores, lo cual acrecentaría la desigualdad existente, pues se trata de personas que deben asignar una mayor proporción de sus ingresos a costos de transporte.

- **Accesibilidad**

Según el MINEM (2001), se puede entender a la accesibilidad como 'la facilidad que tiene una persona para desplazarse por sí misma sin impedimentos por las zonas donde se moviliza gracias a las adecuadas condiciones arquitectónicas implementadas' (citado en Sigüenza, 2017), lo cual es evidencia de que dicho concepto tiene como prioridad a las personas. Por ello, la accesibilidad es una de las principales preocupaciones distributivas en la planificación del transporte urbano, ya que la desventaja del transporte puede reforzar los procesos de exclusión social de algunos grupos sociales (Rui. 2011, p.4). Además, se ha identificado que el Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao (MTC, 2005), establece que uno de los problemas principales a ser resueltos es la reducción de la movilidad provocada por un sistema de transporte público inadecuado, lo cual afecta especialmente a la población en condición de pobreza.

No obstante, en la realidad se pueden percibir las prioridades otorgadas a la circulación vehicular, tal como lo ha mencionado Avellaneda (2007): 'Los conductores conducen sus

vehículos como si las calles les estuvieran reservadas íntegramente y los peatones tuvieran que subordinarse a ellos', donde se ratificaría que el peatón se halla, de cierta forma, en un nivel inferior. Es por lo señalado anteriormente que se opta por emplear el Índice de Accesibilidad Peatonal a Escala de Barrio (IAPEB) del Modelo de Accesibilidad Peatonal (Esquivel, Hernandez y Garnica, 2013), el cual tiene como objetivo evaluar las características de los cruces y aceras, siendo el primer grupo conformado por las cualidades físicas de cruce y su infraestructura, mientras que, tal como indica la Corporación Ciudad Accesible y Boudeguer & Squella ARQ (2010), los indicadores de las aceras miden las características de cada sección, la infraestructura y el paisaje urbano (Esquivel et al, 2013, p.27)

Ahora, se presentará los modelos a utilizar.

1.1. Modelo de valorización del tiempo

Según detalla Vega Centeno (2004), dada la gran expansión de la ciudad, la distancia física ya no será la manera óptima de comprender los desplazamientos, puesto que ahora empezarán a regir los patrones temporales. Ello concuerda con lo mencionado por Montulet, quien señala lo siguiente: "La variable temporal pasará a ser la variable determinante de nuestra vida cotidiana" (citado en Avellaneda 2007), es decir, el tiempo empezaría a tomar un rol mucho más relevante en la vida de las personas, por lo que se debe proceder a mencionar el valor que dicho tiempo podría llegar a tener. De esta manera, surge lo que se conoce como "valor social del tiempo", término entendido por Calmet y Capurro (2011) como el monto que un agente estaría dispuesto a pagar por reducir en una unidad de tiempo su viaje o la compensación que estaría dispuesto a recibir por perder tiempo en ello.

Siguiendo la metodología objetiva y tradicional, en líneas generales, el valor del tiempo de un agente se puede aproximar con su salario real, dado que se enfrenta a un problema de maximización del bienestar del consumidor, el cual propone que las personas deciden los niveles de ocio y de consumo que maximizan su satisfacción, la cual se puede cuantificar a través de la función utilidad. El tiempo de ocio se encuentra relacionado con el trabajo, puesto que comparten un número limitado de horas al día, siendo el salario la forma de retribución al trabajador por las horas de ocio perdidas, mientras que, por otro lado, el consumo dependerá del ingreso de la persona, el cual, a su vez, dependerá del trabajo. En este sentido, se puede afirmar que existe un trade-off entre consumo y tiempo de ocio. Por ende, tal lo sostenido por Gwilliam, una reducción en el tiempo de viaje de una persona significaría un incremento en su bienestar, puesto que el tiempo ahorrado podría utilizarse para otras actividades como disfrutar más ocio o tener más trabajo (citado en

MEF, 2012). Entonces, dado que las personas perciben distintos salarios, el valor del tiempo de cada persona diferirá entre sí, por lo que el tiempo de una persona con mayor salario tendrá mayor valor que el de aquella con uno menor.

Por otro lado, tal lo propuesto por el estudio de Valorización Social del tiempo elaborado por el Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico por encargo del Ministerio de Economía y Finanzas (2012), se cuenta con el modelo que busca obtener el Valor Social del Tiempo (VST) del sector i , el cual sigue la siguiente forma, tal como se detalla a continuación:

$$VST_i = \alpha_1 w_{1i} + \alpha_2 w_{2i}$$

Donde:

- w_1 se refiere al Valor del Tiempo del Trabajo (VTT) del sector i y se calcula como el salario promedio por hora del individuo contando las prestaciones sociales e impuestos
- w_2 se refiere al Valor del Tiempo del Ocio del sector i y es calculado como el salario promedio por hora del individuo sin considerar a las prestaciones sociales e impuestos
- α_1 y α_2 representan los porcentajes de viajes de trabajo y ocio, respectivamente

A su vez, se debe tener presente que el Valor Social del Tiempo de Trabajo incluye prestaciones sociales e impuestos, ya que "(...) el valor social del trabajo se basa en los bienes que se producen y generan bienestar a la sociedad, por lo que para el empleador el costo de producirlos incluye todos los costos relacionados a la contratación de la mano de obra (Cervini & Ramírez en Calmet y Capurro, 2011). Por otro lado, el Valor del Tiempo de Ocio no considera ello, dado que el valor de este para la persona resulta ser el sueldo neto que percibe, el cual ya se halla descontado por dichos cargos. Además, se debe tener en cuenta que el tiempo de ocio vale menos que el tiempo de trabajo, debido a que el trabajo, en teoría, generaría una desutilidad en la persona.

Algunas consideraciones y supuestos a tener en consideración para la presente investigación:

1. Tal lo detallado por Calmet y Capurro, quienes se basan en evidencia de Bonifaz (2000), es recomendable utilizar un valor común de tiempo para viajes que no correspondan a trabajo. En este sentido, se asume que el Valor del Tiempo del Ocio resulta ser una proporción del Tiempo del Trabajo, donde $w_2 = 30\% * w_1$.

2. El empleo en el punto bajo estudio, la centralidad económica de San Isidro, es en gran medida formal, por lo que se puede esperar que las horas diarias promedio trabajadas serán las 8 exigidas por ley.
3. Con la finalidad de facilitar el análisis, no se tomará en cuenta la contabilidad de las horas extra, dado que las empresas formales en la praxis usualmente no tienen la política de pago de dichas horas, sino que brindan la posibilidad de canjearlas con días libres.

1.2. Modelo de la fuerza social

Según Kretz, el modelo de fuerza social tiene como finalidad representar el tránsito peatonal, de modo que pueda ser simulado en algún software (citado en Molina, 2019). Dicho modelo involucra las leyes de la física y principios asociados a la psicología, lo cuales permiten describir comportamientos humanos. Por ello, el modelo de la fuerza social implica considerar estos dos temas en el marco de la dinámica newtoniana (Helbing y Molnar, 1995).

La Fuerza Social resulta, entonces, una superposición o una sumatoria vectorial de fuerzas basadas en las leyes de Newton, las cuales son fuerza de dirección, atracción y repulsión, adicional a las mencionadas anteriormente, se añade un cuarto componente referido a las fluctuaciones, lo cual permitiría representar el carácter impredecible de los peatones (Cabrera, 2019). Por lo tanto, el comportamiento del peatón bajo los supuestos mencionados, resultaría expresado de la siguiente manera:

$$\vec{F}_{(social)} = \vec{F}_{(dirección)} + \vec{F}_{(repulsión)} + \vec{F}_{(atracción)} + \vec{F}_{(fluctuaciones)}$$

Donde:

- El vector $\vec{F}_{(dirección)}$ hace referencia a la motivación del peatón “ α ” de masa “ m ” para moverse hacia su destino a una velocidad determinada. Sin embargo, el vector velocidad deseada ($v_a^d \hat{e}_a$) se ve inmiscuido por los obstáculos o barreras físicas conduciendo a una desviación del vector velocidad actual v_a , sin embargo puede recuperar esta fuerza en cierto tiempo t_a .

Por ende, el vector $\vec{F}_{(dirección)}$ puede ser representado de la siguiente forma:

$$\vec{F}_{(a)} = \frac{m}{t_a} (v_a^d \vec{e}_a - \vec{v}_a)$$

- El vector $\vec{F}_{(repulsión)}$ tal como señalan Helbin y Molnar (1995), se refiere al hecho socio-psicológico de que un peatón se sienta incómodo conforme se acerca a una persona desconocida, lo que podría generar inclusive una reacción agresiva por parte del mismo (citado en Cabrera 2019, p125).
- En relación a la Fuerza de atracción $\vec{F}_{(atracción)}$ los peatones pueden ser atraídos por otras personas (vínculos amicales, familiares, etc) o por objetos (supermercados, tiendas, etc) (Cabrera, 2019). Siendo este efecto capaz de modelarse bajo el mismo criterio de la ecuación anterior.
- La Fuerza de Fluctuación $\vec{F}_{(fluctuaciones)}$, como menciona Cabrera (2019), permite reflejar que los peatones tienen diferentes comportamientos de acuerdo a la edad, género, estado de ánimo o propósito de viajes. Para conseguir ello, el modelo incorpora componentes estocásticos y distribuciones estadísticas.

1.3. Modelo de demora peatonal

Respecto al retraso peatonal, existen una gran variedad de modelos que tratan de obtener los tiempos de retraso a los que se ven expuestos los peatones. Entre ellos, se tiene al modelo HCM que propone el cálculo del retraso del peatón teniendo como principal supuesto que los peatones respetan las señales de tránsito (solo cruzan el semáforo cuando les corresponde) y arribos uniformes, es decir, que todas las personas lleguen al cruce peatonal en el mismo momento. Son justamente esos supuestos los que han motivado el surgimiento de nuevos modelos más acordes con la realidad como el propuesto por Marisamynathan y Vedagiri (2013), el cual supone arribos no uniformes y el incumplimiento de señales de tránsito (luz roja, luz verde). En este sentido, se ha elegido seguir este último modelo, puesto que, considera el comportamiento del peatón y por ello, sus características podrían asemejarse mejor con el contexto peruano.

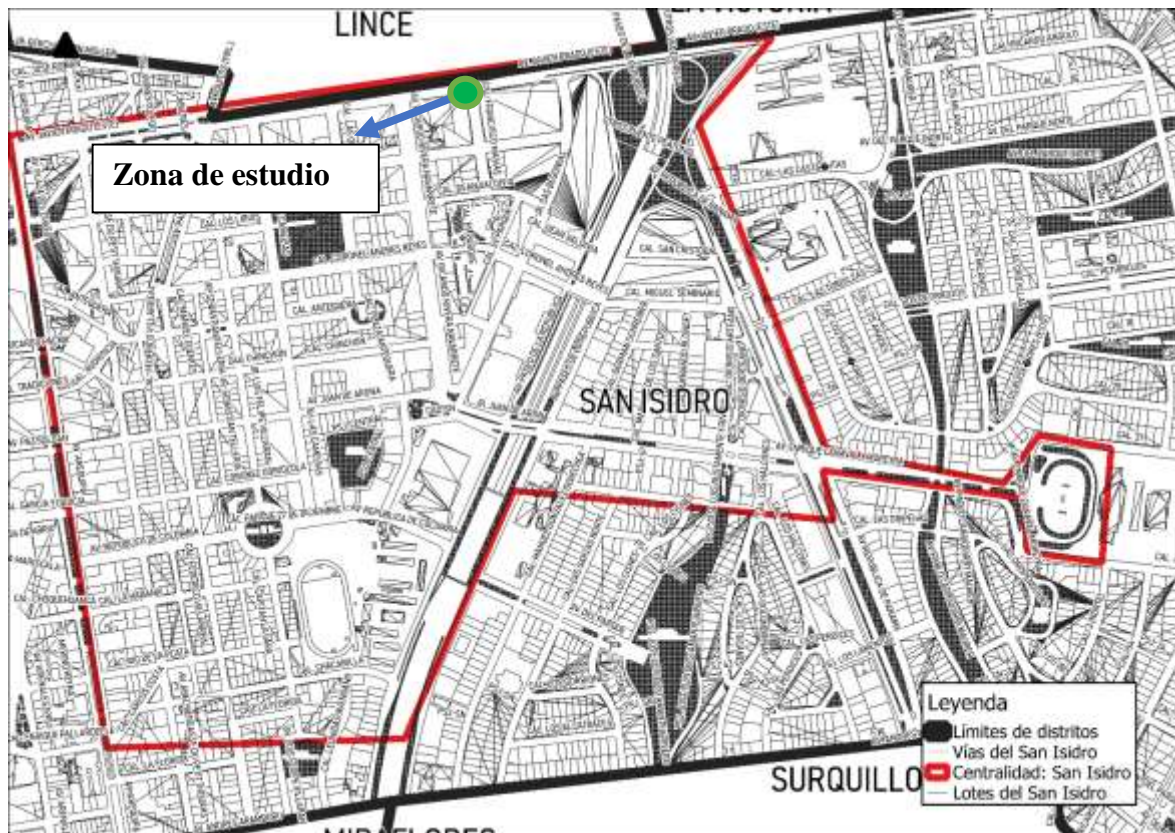
En relación con el estado del arte, la literatura existente en torno al tema es relativamente escasa, por lo que se tomará como principal punto de referencia a la literatura internacional. De esta manera, se tiene a un artículo realizado en la India por Marisamynathan y Vedagiri (2013) que examina el tiempo de retraso al que se enfrentan los peatones en las intersecciones de la ciudad de Mumbai, India, bajo condiciones mixtas de tráfico como incumplimiento de reglas de tránsito tanto por los vehículos como por los

peatones. Asimismo, los autores también estudian el comportamiento de los peatones en cruces señalizados, lo cual se utilizará para comprender mejor la conducta de los transeúntes en esos escenarios. Además, se tiene a una investigación realizada por la Oficina de Diseño del Consejo de Auckland en Nueva Zelanda (2017), donde se analizan las demoras que afrontan los peatones en los cruces peatonales en ciertas áreas céntricas de la ciudad de Auckland y las pérdidas económicas generadas por tal situación.

2. Análisis descriptivo de la intersección

En este apartado, se presentarán datos e información del trabajo de campo realizado en la zona de estudio comprendida por la intersección de la Avenida Javier Prado con la Calle Francisco Masías en el distrito de San Isidro, un punto de acceso a una de las centralidades más importantes de Lima Metropolitana, tal como se puede apreciar en la figura 1.

Figura 1: Imagen referencial de la intersección de estudio



Fuente: Adaptado de Centro de Investigación de la Arquitectura y la Ciudad (CIAC). Proyecto Dimensión Social de las Centralidades de Lima.

2.1. Características geométricas

El levantamiento de información de las características de la intersección entre la avenida Javier prado y la calle francisco Masías se realizó tomando en cuenta los anchos de cada carril, dimensiones de los cruces peatonales, y, además, se identificaron los obstáculos más relevantes que intervienen directamente al flujo peatonal, ya sean quioscos, puestos de teléfono, postes de alumbrado público e inclusive los bolardos. Para ello, fue necesario el uso de una cinta métrica de cinco metros, adicionalmente se empleó el software Google Earth Pro, con el cual se pudieron corroborar las medidas tomadas en campo.

Figura 2: Imagen satelital de la zona de estudio

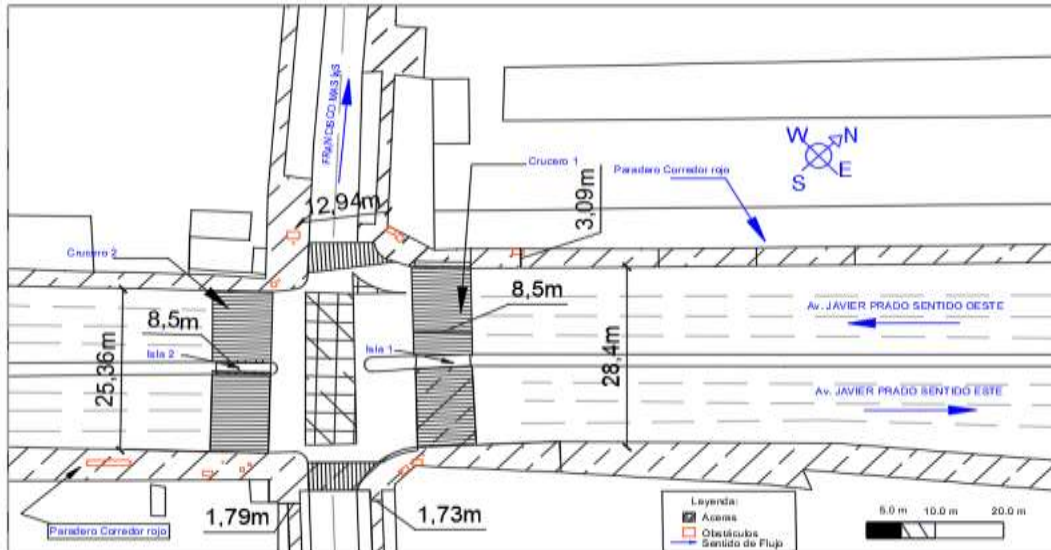


Fuente: Adaptado de Google Earth Pro (2019).

Como resultado del levantamiento topográfico corroborado con ayuda de la captura satelital (Figura 02) se muestra el siguiente resultado planimétrico (figura 3). En el cual se pudo verificar que el ancho mínimo de las secciones de las aceras es de 1.73 metros, además, la longitud del cruceo peatonal 1 es de 28.40 metros, mientras que la del cruceo 2 es de 25.36 metros, del mismo modo el ancho de ambos cruces es de 8.50 metros.

Respecto a los anchos del carril vehicular, se observaron que varían en un rango de 2.95 m a 3.10 m, es decir el ancho de la calzada no permanece constante, originado, de este modo, cuellos de botella.

Figura 3: Plano de la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia.

- **Efecto barrera**

En la elaboración del plano de la intersección se detectó que ambos cruces 1 y 2 se hallan a nivel, es decir, no es necesario subir alguna rampa o pendiente significativa para la conexión de ambos extremos de la avenida, lo cual resulta idóneo para la accesibilidad de los usuarios con movilidad reducida, cuyo grupo engloba a las personas con discapacidad motriz, adultos mayores con deterioro de sus funciones y estructuras corporales, niños quienes aún no tienen desarrollado completamente sus funciones sensoriales (Cabrera, 2019). No obstante, la elevada cantidad de carriles (8 carriles de 3 metros c/u aproximadamente) que debe atravesar un transeúnte para llegar al otro extremo resulta afectada por el efecto barrera o segregación en la dimensión física, dado que las nuevas vías o infraestructura actúan como una barrera permanente que impide la interacción de los peatones y ciclistas que se ubican en ambos lados de la vía (TRL, 2005; Guo y Dunne, 2001 en Cabrera, 2019: 27). De este modo se refleja que la actual política urbana prioriza la ampliación de vías, construcción de viaductos o pasos a desnivel (Vega Centeno, 2017: 35).

- **Islas de refugio y bolardos**

Las islas de refugio y bolardos permiten proteger al peatón de tráfico vehicular y reducir la probabilidad de accidentes. Sin embargo, para asegurar el desempeño de estos, la disposición geométrica de los bolardos debe cumplir una distancia mínima de separación

de 90cm (Ciudad Accesible, 2014:35). No obstante, en el levantamiento geométrico de la intersección se identificó que la Isla de Refugio 1 no cumple la acotación mencionada anteriormente.

- **Paraderos de buses**

La intersección Francisco Masías con Javier Prado cuenta con un paradero del bus *corredor* de la Municipalidad de Lima tanto en el sentido Este como Oeste. Dichos paraderos son bastante concurridos debido a su ubicación estratégica al ser una puerta de ingreso a la centralidad de San Isidro. Asimismo, la intersección también es utilizada en gran medida por los usuarios del Metropolitano que descienden en la estación Javier Prado y se dirigen caminando hacia el Centro Financiero. Estas personas son las que se deberán enfrentar diariamente a los tiempos de semaforización excesivos que se detallarán a continuación.

2.2. Tiempos de fase del semáforo

Uno de los principales problemas en la intersección son los tiempos de fase del semáforo, los cuales brindan un tiempo excesivo al vehículo (vía longitudinal) y dejan de lado a los peatones, quienes deben enfrentarse a grandes tiempos para poder atravesar la calle. A continuación, se presentan los ciclos que se siguen en la intersección en mención. Estos fueron analizados a lo largo de una semana entre las 8:00 y 9:00 am y 5:45-6:45 pm.










En la figura 4 se detallan las fases de cruce de la intersección sin intervención policial en “horas pico”⁴. En el cual se contabilizó un tiempo de fase verde para los vehículos de la Avenida Javier Prado de 398 segundos, es decir, lo equivalente a 6,63 minutos.

De igual manera, se repitió el conteo de las fases del semáforo en una “hora valle”⁵. Los resultados de las fases de cruce se muestran en la Figura 5.

⁴ La hora pico representa al periodo en el cual se observa una elevada afluencia de peatones y vehículos motorizados.










⁵ La hora valle representa al período en el cual se observa poca afluencia de peatones y/o vehículos motorizados.

Figura 4: Representación de las fases de cruce de la intersección sin intervención policial en horas pico

FASES DEL SEMÁFORO SIN INTERVENCIÓN POLICIAL (hora pico)		
Avenida Javier Prado Sentido Oeste		
		tiempo en segundos
	Fase semafórica roja	80
	Fase semafórica amarilla	3
	Fase semafórica verde	398
Avenida Javier Prado Sentido Este		
		tiempo en segundos
	Fase semafórica roja	80
	Fase semafórica amarilla	3
	Fase semafórica verde	398
Avenida Francisco Masías		
		tiempo en segundos
	Fase semafórica roja	398
	Fase semafórica amarilla	3
	Fase semafórica verde	80

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5: Representación de las fases de cruce de la intersección sin intervención policial en horas valle

FASES DEL SEMÁFORO SIN INTERVENCIÓN POLICIAL (hora valle)		
Avenida Javier Prado Sentido Oeste		
		tiempo en segundos
	Fase semafórica roja	32
	Fase semafórica amarilla	3
	Fase semafórica verde	199
Avenida Javier Prado Sentido Este		
		tiempo en segundos
	Fase semafórica roja	32
	Fase semafórica amarilla	3
	Fase semafórica verde	191
Avenida Francisco Masías		
		tiempo en segundos
	Fase semafórica roja	199
	Fase semafórica amarilla	3
	Fase semafórica verde	27







Fuente: Elaboración propia.

La Figura 4 y 5 representan los patrones usuales de fases en donde se logra observar que el tiempo otorgado al vehículo (fase semafórica verde) supera ampliamente al tiempo brindado al peatón (fase semafórica roja).

Asimismo, se observó que a ciertas “horas pico”, personal de la Policía Nacional del Perú dirige el tránsito en el cruce, alterando el ciclo semafórico. Consecuentemente, se produce una mayor saturación y desorden de peatones en ambos cruces peatonales que atraviesan la avenida Javier Prado. Además, se ha observado que, en ocasiones, el efectivo no sincroniza los sentidos de detención de flujo vehicular de ambos carriles de la Av. Javier Prado, es decir solo detiene el sentido oeste de la avenida mientras que en el otro sentido continúa la circulación vehicular y viceversa. Como resultado, este accionar de la policía incrementa la cantidad de peatones en las islas de refugio provocando colapsos en términos de su capacidad, cuyo fin de estas radica en proporcionar una zona de protección temporal a los peatones los cuales pueden emplearse para evitar cruces demasiado largos y facilitar los cruces por los ramales en intersección (MTC, 2018:243).

En la siguiente figura se presentan las fases de cruce en la intersección con la intervención policial presente. El color rojo representa la fase en la que el personal de la Policía detiene el flujo vehicular, mientras que el color verde indica la fase en la cual se desplazan los vehículos. Asimismo, se observa que el tiempo otorgado para el sentido Javier Prado Este asciende a 395 segundos, es decir, alrededor de 6,58 minutos, el cual es el lapso que los peatones deben esperar para cruzar la calle y dirigirse hacia sus centros de labores.

Figura 6. Representación de fases de cruce en la intersección con intervención policial

FASES CON INTERVENCIÓN POLICIAL	
Avenida Javier Prado Sentido Oeste	
	tiempo en segundos
	Fase semafórica roja 40
	Fase semafórica verde 290
Avenida Javier Prado Sentido Este	
	tiempo en segundos
	Fase semafórica roja 58
	Fase semafórica verde 395
Avenida Francisco Masías	
	tiempo en segundos
	Fase semafórica roja 395
	Fase semafórica verde 58

Fuente: Elaboración propia

Además, vale tener en consideración que mientras el personal de la Policía dirige el tránsito, los semáforos continúan su curso normal o se quedan estáticos. En la Figura 7, se muestra una fotografía que ilustra la permanencia del contador del semáforo peatonal en 99 segundos (fase roja) en la calle Francisco Masías, mientras que permanecía constante en 199 segundos (fase verde) en la avenida Javier Prado. Esta situación va en contra del artículo 60 del Reglamento Nacional de Tránsito, el cual señala que en caso de que se tenga a Efectivos de la Policía Nacional del Perú dirigiendo el tránsito en una intersección semaforizada, las luces de todos los semáforos de dicha intersección deben encontrarse apagadas (SUTRAN 2009:20), debido a que se pueden generar confusiones con los peatones y los vehículos al no ver al Efectivo y de esa manera, se incrementa el riesgo de accidentes.

Figura 7. Semáforo estático en 99 segundos



Fotografía: Archivo personal de George Quispe (2020)

2.3. Comportamiento de los peatones

Resulta necesario también analizar el comportamiento de los transeúntes en dicha zona. Así, dada la elevada cantidad de personas presentes en las islas de refugio, es habitual que los peatones invadan las vías vehiculares (véase Figura 8 y Figura 9) a fin de esperar que el policía de tránsito detenga el flujo vehicular del otro tramo de la avenida.

Figura 8. Colapso de capacidad en la isla de refugio 2



Fotografía: Archivo personal de George Quispe (2020)

Figura 9. Colapso de capacidad en la isla de refugio 1



Fotografía: Archivo personal de George Quispe (2020)

Asimismo, se observó que un gran grupo de personas que se encontraba en la acera y en las islas de refugio esperando que cambie el semáforo decidía cruzar intempestivamente sin importar si el semáforo se encontraba en rojo para los peatones (Figura 10). En realidad, el comportamiento del peatón en dicha zona se basa en aprovechar cualquier oportunidad que se presente para poder cruzar hacia la otra acera, lo cual resulta sumamente peligroso, puesto que usualmente los carros que transitan por dicha vía lo hacen a altas velocidades. De hecho, según los datos levantados, la tasa de personas que

incumplía las normas de tránsito y cruzaba la pista cuando no le correspondía se sitúa alrededor del 32,5%.

Figura 10. Peatones cruzando la pista en rojo



Fotografía: Archivo personal de Xenia Mejía (2019)

Figura 11. Cruce temerario de un peatón



Fotografía: Archivo personal de Xenia Mejía (2019)

Situaciones como la descrita, tal como indica el Auckland Council (2017) en un estudio elaborado en Australia, podrían ser un indicador de que el tiempo de semaforización no resulta del todo conveniente para los peatones, dado que ellos prefieren correr o exponerse a riesgos (accidentes de tránsito) que esperar a que finalice todo el ciclo.

Además, muchas personas realizan el cruce corriendo y evadiendo a vehículos motorizados de la Avenida Javier Prado con el objetivo de llegar a su respectivo destino previsto (fila para tomar el Corredor o continuar su camino al Metropolitano) en el menor tiempo posible.

Cabe resaltar que, si ocurriese un atropello en dicho acto “temerario”, resultaría cotidiano pensar que el culpable sería el peatón, dado que la entidad normativa en este caso, representada por el policía de tránsito está otorgando el paso a los vehículos -sin importar que este lapso sea excesivo- lo cual, conlleva a reflexionar de que los peatones sean tratados de una manera desigual ya que la ciudad se estructura para -principalmente- satisfacer las necesidades del automóvil. Sin embargo, dicha premisa resulta paradójica, puesto a que el conductor al salir o desocupar el automóvil asume el rol de peatón (Short y Pinet-Peralta, 2010).

2.4. Invasión de vehículos en los cruces peatonales.

Otra problemática observada en la intersección fue la invasión por parte de los vehículos -tanto motorizados como no motorizados- a los cruces peatonales y a las islas de refugio. Tal como se puede observar en la Figura 12, los peatones deben exponerse y caminar en el medio de los carros para poder atravesar la avenida, puesto que estos últimos han ocupado la zona de los cruces peatonales.

Figura 12. Cruces peatonales invadidos por vehículos



Fotografía: Archivo personal de Xenia Mejía (2019).

De igual manera, en la figura 13 se aprecia que los motociclistas toman la isla de refugio como un área posible de giro, resultando, de tal manera, un peligro para los usuarios presentes. De hecho, también se pudo observar la ausencia de bolardos o pilotes en la Isla de Refugio 1, lo cual incrementa el riesgo de sufrir accidentes. Ver Figura 14.

Figura 13. Motociclista invadiendo el área de la Isla de Refugio 1



Fotografía: Archivo personal de George Quispe (2020).

Figura 14. Ausencia de bolardos o pilotes en la Isla de Refugio 1



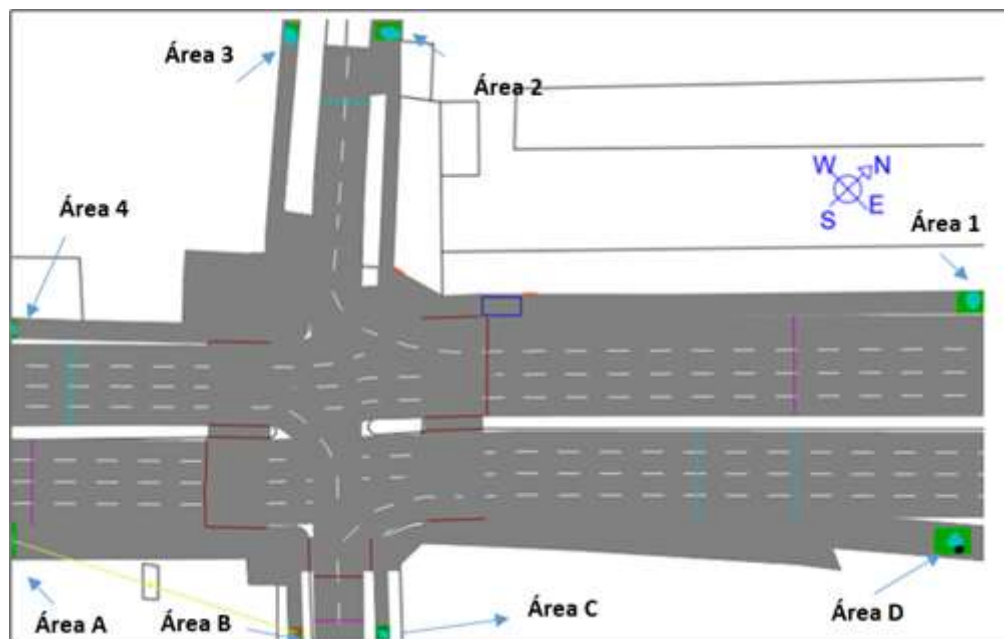
Fotografía: Archivo personal de Xenia Mejía (2019)

Asimismo, debido a la falta de vías especiales para el tránsito de medios de transporte no motorizados, ya sean bicicletas –en su mayoría–, scooters, entre otros, los usuarios de estos medios de transporte deben compartir el mismo espacio de cruce con los peatones, lo cual involucra un desarrollo adverso a lo que plantea un panorama de seguridad vial dado que no existe homogeneidad, es decir, debe coexistir una equivalencia entre masa, velocidad y dirección de las vías (Dextre y Cebollada, 2014).

2.5. Aforo peatonal y distribución de desplazamientos

Para la obtención de los flujos peatonales se identificaron las zonas de tránsito peatonal y se realizó un conteo manual por un periodo de 60 minutos a partir de las 8:00 hasta las 9:00 am, dado que dicho lapso corresponde a un escenario de tránsito en “hora pico”. Dicho conteo fue realizado el lunes 10 de febrero del 2020.

Figura 15. Distribución de áreas de Origen-Destino de tránsito peatonal



Fuente: Elaboración propia.

Con el conteo manual y filmaciones realizadas, se pudo determinar el panorama del tránsito peatonal, obteniendo como resultado la matriz Origen-Destino (véase tabla N°1) por un lapso de una hora.

Tabla N°1. Matriz de Origen-Destino en el intervalo de una hora

		DESTINO							
		/	A	B	C	D	1	2	3
ORIGEN	1	271	-	919		-	30	-	921
	2	53	-	15	-	60	-	-	-
	3	60	754	-	75	-	-	-	120
	4	320	165	-	-	150	-	105	-
	A	-	240	-	135	220	-	30	-
	B	330	-	-				55	
	C	321	-	-	220	168	55	-	77
	D	120	-	45	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior se indican los desplazamientos de los peatones del lugar de origen al lugar de destino, en el cual se aprecia que el mayor flujo de personas se da en el recorrido del área C (destino hacia el centro financiero) al área 1 (paradero del corredor rojo o hacia la estación del Metropolitano).

3. Modelo de microsimulación

A continuación, se presentará el modelo de microsimulación realizado y se detallará el procedimiento empleado para la construcción de la red mediante los softwares Viswalk 8.0, el cual opera bajo el modelo de la Fuerza Social explicado líneas arriba. Asimismo, para la simulación de los flujos vehiculares se empleará el software Vissim 8.0, cabe destacar que ambos programas fueron desarrollados por la entidad PTV Group, por ello es posible simular a vehículos y peatones bajo una misma plataforma.

3.1. Metodología

3.1.1. Elaboración de la red

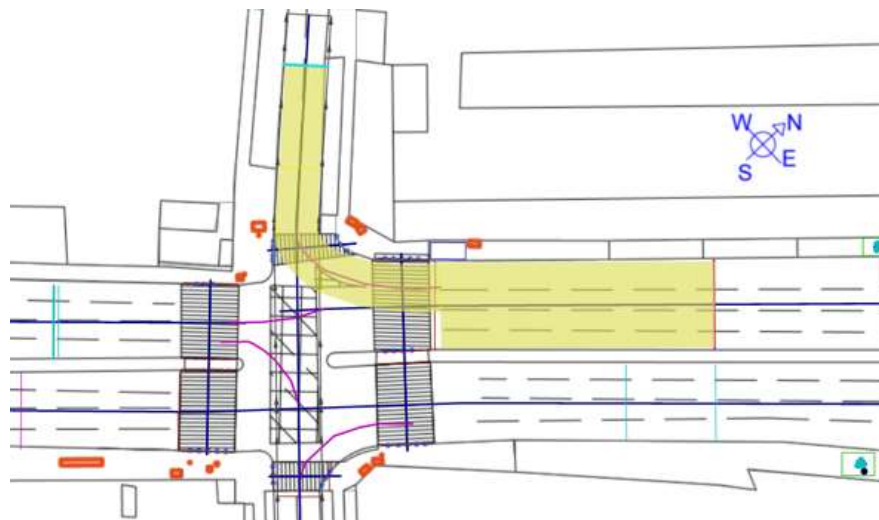
Mediante el levantamiento topográfico realizado fue posible importar dicha geometría al software, teniendo en cuenta, que además se agregaron los elementos verticales (obstáculos) con las alturas respectivas que tienen efecto sobre la conducta del desplazamiento en el tránsito peatonal.

3.1.2. Configuración de las rutas

En cuanto a las rutas vehiculares, mediante observación directa se identificaron las rutas existentes de los vehículos motorizados, por ejemplo, los vehículos particulares que

transitan la avenida Javier Prado con sentido hacia el oeste presentan posibilidad de giro hacia la calle Francisco Masías, y así se establecieron los demás sentidos de circulación vehicular para todas las vías presentes en la intersección de estudio (véase figura N°16).

Figura N°16: Sentidos de circulación vehicular en la intersección



Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, al igual que las rutas vehiculares, también se identificaron las rutas peatonales más relevantes encontradas en campo. Todo ello, con ayuda de la matriz Origen-Destino mostrada en la tabla N°1.

De igual modo, es necesario considerar que el derecho de vía para movimientos conflictivos es modelado utilizando reglas de prioridad. Se puede aplicar a todas las situaciones en las que los vehículos en diferentes tramos y conectores deben reconocerse entre sí (Molina, 2019: 56). Esta característica permite, entonces, establecer las prioridades de paso entre cruces peatonales y vías de flujo vehicular, para el caso de estudio se observó que los vehículos tienen prioridad jerárquica sobre los peatones. Por ello, se realizó la siguiente configuración -conveniente- para representar dicho escenario.

Asimismo, para la programación de la fase semafórica, en el software, se empleó el tiempo que configura la Policía Nacional de Tránsito en las “horas pico”, el cual se encuentra detallado líneas arriba en la figura 6.

3.1.3. Calibración del modelo

En esta etapa, se tiene como objetivo principal encontrar el valor – o valores- de los parámetros, adecuados, de simulación relevantes, de manera que representen la realidad, minimizando, así las diferencias entre los valores observados en terreno y los simulados. (Zavala 2008: 39).

Además, según lo mencionado por la siguiente cita, el nivel de semejanza “(...) se obtiene a través de un proceso cíclico donde se varían continuamente los parámetros de los sub modelos de comportamiento peatonal, por ejemplo, los parámetros t (*relaxation time*) y λ (factor anisotrópico) en el modelo de la fuerza social” (Cabrera, 2019, p.130).

Para el proceso de calibración del modelo, se utilizó la variable de control velocidad, la cual pudo obtenerse con marcas en el pavimento de una longitud de 3 metros, y controlar el tiempo de cruce a través de dichas marcas, de modo que la velocidad promedio de los peatones se calcule mediante la siguiente ecuación:

$$d = v \cdot \tau$$

Donde:

- d se refiere a la distancia fija tomada en campo.
- t se refiere al tiempo que demora un peatón en cruzar las marcas fijas en el pavimento.
- v hace referencia a la velocidad promedio del peatón obtenida mediante una simple división aritmética entre la distancia y el tiempo.

3.1.4. Toma de muestra de velocidades

Como se explicó previamente se tomaron datos de velocidad de forma indirecta de una muestra de peatones. Los datos con el muestreo de tiempos y sus respectivas velocidades se hallan en los Anexo N°1,2 y 3. En el Anexo N°1 se hallan los datos a nivel general, mientras que en los siguientes se realizó una diferenciación por el factor género (hombres/ mujer). Esta velocidad se trata de la velocidad observada y se utilizará en futuros pasos para calcular la demora total del peatón.

Asimismo, de dicho anexo se desprende que existe evidencia estadística para considerar que el tamaño de la muestra es aceptable a un nivel de confianza del 95% y un margen de

error (e) aceptable de 5% del valor de la media. Dicho en otras palabras, se cumple que $e > \frac{z.s}{\sqrt{n}}$

3.1.5. Prueba de hipótesis de igualdad de medias para peatones

Para afirmar que el modelo se encuentra calibrado, se emplearon ensayos no paramétricos mediante los cuales se pueden comparar dos poblaciones X e Y con distribuciones aleatorias F_x , F_y , es decir, no necesariamente la distribución de estas se debe regir bajo las más conocidas como lo son la distribución normal, t- Student, entre otros (Bravo, 2014).

Dicho en otros términos, se procede a comparar la muestra tomada en campo con la muestra de velocidades que obtenemos a partir del software mediante un número de determinado de ejecuciones. Todo ello, partiendo de la premisa de la hipótesis nula, la cual plantea que las medias son iguales, entonces, existirá evidencia estadística – suficiente- para decir que las medias son iguales. Por ende, el modelo se encuentra calibrado. Caso contrario, se deberán ajustar los parámetros t (*relaxation time*) y λ (*factor anisotrópico*), los cuales resultan más sensibles en la microsimulación peatonal empleando en software Viswalk 8.0 según estudio (Huallpa, 2016).

El estadístico de prueba obtenido pertenece a la región de aceptación de la hipótesis nula. Además, el *P value* fue de 0.176 siendo este mayor que el nivel de significancia 0.05 (nivel de confianza de 95%). Por ello, se acepta la hipótesis nula y se considera al modelo calibrado.

Figura N°17. Modelo en el software con los parámetros calibrados



Fuente: Elaboración Propia

3.2. Resultados cuantitativos

A continuación, se muestran algunos resultados de la microsimulación peatonal en un periodo de 600 segundos aplicado a las islas de refugio.

Tabla N°2. Evaluación de las islas de refugio

Evaluación Isla de refugio 1		Evaluación Isla de refugio 2		
Cantidad de peatones	Densidad (peatón/m ²)	Cantidad de peatones	Densidad (peatón/m ²)	
69	4.34	48	3.45	
55	3.95	65	4.09	
63	3.96	44	3.16	
51	3.67	59	3.71	
53	3.34	57	4.1	
44	3.16	63	3.96	
69	4.34	50	3.6	
55	3.95	57	3.59	
61	3.84	50	3.6	
56	4.03	66	4.15	
75	4.72	47	3.38	
51	3.67	63	3.96	
58	3.65	54	3.88	
51	3.67	61	3.84	
69	4.34	54	3.88	
Promedio	58.00	3.91	55.00	3.76
Desv. Estándar	8.74	0.41	6.99	0.29

Fuente: Elaboración Propia

Siguiendo el enfoque de la Highway Capacity Manual, se debería considerar para el diseño de áreas de espera, los denominados *Level of Service* (LOS), los cuales son valores referenciales para el diseño óptimo siendo el nivel A, el más idóneo, mientras que, el nivel F representa el escenario más desfavorable.

Tabla N°3: Niveles de servicio para áreas de espera

Nivel de Servicio	Densidad (peatón/m ²)
A	< 0.83
B	< 0.83-1.11
C	< 1.11-1.67
D	< 1.67-3.33
E	< 3.33-5
F	≥ 5.00

Fuente: Adaptado de TRB (2000)

Bajo el enfoque planteado por la *Transportation Research Board (TRB)*, la isla de refugio 1 cuyo promedio de densidad es de 3.91 peatones/m² se podría considerar, entonces, que el Nivel de Servicio que se le asigna es el nivel de servicio “E”, del mismo modo, la Isla de refugio 2 presenta una densidad promedio de 3.76 peatones/m². Por ende, también recibiría la clasificación “E”. Sin embargo, es importante señalar que para el análisis no se consideró al conjunto de personas que preferían invadir los carriles vehiculares para esperar el cambio de fase del semáforo. Por tanto, debido a la exposición del riesgo de los usuarios el nivel de servicio más apropiado para la clasificación de estas islas sería el nivel “F”, No obstante, esta metodología propuesta por la TRB está basada en la capacidad siendo útil para planificar las instalaciones peatonales, sin embargo, proporcionan poca información sobre la aceptabilidad de los peatones (Brebba y Galiano-Garrigos, 2017).

En consecuencia, la excesiva cantidad de personas sometidas a extensos periodos de latencia genera ciertos eventos de cruces intempestivos, por parte de algunos peatones, lo cual involucra un alto riesgo, ya que los vehículos transitan a altas velocidades por la vía bajo estudio. Por consiguiente, a pesar de que ambas islas califiquen cuantitativamente con un nivel de servicio “E” se destaca que, al estar ambas islas saturadas en combinación a los extensos periodos de espera, la inadecuada posición y/o ausencia de los bolardos darían a entender que el desempeño no es aceptable, ya que el peatón igual se encuentra expuesto a sufrir daños.

4. Cálculo de los retrasos para el peatón

Siguiendo la metodología empleada por Marisamynathan y Vedagiri (2013), en este apartado, se procederá a calcular los retrasos para el peatón, por lo que a continuación se presentarán algunas fórmulas relevantes para la realización del estudio propuesto.

El objetivo es obtener la demora total para el peatón para cruzar la intersección haciendo una diferenciación por género. Dicha demora incluye tanto el tiempo de retraso esperando en la intersección (DW por *Waiting Time Delay*) como la demora al momento de cruzar (DC_j por *Crossing Time Delay*) encontrándose esta última diferenciada por el factor género. Ello puede ser expresado de la siguiente manera:

$$DT_j = DC_j + DW$$

Donde DC_0 y DC_1 representan a la demora al cruzar presentada por las mujeres y hombres, respectivamente, mientras que DT_0 será la demora total en segundos afrontada por el sexo femenino y DT_1 , la demora total del sexo masculino.

La demora en el tiempo de cruce por género (DC_j) se obtiene de la siguiente manera:

$$DC_j = T_{observ_j} - T_{ideal}$$

Donde (T_{observ_j}) representa al tiempo promedio observado según género se halla de la siguiente forma:

$$T_{observ_j} = \frac{\text{distancia}}{\text{Velocidad prom observada}_j}$$

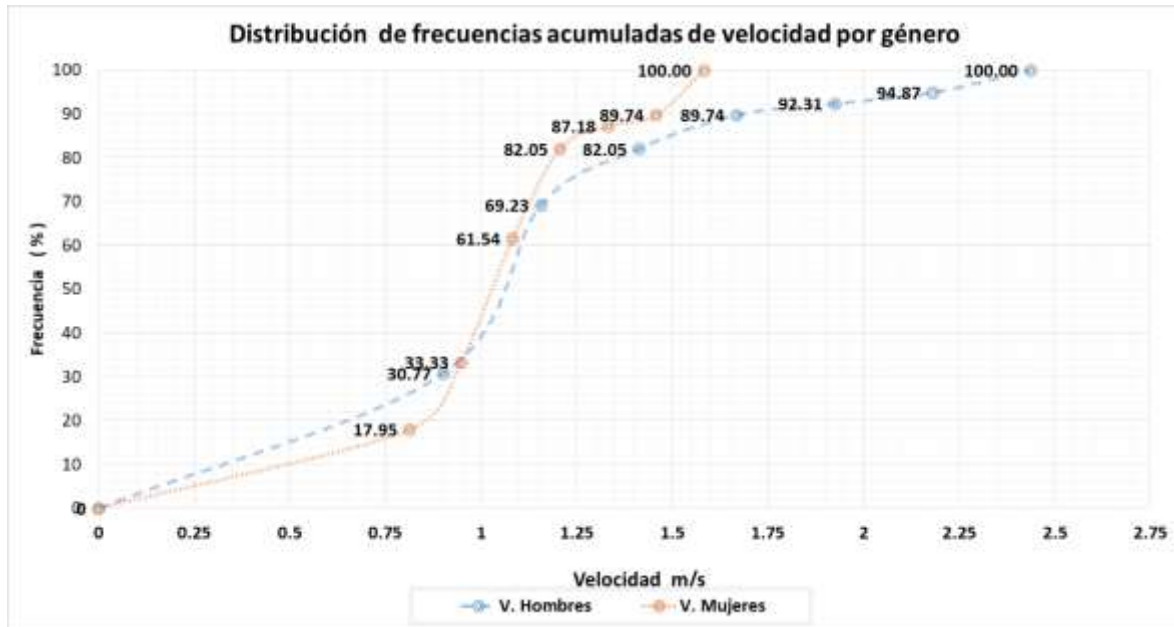
Donde $j=0$ si sexo=mujer y $j=1$ si sexo=hombre.

El tiempo de cruce ideal (T_{ideal}) sigue la siguiente fórmula:

$$T_{ideal} = \frac{\text{distancia}}{\text{Velocidad ideal}}$$

De acuerdo, al trabajo en campo realizado en “horas punta”, se ha elaborado la siguiente distribución de velocidades, la cual permite visualizar que los hombres presentan un mayor rango de velocidades. Probablemente, el uso de tacos sea una posible causa de la reducción en la velocidad de las mujeres. Además, cabe resaltar que la velocidad media de los hombres es de 1.27m/s, siendo esta superior respecto al género femenino cuya media es de 1.10 m/s, asimismo, el percentil 50 de los hombres es de aproximadamente 1.05 m/s mientras que el de las mujeres es de 1.03 m/s.

Figura N°18: Distribución de frecuencias acumuladas de velocidad según género



Fuente: Elaboración propia

En relación a la distancia de estudio para determinar el tiempo promedio observado (T_{observ_j}) y el tiempo ideal (T_{ideal}) se optará por la distancia promedio de los cruceros de la Avenida Javier Prado, cuyas longitudes se encuentran en el plano elaborado de la intersección, por tanto dicha distancia es de 26.88 m.

Haciendo uso de los datos mencionados anteriormente se puede estimar el tiempo promedio observado.

$$T_{observ_{j=0}} = \frac{26.88 \text{ m}}{1.10 \text{ m/s}} = 24.44 \text{ s}$$

$$T_{observ_{j=0}} = \frac{26.88 \text{ m}}{1.27 \text{ m/s}} = 21.17 \text{ s}$$

Asimismo, la velocidad ideal a emplear sigue la recomendación dada por el estudio realizado por Laplante y Kaeser (2004), los cuales plantean un valor de 1.10 m/s.⁶

⁶ Se debe considerar que el presente estudio no se encuentra analizando a personas con movilidad reducida, pero si se analizase dichos casos, la velocidad ideal planteada debería ser menor, lo que generaría que el tiempo ideal de cruce resulte ser mayor.

$$T_{ideal} = \frac{\text{distancia}}{\text{Velocidad ideal}} = \frac{26.88 \text{ m}}{1.10 \text{ m/s}} = 24.44 \text{ s}$$

Luego al reemplazar el tiempo observado por género y el tiempo ideal se obtiene la demora por género (DC_j). Por lo tanto, la demora correspondiente al género masculino (DC_1) se calcula mediante:

$$DC_1 = T_{observ_1} - T_{ideal} = 21.17 \text{ s} - 24.44 \text{ s} = -3.27 \text{ s}$$

Asimismo, se muestra la demora para el género femenino (DC_0) :

$$DC_0 = T_{observ_0} - T_{ideal} = 24.44 \text{ s} - 24.44 \text{ s} = 0.00 \text{ s}$$

Se aprecia que el tiempo observado promedio en los hombres es mayor que el tiempo ideal, lo cual indica que los varones aumentan la velocidad en el cruce, superando, de esta forma, a la velocidad ideal propuesta de 1.10 m/s. Dicho efecto tiene sentido, debido a la latencia generada por la espera excesiva de la fase roja del semáforo peatonal.

Respecto a la demora en el género femenino es posible notar que la velocidad media observada coincide con la velocidad ideal propuesta, por tanto, el tiempo de la demora promedio de cruce de las mujeres es cero.

Asimismo, se requiere calcular el retraso en el tiempo de espera en la intersección (DW):

$$DW = \frac{\alpha_1 * (C - (G + \alpha_2 R))^2}{2C}$$

Donde C: Duración del ciclo del semáforo en segundos, $C=G+R$

G: Segundos del semáforo en verde para los peatones

R: Segundos del semáforo en rojo para los peatones

α_2 : Porcentaje de peatones que cruzan la pista en semáforo no-verde para peatones

α_1 : Factor de corrección para llegadas no uniformes donde $\alpha_1 = \frac{C}{\frac{R}{n_T}}$

Donde n_T : Cantidad total de peatones (llegan en cualquier fase)

n_R : Cantidad de peatones que llegan al cruce peatonal en la fase roja

Para el presente estudio, los valores recolectados en campo son los siguientes:

$C=453$ segundos; $R=395$ segundos (en presencia policial); $G=58$ segundos

$n_T= 174$; $n_R= 151$; $\alpha_2=32.5\%$

Con dicha información, se cuenta con todos los datos para calcular α_1 , con lo que $\alpha_1 = 0.99$.

Ahora, se procede a calcular $DW = \frac{0.99*(453-(58+0.325*395))^2}{(2*453)} = 78.1$ segundos

Como se puede observar, la demora generada por la espera en la intersección se encuentra inversamente relacionada con el porcentaje de peatones que cruza la pista cuando no debería- es decir, cuando el semáforo no se halla en verde para ellos.

Finalmente, dado que ya se cuenta con DW y DC_j , se procede a obtener DT_j por género.

$$DT_{hombres} = DC_{hombres} + DW = -3.27 + 78.1 = 74.83$$

$$DT_{mujeres} = DC_{mujeres} + DW = 0 + 78.1 = 78.1$$

Se observa que la demora total experimentada por las mujeres resulta ser mayor a la que se enfrentan los hombres en 3.27 segundos, por lo que también la pérdida económica para dicho grupo será mayor. Ello se verá a mayor detalle en el apartado 6.

5. Obtención del costo del tiempo

En la presente sección, se presentará la metodología utilizada para lograr obtener el costo del tiempo de los peatones, tal lo planteado en el modelo teórico en el apartado 1.1, donde se cumple que $VST_i = \alpha_1 w_{1i} + \alpha_2 w_{2i}$. Para ello, primero se obtendrán los salarios y posteriormente, se hará el cálculo respectivo para hallar el Valor Social del Tiempo.

5.1. Obtención de salarios

Se requiere obtener los salarios por hora por quintil de ingresos en la zona de Lima Metropolitana. Para concretar ello, se siguió la siguiente metodología:

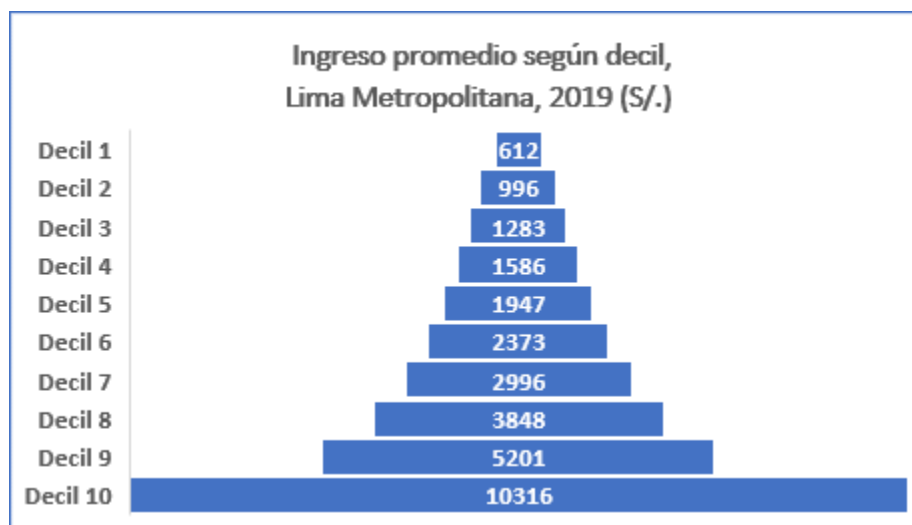
1. Se procesó información de la Encuesta Nacional de Hogares (Enaho) del año 2019, elaborada por el INEI, con el software Stata 15. Debido a que dicha encuesta tiene un nivel de inferencia hasta el nivel provincial –no distrital-, se procedió a evaluar la zona de Lima Metropolitana como provincia y asumir equivalencia con el distrito de San Isidro.
2. Se utilizó el módulo de variables sumarias y Empleo e Ingresos. Se procesó la información correspondiente a la variable ingreso bruto proveniente de la

principal actividad dependiente realizada, debido a que el trabajo en la centralidad económica de San Isidro es en gran medida formal.

3. Los datos presentados de los salarios por quintiles corresponden a una frecuencia mensual. Para fines del presente estudio, se debe trabajar con el ingreso por hora, por lo que también se muestra dicha información en la tabla N°4. Se asume una jornada laboral de 8 horas diarias y 22 días de trabajo al mes, tal como lo realizan Calmet y Capurro (2011).
4. Se procedió a realizar una desagregación por deciles para mostrar la posible dispersión de los ingresos en el área de Lima Metropolitana de una manera más gráfica (ver Figura N°19 y Anexo N°4). No obstante, tal lo mencionado en el punto 3, se trabajará con quintiles, una metodología más utilizada en la literatura.

Al momento de procesar los datos de la ENAHO (2019), en relación con la informalidad de la ocupación principal en Lima Metropolitana, se obtuvo que un 58,56% contaba con un empleo informal versus un 41,44% que se encontraba en el sector formal. Es decir, el presente trabajo considerará los salarios de los trabajadores de dicho último grupo. En este sentido, en la tabla adjunta, se muestra el ingreso bruto mensual promedio de la principal actividad dependiente de los pobladores de Lima Metropolitana para el año 2019, según deciles. El monto se encuentra expresado en nuevos soles (S/.).

Figura N°19: Ingreso promedio por ocupación principal dependiente, según decil, Lima Metropolitana 2019



Fuente: Encuesta Nacional de Hogares. (2019). Elaboración: Propia.

Se puede observar que el ingreso mensual promedio por ocupación principal dependiente en Lima Metropolitana para el decil 1 y 2 asciende a S/. 612 y S/.996, respectivamente. Teniendo en consideración que la centralidad de San Isidro goza de un gran nivel de empleo de tipo formal, las personas que laboran en la zona con ingresos del decil 1 y 2 serían aquellas que perciben el sueldo mínimo o cuentan con empleos de medio tiempo - monto que asciende a alrededor de S/. 465, puesto que el sueldo mínimo actualmente es S/.930. De igual manera, se evidencia una gran diferencia entre los ingresos del decil 9 y el decil 10 (20% de personas con los ingresos más elevados de Lima): Los ingresos del decil 10 representan cerca de un 100% más de los del decil 9.

Por su parte, la tabla N°4 muestra el ingreso bruto mensual promedio de cada uno de los 5 quintiles provenientes de la actividad principal dependiente realizada, así como el ingreso por hora expresados en nuevos soles (S/.). Dichos datos servirán de insumo principal para obtener el Valor Social del Tiempo en la siguiente subsección.

TABLA N°4: Ingreso bruto por actividad principal dependiente
en Lima Metropolitana 2019, según quintil (S/.)

Quintil de ingreso	Ingreso bruto mensual promedio (S/.)	Ingreso por hora (S/.)
Quintil 1	804.87	4.57
Quintil 2	1439.39	8.18
Quintil 3	2158.46	12.26
Quintil 4	3409.00	19.37
Quintil 5	7617.02	43.28

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares. (2019). Elaboración: Propia.

5.2. Obtención del Valor Social del Tiempo

Tal lo visto en el apartado 1.1, el Valor Social del Tiempo (VST) se puede obtener de la siguiente manera: $VST_i = \alpha_1 w_{1i} + \alpha_2 w_{2i}$, donde se cumple lo siguiente:

- w_1 y w_2 se refieren al Valor del Tiempo del Trabajo y al del Ocio, respectivamente. El primero es el valor obtenido en la subsección anterior (ingreso por hora), mientras que el del ocio es una proporción (30% de w_1).

- a_1 y a_2 representan los porcentajes de viajes de trabajo y ocio, respectivamente. Dichos valores fueron tomados del estudio de Calmet y Capurro (2011) para el caso de Transporte Urbano en Lima Metropolitana.

Posteriormente, se procedió a multiplicar el porcentaje de viajes de trabajo por el Valor del Tiempo del Trabajo (ingreso por hora) y el Valor del Tiempo del Ocio por el porcentaje de ocio con lo que se obtuvo el Valor Social del Tiempo del Trabajo y el Valor Social del Tiempo de Ocio. Finalmente, el Valor Social del Tiempo total resulta ser la sumatoria de ambos: $VST_{Total} = VST_{Trabajo} + VST_{Ocio}$. Los resultados se muestran a continuación en la tabla adjunta.

TABLA N°5: Valor Social del Tiempo en Lima Metropolitana,
según quintil de ingreso 2019

Quintil de ingreso	Ingreso por hora (S/.)	%Trabajo	%Ocio	VST- Trabajo (S/. Por hora)	VST- Ocio (S/. Por hora)	VST - Total (S/. Por hora)
Quintil 1	4.57	36.60%	63.40%	1.67	0.87	2.54
Quintil 2	8.18	18.98%	81.02%	1.55	1.99	3.54
Quintil 3	12.26	30.54%	69.46%	3.75	2.56	6.30
Quintil 4	19.37	18.44%	81.56%	3.57	4.74	8.31
Quintil 5	43.28	45.12%	54.88%	19.53	7.13	26.65

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares. (2019). Elaboración: Propia.

6. Cálculo de la pérdida económica

Esta sección busca calcular la pérdida económica (ML por *Money Loss*) generada para los peatones al cruzar la intersección de la Avenida Javier Prado con Francisco Masías durante horas punta (se considera 1 hora en la mañana entre las 8 y 9 am y 1 hora en la tarde-noche-5:45-6:45 pm). Para ello, se utilizarán los resultados obtenidos en el apartado 4 y 5 respecto al tiempo de demora total en la intersección bajo estudio y el costo del tiempo, respectivamente. Asimismo, es preciso señalar que, según los cálculos obtenidos, alrededor de 1375 personas utilizan los cruceros en mención durante el lapso de 1 hora.

La fórmula para obtener la pérdida económica por nivel de ingresos se muestra a continuación:

$$ML_i = \sum_{i=1}^{i=5} (VST_i * DT_{hombres} * N_i) + \sum_{i=1}^{i=5} (VST_i * DT_{mujeres} * N_i)$$

Donde del apartado 4, se obtuvo que $DT_{hombres} = 74.83$ segundos; $DT_{mujeres} = 78.1$ segundos, pero para poder realizar los cálculos respectivos, dichos valores deben ser expresados en términos de horas, por lo que se les dividirá entre 3600. Además, el VST ya se calculó y se halla en la tabla N°5.

Por su parte, para poder obtener la cantidad de personas por nivel de ingresos que potencialmente cruzarían la intersección bajo estudio y teniendo en cuenta las limitaciones de la data de la Encuesta Nacional de Hogares a nivel distrital, se procedió a realizar ciertos supuestos que se explican a continuación.

En primer lugar, tal lo mencionado en la parte introductoria del presente escrito, las personas con mayores ingresos son las que tienen una mayor tasa de tenencia de vehículos y utilizan más sus autos para desplazarse en comparación con personas de menores ingresos. Por ende, el supuesto será que se sigue una proporción uniforme en relación con la cantidad de personas (que cruzan la vía en 1 hora) y los quintiles, pero en el caso de las personas del quintil 5, solo se está considerando a un 10% para el estudio, es decir, el 90% de personas restantes se divide por igual en el quintil 1 al quintil 5, con lo que se asume alrededor de un 22,5% de personas en el cruce por cada uno de dichos quintiles.

De igual manera, en función de los datos obtenidos en la recolección de campo, se obtuvo que, en promedio, un 37,5% de los peatones en la intersección era mujer, frente a un 62,5% de hombres, por lo que, a pesar de que las mujeres se enfrentan a una mayor demora, la pérdida económica total para las mujeres será menor que la de los hombres, dada su menor tasa de participación. En este sentido, la cantidad de personas que pasa por el cruce en 1 hora (1375) deberá dividirse entre ambos géneros y en función al porcentaje de personas por quintil. Finalmente, ya contando con dicha información, se calcula la pérdida económica de cada género multiplicando la cantidad de personas respectivas por VST- Total por quintil.

TABLA N°6: Pérdida económica generada según género

Quintil de ingreso	VST - Total (S/. Por hora)	% Personas	Cantidad de personas (1 hora)		Pérdida económica (S/. por hora)	
			Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres
Quintil 1	2.54	22.50%	116	193	6.40	10.20
Quintil 2	3.54	22.50%	116	193	8.91	14.20
Quintil 3	6.30	22.50%	116	193	15.86	25.28
Quintil 4	8.31	22.50%	116	193	20.92	33.34
Quintil 5	26.65	10%	52	86	30.07	47.64
Total					82.15	130.67

$$ML_{femenino} = S/. 82.15; ML_{masculino} = S/.130.67 \text{ por hora}$$

Finalmente, para obtener la pérdida económica total (ML_j), se realiza lo siguiente:

$$ML = ML_{femenino} + ML_{masculino} = S/. 212.82 \text{ por hora}$$

De igual modo, suponiendo que se cuenta con 2 horas punta a lo largo del día (1 en la mañana y otra en la tarde/noche), se contaría con 44 horas punta mensualmente y 528 anualmente. Consecuentemente, la pérdida total mensual resultaría ser S/. 9,364.08 y la anual ascendería a S/.112,368.96.

Es preciso señalar que la pérdida económica obtenida puede tener un cierto sesgo a la baja, debido al comportamiento de los peatones. Ello se debe a que la demora total se vio influida por la tasa de personas que decidieron cruzar la pista aunque no debían (ello tuvo efectos en la demora del tiempo de espera) y a que las personas, principalmente los hombres, cruzan la vía rápidamente para poder de cierta forma “recuperar” el tiempo *perdido* en el cruce y poder dirigirse a las filas de sus respectivos buses (Corredor o continuar su camino hacia el Metropolitano). En otras palabras, la pérdida económica hallada no lograría captar todas las pérdidas generadas, dado que los peatones, debido a su propia conducta, prefieren arriesgar sus propias vidas y actuar imprudentemente con tal de disminuir las demoras a las que se enfrentan.

Asimismo, se debe tener en cuenta que el presente estudio considera solo 2 horas diarias de horas pico (una hora por la mañana y otra por la noche), pero, en la realidad, dichas horas pueden ser mayores. Así, según el Programa Pico y Placa de la Municipalidad de Lima, las horas punta en la ciudad serían consideradas entre las 6 y 10 de la mañana y desde las 5 de la tarde hasta las 9 de la noche, por lo que si se utilizara dicho dato como

insumo, consecuentemente, la pérdida económica de los peatones resultaría ser mayor a la calculada.

7. Conclusiones y propuestas de política

La presente investigación tuvo como objetivo analizar las características de accesibilidad en el ingreso a una de las centralidades económicas más importantes de la ciudad de Lima, la del Centro Financiero de San Isidro, así como medir la pérdida económica generada por el costo del tiempo del peatón. En este sentido, y luego de todo lo expuesto, se evidencia con el presente estudio que el diseño actual presenta un desmesurado privilegio a los vehículos motorizados y, consecuentemente, se genera un retraso para el peatón, lo cual, finalmente, se traduce en pérdidas monetarias. En relación a los problemas de accesibilidad observados, se tiene a la gran extensión del cruce peatonal que comprende 8 carriles que requiere cruzar un peatón diariamente para acceder a su centro de trabajo. Además, en horas de mayor demanda se agrava la situación con la intervención de los policías de tránsito, ya que se brinda inclusive mayor tiempo de cruce a los vehículos. De igual manera, se encontró que dicha intervención se realiza de forma no sincrónica entre los sentidos de la Av. Javier Prado, lo cual trae como consecuencia que se saturen las islas de refugio, provocando que los peatones ocupen los carriles vehiculares, por tanto, la isla de refugio como el cruce en general no satisfacen el resguardo de la vida.

Asimismo, respecto a los tiempos de demora, se puede afirmar que las mujeres resultan ser las más afectadas, dado que se desplazan a menores velocidades que los hombres, lo que genera que deban invertir un mayor tiempo total para el cruce de la vía, con lo que se confirmaría la hipótesis planteada al inicio de la investigación, ello debido posiblemente a la vestimenta utilizada por dicho género para asistir a sus centros de labores. Sin embargo, se observó una menor presencia de mujeres- respecto a los hombres- en la intersección estudiada durante las horas pico, por lo que, al considerar la pérdida económica generada, la de los hombres resultó ser mayor, pero ello se debe justamente a la distribución de personas en la zona.

Si, además, se tiene en cuenta que estas dificultades se presentan en una de las centralidades económicas más importantes de Lima Metropolitana, la cual, está dotada de mejor infraestructura en comparación al resto de la urbe, entonces es válido cuestionarse qué ocurre o cual será el desempeño en otros puntos de la ciudad. En este sentido, se confía en que este artículo pueda servir como punto de partida para empezar a estudiar

con mayor frecuencia a otros agentes del sistema de transporte más allá del vehículo. Resulta de suma relevancia optimizar los procesos de semaforización en los cruceros y así, poder reducir de cierta forma las desigualdades urbanas -latentes- existentes, pues las actuales condiciones generan tanto mayores riesgos (cruzar la pista impertinentemente o caminar a gran velocidad) como gastos para los transeúntes quienes de por sí no son la prioridad en el sistema de transporte urbano actual.

Bajo un escenario tan complicado para el Perú y el mundo debido a la covid-19, se espera que esta sea una oportunidad para replantear la ciudad y las políticas públicas orientadas a los temas urbanos. Siguiendo dicha línea, se destaca, por ejemplo, que se haya iniciado con la instalación de ciclovías en la Avenida Javier Prado y en algunas otras partes de la ciudad. Sin embargo, lamentablemente, se han presentado una serie de accidentes contra los ciclistas durante las semanas del Estado de Emergencia. Todo ello mostraría que, efectivamente, son los transeúntes y los ciclistas aquellos que se encuentran más vulnerables en las calles, por lo que es prioritario tomar medidas al respecto para afrontar dicha problemática. Finalmente, se espera que esta investigación pueda ser de utilidad para que Lima Metropolitana se pueda acercar un poco más a la meta de alcanzar una movilidad sostenible y equitativa para todos.

Referencias Bibliográficas:

Auckland Council. (2017). Measuring pedestrian congestion in the Auckland city centre – technical report. Auckland: MRCagney.

Avellaneda, P. (2007). Movilidad, pobreza y exclusión social. Un estudio de caso en la ciudad de Lima (tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, España.

Cabrera, F. (2019). Movilidad urbana, Espacio Público y Ciudadanos sin Autonomía (tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, España.

Calmet, D. y Capurro, J. (2011). El tiempo es dinero: Cálculo del valor social del tiempo en Lima Metropolitana para usuarios de transporte urbano. *Revista de Estudios Económicos* 20, 73-86.

Corporación Ciudad Accesible. (2014). Guía de consulta Accesibilidad Universal. Santiago de Chile.

Dextre, J. & Avellaneda, P. (2014). Movilidad en zonas urbanas. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Esquivel, M., Hernández, O. y Garnica, R. (2013). Modelo de accesibilidad peatonal (MAP). *Bitácora*, 23, (2), 21-41.

Gonzales, E. y del Pozo, J. (2012). Lima, una ciudad policéntrica. Un análisis a partir de la localización del empleo. *Investigaciones regionales*, 29-52.

Helbing, D. y Mólner, P. (1998). Social force model for Pedestrian dynamics. Stuttgart: University of Stuttgart.

INEI. (2020). Mapa de pobreza monetaria provincial y distrital 2018. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

INEI. (2020). Microdatos. *Encuesta Nacional de Hogares (Enaho)*.

INEI. (2017). Censos Nacionales 2017. Sistema de consulta de bases de datos. Recuperado de <http://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>

INEI. (2014). Una mirada a Lima Metropolitana. Lima: INEI. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1168/libro.pdf

Laplante, J. N., & Kaeser, T. P. (2004). The continuing evolution of pedestrian walking speed assumptions. *Institute of Transportation Engineers, ITE Journal*, 74(9), 32-40.

Lima cómo vamos. (2018). Encuesta Lima cómo vamos: Noveno Informe de percepción sobre calidad de vida en Lima y Callao. Lima. Asociación Unacem.

**DIRECCIÓN DE
GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

OFICINA DE PROMOCIÓN Y EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN



- Marisamynathan, S. y Vedagiri, P. (2018). A new approach to estimate pedestrian delay at signalized intersections. *Transport*, 33(1), 249-259.
- Marisamynathan, S. y Vedagiri, P. (2014). Study on pedestrian crossing behavior at signalized intersections. *Journal of traffic and transportation engineering*, 1(2), 103-110.
- Marisamynathan, S. y Vedagiri, P. (2013). Modeling pedestrian delay at signalized intersection crosswalks under mixed traffic condition. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 104, 708-717.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2012). Estimación del valor social del tiempo. Lima: Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico. Recuperado de https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/parametros_evaluacion_social/Valor_Social_Tiempo.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Manual de carreteras. Diseño Geométrico DG-2018. Lima: MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2005). Plan maestro de transporte urbano para el área de Lima Metropolitana y Callao en la República del Perú. Lima: Agencia de Cooperación Internacional del Japón.
- Municipalidad de San Isidro. (2017). Compendio Estadístico 2017. Lima: Gerencia de Planeamiento, Presupuesto y Desarrollo Corporativo de San Isidro.
- Rui, P. (2011). Urban transport, pedestrian mobility and social justice. A GIS analysis of the case of the Lisbon Metropolitan Area (tesis doctoral). London School of Economics and Political Science, Londres, Reino Unido.
- Sigüenza, A. (2017). Estudio de movilidad peatonal en el campus PUCP (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías (SUTRAN). (2009). Texto Único Ordenado del Reglamento Nacional de Tránsito – Código de Tránsito.
- Transportation Research Board. (2000). Highway Capacity Manual HCM. National Academy of Sciences.
- Vega Centeno, P. (2017). La desigualdad invisible: el uso cotidiano de los espacios públicos en la Lima del siglo XXI. *Territorios* (36), 23-46. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.12804/revistas.uosario.edu.co/territorios/a.5097>
- Vega Centeno, P. (2017). La dimensión urbana de las centralidades de Lima Norte: cambios y permanencias en la estructura metropolitana. *EURE*, 43 (125), 5-25.

ANEXOS:

Anexo N°1: Velocidades promedio de una muestra de peatones

Tiempo (segundos)	velocidad promedio (m/s)
2.48	1.21
2.44	1.23
3.21	0.93
2.58	1.16
2.91	1.03
2.61	1.15
2.63	1.14
2.86	1.05
2.60	1.15
2.50	1.20
2.91	1.03
2.74	1.09
2.44	1.23
2.88	1.04
2.91	1.03
3.06	0.98
2.85	1.05
2.88	1.04
3.57	0.84
2.61	1.15
3.00	1.00
3.16	0.95
2.75	1.09
2.38	1.26
2.22	1.35
3.03	0.99
3.16	0.95
2.86	1.05
2.40	1.25
2.46	1.22
n	30
x	1.10
s	0.117
(Z.s)/√n	0.042
Error (5%)	0.055

Fuente: Elaboración propia

**DIRECCIÓN DE
GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

OFICINA DE PROMOCIÓN Y EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN



Anexo N°2: Velocidades promedio de una muestra de peatones de género femenino

Mujeres	
Distancia de evaluación 3 metros	
Tiempo (s)	Velocidad (m/s)
2.56	1.17
2.53	1.19
3.1	0.97
4	0.75
1.85	1.62
2.53	1.19
3.8	0.79
2.66	1.13
2.42	1.24
2.7	1.11
3.52	0.85
3.16	0.95
2.85	1.05
3.72	0.81
3.52	0.85
3.26	0.92
1.86	1.61
2.85	1.05
2.88	1.04
2.9	1.03
2.61	1.15
2.23	1.35
3.01	1.00
2.75	1.09
3.34	0.90
2.59	1.16
2.1	1.43
2.5	1.20
3.5	0.86
1.95	1.54
3.98	0.75
2.85	1.05
2.88	1.04
3.01	1.00
2.97	1.01

**DIRECCIÓN DE
GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

OFICINA DE PROMOCIÓN Y EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN



Mujeres	
Distancia de evaluación 3 metros	
Tiempo (s)	Velocidad (m/s)
2.58	1.16
1.95	1.54
2.23	1.35
2.75	1.09
n (muestra)	39
x (promedio)	1.10
S (Desv. Estándar)	0.233
(Z.s)/√n	0.062
Error (10%)	0.110

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°3: Velocidades promedio de una muestra de peatones de género masculino

Hombres	
Distancia de evaluación 3 metros	
Tiempo (s)	Velocidad (m/s)
1.17	2.56
2.43	1.23
3.21	0.93
2.58	1.16
3.06	0.98
2.99	1.00
2.63	1.14
1.72	1.74
2.6	1.15
2.5	1.20
3.5	0.86
1.52	1.97
2.74	1.09
3.36	0.89
3.49	0.86
3.88	0.77
2.03	1.48
2.98	1.01
3.49	0.86
2.03	1.48

**DIRECCIÓN DE
GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

OFICINA DE PROMOCIÓN Y EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN



Hombres	
Distancia de evaluación 3 metros	
Tiempo (s)	Velocidad (m/s)
2.98	1.01
2.9	1.03
2.54	1.18
2.32	1.29
1.79	1.68
2.66	1.13
2.6	1.15
2.11	1.42
2.67	1.12
1.2	2.50
1.36	2.21
2.51	1.20
2.68	1.12
2.28	1.32
2.57	1.17
2.66	1.13
1.8	1.67
3.36	0.89
3.15	0.95
n (muestra)	39
x (promedio)	1.27
S (Desv. Estándar)	0.443
(Z.s)/√n	0.117
Error (10%)	0.127

Fuente: Elaboración propia

**DIRECCIÓN DE
GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

OFICINA DE PROMOCIÓN Y EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN



**Anexo N°4: Ingreso mensual promedio por ocupación principal
según decil, Lima Metropolitana 2019**

Decil de ingreso	Ingreso mensual promedio (S/.)	Mínimo	Máximo
Decil 1	612	45.50	900.58
Decil 2	996	902.33	1123.50
Decil 3	1283	1124.42	1446.08
Decil 4	1586	1450.92	1791.25
Decil 5	1947	1793.17	2124.42
Decil 6	2373	2124.83	2656.08
Decil 7	2996	2656.55	3397.08
Decil 8	3848	3400.00	4398.58
Decil 9	5201	4400.00	6283.33
Decil 10	10316	6291.28	39847.67

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares (2019). Elaboración propia