

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ**

**“Estudio empírico de comportamiento peatonal en los
alrededores del Hospital del Niño, en Lima”**

Tesis para optar por el Título de **Ingeniero Civil**, que presenta el bachiller:

Rubén Oswaldo Alfaro Borda

ASESOR: Ing. Felix Israel Cabrera Vega

Lima, setiembre de 2016

RESUMEN

Lima es una ciudad que contempla un pensamiento equivocado en el cual, se otorga prioridad a los vehículos por sobre los peatones en las calles. Inclusive, en lugares públicos como hospitales o clínicas, donde existe mayor tránsito de usuarios vulnerables como personas con discapacidad, niños, mujeres embarazadas y ancianos, existen obstáculos para la movilización de ellos ya que no se brindan facilidades y un diseño de infraestructura ideal. Por lo tanto, es importante realizar estudios que ayuden a comprender las características y necesidades de este tipo de peatones.

Esta investigación busca analizar el comportamiento de los peatones en los exteriores del Hospital del Niño, partiendo de la recolección de datos a través del registro gráfico y el análisis de estos en base a teorías y fuentes relacionadas a la movilidad. Por otro lado, tiene como objetivos identificar los principales problemas de movilidad peatonal que éstos presentan y determinar sus características de desplazamiento como velocidades de circulación, densidad peatonal, líneas de deseo, entre otras.

Una de las hipótesis desde la cual parte este estudio es que los usuarios prefieren usar rutas alternas al puente peatonal. Además, se plantea que la infraestructura y el diseño geométrico de la intersección no es el adecuado para los usuarios vulnerables. Entonces, a través de esta investigación se piensa reflexionar acerca de la prioridad que tienen los peatones en el sistema vial de Lima, enfocándose más en los usuarios con mayores limitaciones.

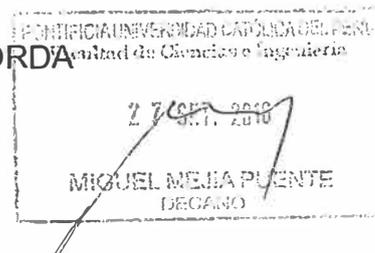
Se identificaron los diferentes tipos de usuarios que transitan en la intersección para poder determinar y analizar sus líneas de deseo peatonales, sus velocidades promedio, así como la accesibilidad de la infraestructura.

Se observó que el 21% de los peatones que transitan en la zona estudiada son usuarios vulnerables, los cuales presentan como destino preferido el Hospital del Niño. Además, el puente peatonal forma parte del trayecto más escogido por ellos. Sin embargo, existe un 15% de peatones que prefiere cruzar imprudentemente por debajo de este.

Se determinó que el diseño de la infraestructura no es el adecuado, ya que el puente peatonal no presenta rampas para el acceso de personas con coches de bebés o discapacitadas. También se observó que algunas rampas en las veredas no cumplen con la pendiente mínima necesaria y que no existen refugios peatonales adecuados.

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Título : "Estudio empírico de comportamiento peatonal en los alrededores del Hospital del Niño, en Lima".
Área : Movilidad y Transporte - Investigación
Asesor : Ing. Felix Israel Cabrera Vega
Alumno : RUBÉN OSWALDO ALFARO BORDA
Código : 2008.7001.412
Tema N° : #57
Fecha : Lima, 19 de setiembre del 2016



INTRODUCCIÓN

La aceptación de la movilidad sostenible y segura -como concepto de planificación de nuestras ciudades y del espacio público- ha sido trascendental para reconocer que los peatones y el espacio público deben ser sujeto de estudio. Por lo tanto, el diseño del espacio público debe considerar las necesidades de todos los grupos sociales y principalmente de aquellos que son vulnerables. Sin embargo, para obtener diseños adecuados se debe estudiar primero los requerimientos de sus diferentes tipos.

Por este motivo, en este proyecto de investigación, se busca conocer las características de desplazamiento de los diferentes tipos de peatones que se desplazan en la zona adyacente al Hospital del Niño, en la ciudad de Lima.

OBJETIVOS

Objetivo general

Conocer el comportamiento peatonal, incluyendo el de los usuarios vulnerables, en los alrededores del Hospital del Niño.

Objetivos específicos

Determinar las características de desplazamiento que presentan los usuarios en la zona de estudio (velocidades de circulación, líneas de deseo, etc.) según edad, género u otra cualidad. Además, identificar los problemas de movilidad peatonal que presentan los usuarios vulnerables y la frecuencia de uso del puente peatonal. Finalmente, determinar si la infraestructura y el diseño vial de la intersección son adecuados para los tipos de peatones que se desplazan.

HIPÓTESIS

La mayoría de personas que se dirigen al hospital cruzan por debajo del puente peatonal. Además, la infraestructura y el diseño geométrico de la intersección no es el adecuado para los usuarios vulnerables.

PROGRAMA DE TRABAJO

El desarrollo de la tesis considerará los siguientes temas:

- a) Planteamiento del problema, objetivos e hipótesis de la investigación
- b) Revisión de la literatura - marco teórico: factores que influyen en el comportamiento del peatón, comportamiento del peatón, diseño de infraestructura peatonal.
- c) Metodología de la investigación.
- d) Resultados.
- e) Conclusiones y recomendaciones.

METODOLOGÍA

La recolección y análisis de la información se desarrollará en 4 etapas: la recolección de los datos de campo -mediante técnicas manuales y filmaciones-, la extracción de la información de los videos en forma manual-, la evaluación de la infraestructura, y la identificación de las características de los peatones y los problemas de desplazamiento.

REVISIONES

Primera Revisión:

- Objetivo general y objetivos específicos.
- Hipótesis de la investigación.
- Marco teórico (revisión de la literatura).

Segunda Revisión

- Metodología del trabajo.
- Recolección de datos de campo.

Tercera Revisión:

- Procesamiento y análisis de la información de campo.
- Conclusiones y recomendaciones.

NOTA

Extensión máxima: 100 páginas.

VB° 
Dr. Rafael Aguilar
Director de Investigación



AGRADECIMIENTOS

A mis padres Rubén y Herlinda que siempre me apoyaron
y me dieron fuerzas para lograr mis metas.

A mi hermano Diego que con su perseverancia
me impulsa a crecer y mostrar lo mejor de mí.

A mi gran familia que me motiva
a superarme y desarrollar todo mi potencial.
Ilda, Lusmila, Mabel, Alfredo, Henry y abuela Teodora,
gracias por todo.

A mi fiel compañera y apoyo incondicional Silvana.
Gracias por formar parte de los mejores
momentos de mi vida.

A mi asesor y gran docente Israel Cabrera
por sus consejos y enseñanzas
sobre mi profesión y la vida.

A mis amigos que con su confianza y palabras
de aliento me brindaron fuerzas
para culminar este proyecto.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVO GENERAL	2
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.3. HIPÓTESIS	2
1.4. ALCANCE Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	2
CAPÍTULO 2: REVISIÓN DE LA LITERATURA	4
2.1. ANTECEDENTES	4
2.2. CARACTERÍSTICAS QUE INFLUYEN EN EL COMPORTAMIENTO DEL PEATÓN	6
2.2.1. CARACTERÍSTICAS DEL INDIVIDUO	6
2.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO	10
2.3. COMPORTAMIENTO DEL PEATÓN AL DESPLAZARSE EN LA CIUDAD	14
2.3.1. COMPORTAMIENTO PEATONAL EN INTERSECCIONES	14
2.3.2. ANÁLISIS DEL PEATÓN EN LA RED PEATONAL	20
2.3.3. ANÁLISIS DE LOS PUENTES PEATONALES	26
2.4. DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA PEATONAL	28
2.4.1. CONSIDERACIONES PREVIAS	30
2.4.2. CONSIDERACIONES GENERALES	30
2.4.3. CONSIDERACIONES PARA USUARIOS CON MOVILIDAD RESTRINGIDA	31
2.4.4. CRUCEROS	32
2.4.5. ISLAS DE REFUGIO	33
2.4.6. CRUCEROS A NIVEL (CEBRA)	34
2.4.7. CRUCEROS SEMAFORIZADOS	36
2.4.8. PUENTE PEATONAL	37
2.4.9. SEÑALIZACIÓN	39
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA	40
3.1. LÍNEAS DE DESEO PEATONAL	44
3.2. VELOCIDADES PEATONALES	46
3.3. ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA	48
3.4. FLUJOGRAMA DE VEHÍCULOS	48
CAPÍTULO 4: RESULTADOS	50
4.1. LÍNEAS DE DESEO PEATONAL	50
4.1.1. ANÁLISIS DE LÍNEAS DE DESEO SEGÚN EL PUNTO DE PARTIDA	51
4.1.2. DENSIDAD EN LAS RUTAS PEATONALES	56

4.1.3.	DESTINOS PREFERIDOS POR LOS PEATONES	57
4.1.4.	TRAMOS ESCOGIDOS ENTRE EL HOSPITAL Y EL PARADERO 2	58
4.2.	VELOCIDADES PROMEDIO DE LOS PEATONES	60
4.3.	ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA	62
4.3.1.	CRUCES Y REFUGIOS	62
4.3.2.	ACCESIBILIDAD	64
4.3.3.	TIEMPO DE VERDE PEATONAL	66
4.4.	FLUJOGRAMAS DE VEHÍCULOS	67
 CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		 69
5.1.	CONCLUSIONES	69
5.2.	RECOMENDACIONES	71
 CAPÍTULO 6: BIBLIOGRAFÍA		 73



LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Peatones realizando cruce indebido. Intersección de Av. Cornejo con Universitaria.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2. Soluciones propuestas para veredas.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 3. Dimensiones para los peatones.</i>	<i>22</i>
<i>Figura 4. Dimensiones para todos los peatones.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 5. Dimensiones para usuarios vulnerables.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 6. Pirámide de jerarquía.</i>	<i>29</i>
<i>Figura 7. Caminos naturales de los peatones.</i>	<i>33</i>
<i>Figura 8. Isla de refugio ineficiente.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 9. Crucero peatonal elevado.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 10. Recomendaciones para diseño de semáforos.</i>	<i>37</i>
<i>Figura 11. Cruce imprudente de peatón en las afueras del Hospital del Niño.</i>	<i>38</i>
<i>Figura 12. Vista de la avenida Brasil en dirección a la plaza Bolognesi.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 13. Vista de la avenida 28 de Julio.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 14. Vista de la avenida Mogaburos.</i>	<i>41</i>
<i>Figura 15. Vista de la avenida Brasil en dirección al distrito de Jesus María.</i>	<i>41</i>
<i>Figura 16. Vista del condominio Mogaburos.</i>	<i>42</i>
<i>Figura 17. Vista frontal del Hospital del Niño.</i>	<i>43</i>
<i>Figura 18. Vista de las cámaras digital y GoPro colocadas en la azotea.</i>	<i>43</i>
<i>Figura 19. Captura de pantalla de cámara GoPro desde la azotea del Hospital.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 20. Captura donde se definen las zonas de partida y final.</i>	<i>45</i>
<i>Figura 21. Definición de los tres tramos que se desarrollan en la intersección.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 22. Tramos escogidos para el análisis de velocidades peatonales.</i>	<i>47</i>
<i>Figura 23. Crucero peatonal de la avenida Brasil.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 24. Rutas vehiculares de la intersección.</i>	<i>49</i>
<i>Figura 25. Proporción entre los diferentes tipos de peatones en la muestra analizada.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 26. Líneas de deseo peatonal y cantidad de peatones. Partida: Hospital.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 27. Líneas de deseo peatonal y cantidad de peatones. Partida: paradero 1.</i>	<i>53</i>
<i>Figura 28. Líneas de deseo peatonal y cantidad de peatones. Partida: 28 de Julio & Mogaburos.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 29. Líneas de deseo peatonal y cantidad de peatones. Partida: paradero 2.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 30. Densidad peatonal. Cantidad de peatones por hora en los trayectos descritos en la intersección.</i>	<i>57</i>
<i>Figura 31. Destinos preferidos por los tipos de peatones.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 32. Cruces escogidos entre el hospital y el paradero 2 y cantidad de peatones. Ambos sentidos.</i>	<i>59</i>
<i>Figura 33. Cantidad de peatones que transitan entre el hospital y el paradero 2. En ambos sentidos. ...</i>	<i>60</i>
<i>Figura 34. Velocidades vs. Tipos de peatones.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 35. Líneas de velocidades para cada tipo de peatón.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 36. Zonas de refugio peatonal.</i>	<i>63</i>
<i>Figura 37. Crucero peligroso de la avenida 28 de Julio.</i>	<i>63</i>
<i>Figura 38. Numeración de rampas en la intersección.</i>	<i>64</i>
<i>Figura 39. Crucero de la avenida Brasil.</i>	<i>66</i>
<i>Figura 40. Vehículos que transitan en una hora en la primera fase del semáforo.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 41. Vehículos que transitan en una hora en la segunda fase del semáforo.....</i>	<i>68</i>

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Tabla de clasificación de peatones.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 2. Nivel de servicio para veredas y senderos peatonales.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 3. Nivel de servicio para peatones en intersección semaforizada.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 4. Tabla de accidentalidad en ciudades en función a la presencia de puentes peatonales.</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 5. Pendientes para rampas según la diferencia de nivel.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 6. Dimensiones de las rampas en la intersección.</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 7. Pasos y contrapasos en las escaleras del puente peatonal.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 8. Parámetros de diseño.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 9. Clasificación de vehículos que transitan por la intersección.</i>	<i>67</i>



CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

En la actualidad, uno de los mayores problemas en Lima es el tránsito. El parque automotor se encuentra saturado, el transporte público es deficiente, además de tener una mala infraestructura; las autoridades no cumplen con su papel de reguladores y las reglas de tránsito no son respetadas tanto por conductores como por los peatones.

La realidad muestra que el tránsito en la ciudad no es el adecuado y necesita una solución. Son muchos los factores que generan esta problemática y diversas las medidas que se plantean para resolverla. Sin embargo, no se podrá lograr una mejora real si no se desarrolla una correcta cultura vial.

En esta ciudad, se contempla un pensamiento en el cual el transporte motorizado tiene mayor importancia que los peatones. Esta idea es la equivocada. El ciudadano de a pie debe ser el usuario más importante y todo planteamiento, medida, diseño y gestión del tránsito debe tener presente en este concepto básico. Por tal razón, solo se encontrarán soluciones reales y permanentes con un desarrollo integral y sostenible donde se priorice correctamente a los usuarios.

El proyecto de investigación busca comprender el comportamiento de los peatones en los exteriores del Hospital del Niño. Donde la muestra de estudio considerará a los usuarios vulnerables. Estos últimos son aquellos peatones que presenten alguna restricción, condición o enfermedad que genere una desventaja en su desplazamiento. Por ejemplo, ancianos, niños, mujeres embarazadas, usuarios en silla de ruedas, invidentes, entre otros.

Asimismo, se identificarán los problemas que se presentan en la zona escogida. Se buscará conocer o responder algunas preguntas como ¿por qué los peatones no usan el puente peatonal? ¿Quiénes cruzan por el puente? ¿El ciclo del semáforo para los peatones en la intersección es el adecuado? ¿Cuáles son sus velocidades?, entre otras interrogantes.

Como se explicó anteriormente, el usuario más importante en la ciudad debe ser el peatón. El conocimiento de su comportamiento ayudaría a lograr un mayor desarrollo en el tránsito, ya que las medidas de solución propuestas se basarían en el enfoque correcto. También, se debe considerar con mayor énfasis a los usuarios más

vulnerables, como los ancianos y peatones con movilidad restringida, debido a que son los más desfavorecidos y relegados en nuestra sociedad. En ello radica la importancia de este proyecto.

La investigación se desarrollará en 4 etapas. La primera abarca la revisión de la bibliografía que consta de estudios previos relacionados a este proyecto, los cuales fundamentan los conceptos expuestos. Luego, se procederá a la recolección de los datos a través del registro de video. Después estos serán analizados y discutidos en base a las fuentes investigadas en la primera etapa del proyecto. Finalmente, se expondrá las conclusiones y recomendaciones respectivas.

1.1. Objetivo general

Conocer el comportamiento peatonal, incluyendo el de los usuarios vulnerables en los alrededores del Hospital del Niño.

1.2. Objetivos específicos

Determinar las características de desplazamiento que presentan los usuarios en la zona de estudio (velocidades de circulación, líneas de deseo, etc.) según edad, género u otra cualidad. Además, identificar los problemas de movilidad peatonal que presentan los usuarios vulnerables y la frecuencia de uso del puente peatonal. Finalmente, determinar si la infraestructura y el diseño vial de la intersección son adecuados para el grupo de peatones que se desplazan.

1.3. Hipótesis

La mayoría de personas que se dirigen al hospital cruzan por debajo del puente peatonal. Además, la infraestructura y el diseño geométrico de la intersección no es el adecuado para los usuarios vulnerables.

1.4. Alcance y limitaciones de la investigación

El análisis de la circulación peatonal se realizará en la intersección semaforizada de las avenidas Brasil y 28 de Julio. La zona de estudio, ubicada en el distrito de Jesús María, contempla también paraderos y un puente peatonal.

Dicho estudio se basa en la premisa de que la infraestructura vial no es la adecuada para el lugar. Por tal razón, Los resultados obtenidos son referenciales y no establecen parámetros absolutos. En tal caso, si se desea utilizar los datos obtenidos para futuras investigaciones, se debe tener en cuenta las condiciones particulares que presenta la zona de estudio en cuestión.

Para el análisis se realizarán grabaciones desde el octavo piso del Hospital del Niño. Por lo tanto, el estudio se ve afectado por la nitidez de la cámara el ángulo de la grabación y el rango visual de la misma. Además, debe tomarse en cuenta que los permisos se concedieron solo para 2 días, en los cuales se grabó 1 hora por día.

Además, es importante mencionar que meses después de realizarse la toma de datos, se colocaron rejas en la zona de la intersección. Esto con el fin de evitar el cruce imprudente de los peatones por debajo del puente. Por lo tanto, todo planteamiento y conclusión basada en esta investigación debe considerar que las grabaciones fueron realizadas antes de que se coloquen dichas rejas.



CAPÍTULO 2: REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Antecedentes

En la actualidad, la búsqueda de soluciones de diseño con el fin de que los transeúntes puedan utilizar los espacios, requiere de conocimientos básicos sobre las conductas viales. Por ello, se han realizado estudios sobre el comportamiento peatonal desde diferentes enfoques: desde el psicológico hasta el ingenieril.

Uno de ellos estudiaba la conducta de cruce peatonal en cuatro intersecciones en la ciudad de Ushuaia (Trujillo, 2015). Esta investigación analizó la relación entre el comportamiento peatonal, los aspectos contextuales y las características personales de los usuarios. Para ello, se requería del registro en video de los peatones para que los datos sean codificados en base a un protocolo de observación. Así también, se establecieron parámetros de conducta de cruce del peatón que permitían analizar el comportamiento basándose en variables personales y ambientales. Las condiciones de la zona de análisis y el tipo de estudio realizado llevan una relación cercana con el proyecto a realizar en la presente investigación.

De igual forma, el trabajo realizado por Jiménez (2010), analizó el comportamiento de los peatones mediante modelos de elección discreta basado en las características individuales y del entorno. La zona elegida fue la Facultad de Ciencias Físicas Matemáticas de la Universidad de Chile (FCFM). Los usuarios percibidos por el estudio fueron funcionarios, jóvenes estudiantes y profesores, los cuales mediante encuestas de preferencias permitieron determinar rutas y cruces comunes hacia la institución.

Otras investigaciones similares (Monteagudo, 2000; Monteagudo, Chisvert, & Sanmartín, 2013) trataban de comprender el comportamiento peatonal de los adultos de tercera edad y permiten determinar conductas de cruce en los usuarios. Dichas conductas se lograron especificar gracias a otras investigaciones que presentaban procedimientos similares (Lobjois & Cavallo, 2009; Oxley, Ihsen, Fildes, Charlton, & Day, 2005; Sayed, Brown, & Navin, 1994; Troutbeck & Kako, 1999) y fueron tomadas en cuenta para la elección de las variables de conducta en el presente estudio.

Además, se tomaron en cuenta investigaciones relacionadas al uso de puentes peatonales. Tal es el caso del trabajo realizado por (Arias, 2012) en la ciudad de Arequipa, en el cual por medio de un estudio descriptivo se buscó conocer las causas por las cuales los usuarios no hacen uso de estos puentes. Se realizaron encuestas

en 3 puentes distintos pero solo se encuestó a aquellos que terminaban de cruzar la vía sin haber hecho uso del puente.

Además, es importante mencionar el estudio realizado por la Secretaría Técnica del Consejo de Transporte de Lima y Callao (CTLC, 2008), donde se analiza de forma cuantitativa y cualitativa los índices de uso, las razones de uso y no uso y las alternativas viales a los puentes peatonales. Este estudio, basado en la perspectiva del peatón, mediante datos de ubicación de puentes y distribución espacial de atropellamientos en Lima y Callao, determina el alto o bajo índice de accidentalidad en zonas donde existe la presencia de estos puentes. Por tal razón, esta investigación es relevante en nuestro análisis, así como los datos y estadísticas referidos a la ciudad de Lima que se presentan.

Cabe mencionar que también existen estudios donde se analizan las variables psicológicas presentes en los peatones. Dichas investigaciones (Moyano-Díaz, 1999, 2002; Torquato & Bianchi, 2010) toman el modelo de conducta de riesgo en conductores planteado por Reason et al. (1990), adaptan las variables conductuales de riesgo y las aplican al estudio de los peatones. Estas variables clasifican el comportamiento en 3 tipos: 'violación o trasgresión', 'error' y 'lapsus'.

La primera hace referencia a la conducta consciente o deliberada del usuario en la búsqueda de lograr un objetivo en el ámbito vial (Moyano-Díaz et al., 2014; Reason et al., 1990). Este se ve reflejado en el accionar imprudente de los peatones, tales como cruzar entre los vehículos cuando están detenidos, ubicarse en zonas inapropiadas de la vía y cruzar en rojo o en lugares no permitidos.

El 'error' consiste en acciones frustradas o conductas planificadas para lograr maniobras de tránsito, debido a funcionamiento inapropiado de mecanismos de atención, percepción o procesamiento de la información (Moyano-Díaz et al., 2014; Reason et al., 1990). Errores comunes observados son los de equivocación en la estimación de tiempos de cruce con respecto al del semáforo, velocidades de los vehículos y brechas disponibles (Torquato, 2011; Trujillo, 2015).

Finalmente se define la variable 'lapsus' como una conducta de tránsito no planificada o deseada (Moyano-Díaz et al., 2014, p. 201; Reason et al., 1990). Este comportamiento va relacionado con actitudes de distracción y falta de atención, por ejemplo, cruzar la vía escuchando música, hablar por el celular o hacer uso de él. Esta última conducta se aprecia, en gran magnitud, en nuestra sociedad actual,

debido a que las redes sociales y la accesibilidad tecnológica han formado parte indispensable de la vida cotidiana de las personas.

2.2. Características que influyen en el comportamiento del peatón

Las decisiones de los peatones en el entorno vial se realizan a la par con otras acciones. Es por ello que se considera al comportamiento peatonal como una actividad compleja influenciada por factores personales y ambientales. A continuación se describirán con mayor detalle las características que se observan tanto en el individuo como en el ambiente en que se encuentra.

2.2.1. Características del individuo

Las características personales afectan el comportamiento del peatón, condicionan sus decisiones y acciones en el entorno vial. Entre las más destacadas se encuentran el género y la edad. Sin embargo, también se deben tener en cuenta variables como las de experiencia de manejo, características de personalidad, estilos, nivel de atención, restricciones en la movilidad y visibilidad, entre otras (MAPFRE, 2005).

El primero de estos factores personales se relaciona con el género. Los hombres presentan un mayor número de comportamientos infractores y conductas de riesgo en relación a las mujeres. Cometan más conductas transgresoras al transitar, se comportan de forma más riesgosa y presentan menos respeto por las normas viales (Moyano-Díaz, 1997, 2002; Rosenbloom, 2009). Por ejemplo, tienden a cruzar más con el semáforo en rojo y registran menor tiempo de espera para el cruce de vías (Zhuang & Wu, 2011). Sin embargo, en cuanto a cometer conductas de error o lapsus, hombres y mujeres muestran una tendencia similar.

Un aspecto a tomar en cuenta es que existe una diferenciación entre los patrones de búsqueda visual de los hombres y las mujeres. Un estudio señala que los varones prestan mayor atención a los vehículos y a los signos ambientales, mientras que las mujeres le dan mayor prioridad a las señales de tránsito y al resto de peatones (Tom & Granié, 2011). Sin embargo, se contrasta esta información con la afirmación en el informe del Centro de Experimentación y Seguridad Vial de Argentina (CESVI, 2010), donde se señala que las mujeres tienden más a esperar en lugares inapropiados.

Las mujeres en general perciben un mayor riesgo de atropello y esta variable modela más su conducta que las normas viales. Esto se debe a que ellas obedecen más a su entorno social, contrario a los hombres donde predominan las normas por sobre su percepción (Jiménez, 2010).

Esta afirmación se ve fundamentada por la tendencia de las mujeres a observar hacia los demás peatones (Tom & Granié, 2011). Por otro lado, en la misma investigación, se señala que tanto varones como mujeres mejoran su conducta y reducen su comportamiento infractor cuando se tienen sendas peatonales correctamente demarcadas. Inclusive se observó que los varones presentaban mayor respeto al cruce, con respecto a las mujeres, cuando se tenía un semáforo presente.

Otro factor importante se vincula con la edad. En general los peatones jóvenes se muestran como los peatones que cometen mayores imprudencias y conductas alejadas de las normas de tránsito. Tienen una inclinación hacia el comportamiento infractor. Tienen mayores probabilidades de desarrollar este tipo de conductas, ya que perciben a la norma subjetiva como menos inhibitoria a comparación de la transgresión. Según investigaciones, a comparación de los adultos, éstos cometen un mayor número de comportamientos trasgresores, erróneos y de lapsus en su conducta vial. Su intención conductual hacia la falta de normas es más significativa (Moyano-Díaz, 1997). También, en el estudio de Jiménez (2010) se afirma que específicamente los jóvenes entre 16 y 24 años no respetan el semáforo. Se puede afirmar, de igual forma, que los jóvenes menores de 25 años subestiman el riesgo al que están expuestos, mientras que los adultos mayores suelen sobreestimar el riesgo de los jóvenes (Rafaely et al., 2006).

Los usuarios entre 70 y 80 años necesitan brechas anchas para cruzar libremente, caso contrario ocurre con los jóvenes, ellos no pierden la oportunidad de cruzar una vía aprovechando los intervalos ajustados entre vehículos (Lobjois & Cavallo, 2009). Por tal motivo, esto haría pensar que por realizar estas conductas infractoras, los jóvenes son los usuarios más expuestos a peligros en las vías. Sin embargo, según las estadísticas, las víctimas más frecuentes en los accidentes de tránsito son los mayores de edad (Monteagudo et al., 2013). Esta idea contrasta con la tendencia de los ancianos a evitar situaciones de peligro, cruzar por lugares adecuados y mostrar un mayor índice de atención al cruzar las calles (Monteagudo et al., 2013).

A mayores edades se observa que los peatones tienden a reducir sus conductas de riesgo y aumentan su indicador de seguridad (Jiménez, 2010). Los tiempos necesarios en cruzar las calles aumentan en edades avanzadas (Romero, 2010), así como también la variabilidad de ellos. Esta dispersión de tiempos de cruce y brechas se justifica por las distintas deficiencias que presentan los ancianos (Monteagudo et al., 2013). La movilidad restringida, las limitaciones visuales, sensoriales y cognitivas

son los déficits que mayor influyen en la conducta vial de los adultos mayores de edad (Oxley et al., 2005).

Entonces se puede afirmar que los ancianos realizan conductas más prudentes, conscientes de sus limitaciones de movilidad y cognitivas. A pesar de ello, están expuestos a riesgos de siniestros por sus dificultades en las estimaciones de tiempos de cruce y velocidades de los vehículos (Monteagudo et al., 2013).

Los estudios señalan que los niños también forman parte de los usuarios vulnerables (Jerez & Torres, 2011; Trujillo, 2015). Las estadísticas de los accidentes en el mundo muestran que los niños son los peatones que presentan mayor índice de siniestros, donde los niños de 5 a 7 años son los más afectados. (Conaglen et al., 1998). Los niños varones, en comparación con las niñas, tienen conductas más imprudentes y temerarias, por tanto, mayores accidentes de tránsito (Conaglen et al., 1998; Martin, 2006; Moore, 1953).

La acción de cruzar cuando el semáforo peatonal se encuentra en rojo se muestra más en niños que en niñas, y este tipo de comportamientos tiende a aumentar con los años durante la adolescencia (Martin, 2006). Los niños poseen ciertas características que los vuelven vulnerables y propensos al riesgo, por ejemplo, la amplitud del campo visual de los niños es dos tercios menor que la de los adultos (Trujillo, 2015). Esto se justifica en gran parte por su baja estatura. Obstrucciones de elementos como árboles, edificios y/o vehículos afectan en mayor medida su rango visual y percepción. Además, su poca talla afecta la percepción de los conductores, ya que tardan más tiempo en percibir la presencia del niño (Conaglen et al., 1998; Trujillo, 2015).

Un niño que cruza delante o detrás de un vehículo difícilmente puede ser percibido por un conductor. También presentan comportamientos impulsivos e impredecibles. Además, en comparación con los adultos, los niños muestran una mayor tendencia a correr en las calles (Martin, 2006), dificultades para apreciar velocidades y distancias de recorrido (Conaglen et al., 1998).

Estudios de laboratorio hechos por Siegler & Richards (1979) afirman que los niños de 5 años no discriminan correctamente el concepto de tiempo, velocidad y distancia y niños de 8 a 11 años muestran una marcada confusión entre esos tres conceptos. Es por eso que, al igual que los ancianos, los niños presentan un alto riesgo al momento de cruzar las calles.

Las características de los niños, descritas anteriormente, generan dificultades tanto en su atención y lectura de señales de tránsito, dispositivos de control y cruces peligrosos; como en la selección de rutas o lugares seguros para su desplazamiento (Jerez & Torres, 2011).

Otras conductas observadas también fueron la facilidad de distracción por tareas irrelevantes, la poca capacidad de sostener la atención y la poca eficiencia de buscar su campo visual. Cabe destacar también que la presión social, por parte de amigos y compañeros, genera una gran influencia en el comportamiento de los niños, incluso en mayor medida que la influencia paterna (Daff et al., 1991; Yagil, 2000).

Las limitaciones de la movilidad también definen una característica de comportamiento en los peatones. Las deficiencias que presentan son sensoriales, físicas, psicológicas o cognitivas (Jerez & Torres, 2011). La restricción de la movilidad afecta las conductas de los peatones en función al riesgo ya que aumenta su tiempo de recorrido y disminuye su tiempo de reacción. Además, este tipo de usuario vulnerable necesita mayor espacio físico para su desplazamiento, presenta dificultades en cruces de vías y cambios de nivel (Jerez & Torres, 2011).

Estas características se observan en usuarios que se movilizan con muletas, sillas de rueda, bastones, prótesis o presentan alguna restricción y/o enfermedad que limite su desplazamiento como artritis, diabetes, trastornos cardiovasculares, etc. (Monteagudo et al., 2013). Los peatones con movilidad restringida utilizan más energía para su desplazamiento; ven reducida su agilidad, equilibrio y estabilidad; y sus destrezas y coordinaciones son limitadas (Jerez & Torres, 2011).

Las limitaciones sensoriales también son una característica importante cuando se trata de analizar comportamientos peatonales. Dicho tipo de usuarios puede ser aquellos que presentan una reducción parcial o total de la visión; y/o aquellos que poseen una deficiencia o pérdida total de la audición (Jerez & Torres, 2011). Dichas limitaciones reducen considerablemente la habilidad de desplazamiento de los peatones en el entorno vial.

En cuanto a conductas de los peatones, es importante mencionar que la experiencia de manejo es un factor que puede influir. Si bien es cierto que la intención de los peatones de realizar cruces arriesgados no se justifica por el hecho de que los peatones sepan conducir, existe una tendencia de cruzar en condiciones arriesgadas por parte de los peatones que tienen experiencia manejando vehículos (Holland &

Hill, 2007). Además, Holland & Hill (2007) afirman en su estudio que existe una mejor apreciación del riesgo por parte de los peatones que saben conducir.

De igual manera los usuarios, en su mayoría, otorgan mayor importancia a su observación que incluso a la misma normativa de tránsito. Comportamiento que se logra apreciar en la conducta de mirar antes de cruzar, aun cuando el semáforo esté en rojo.

Otros factores que afectan la conducta y la percepción de riesgo de los peatones son sus experiencias previas, preferencias y actitudes (Hoogendoorn & Bovy, 2005). Hoogendoorn plantea el “principio del menor esfuerzo”, donde se afirma que los peatones toman decisiones basados en reducir la necesidad de caminar, ya sea aumentando o disminuyendo sus velocidades, o cambiando de dirección para llegar a su destino.

Otros estudios (Rajalin & Summala, 1997) señalan que los peatones que sufrieron algún accidente de tránsito menor, suelen moderar su conducta vial por un periodo corto, no mayor de 6 meses, para luego retornar a su comportamiento habitual.

2.2.2. Características del entorno

Las conductas del peatón son influidas también por características de su entorno. Se relaciona con las particularidades del viaje y las peculiaridades del lugar donde transitan. Por ejemplo, entre las particularidades del viaje se toma en consideración la ubicación del origen y destino, la longitud de la ruta, el horario y la distancia entre el paso peatonal del destino (Seneviratne & Morrall, 1985; Sisiopiku & Akin, 2003). Mientras que entre las peculiaridades de la zona se encuentra el flujo y la velocidad del tránsito.

Dicho lo anterior, el comportamiento del usuario al cruzar una vía se ve influenciado por la densidad y velocidad de los vehículos, el diseño vial como facilidad peatonal y otros factores como la presencia o no de otros usuarios en las vías transitadas y las condiciones ambientales (Baltes & Chu, 2002; Chu et al., 2004; Diogenes & Lindau, 2010; Rosenbloom, 2009; Schmidt & Färber, 2009; Simpson et al., 2003; Sun et al., 2010).

Refiriéndonos al tránsito vehicular, La decisión de cruzar se toma en base a las brechas disponibles que generan los vehículos, la distancia del cruce y el margen de seguridad que le brinda la acción (Baltes & Chu, 2002).

El ancho de cruce y la cantidad de carriles influyen significativamente en las decisiones de los peatones. Cabe indicar que, de acuerdo a Simpson et al. (2003), el peatón decide cruzar considerando más la distancia a la cual se encuentra del automóvil que la velocidad del mismo. Por lo tanto, se debe tomar en cuenta que para que un peatón decida cruzar, éste mide dicha distancia, así como el sentido de circulación del flujo vehicular.

Por otro lado, los ancianos presentan una mayor dificultad de cruce en vías de doble sentido, sin semáforos, donde su percepción de distancias y velocidades vehiculares se complica debido sus limitaciones en habilidades cognitivas y de estimación. Caso contrario ocurre en vías de un solo sentido donde sus estimaciones de brechas y márgenes de seguridad son más seguras (Monteagudo, 2000).

El flujo vehicular influye sobre el nivel de atención que prestan los peatones al tráfico (Prieto, 1984). Además la dificultad para cruzar las vías aumenta con la cantidad de vehículos y sus velocidades de manejo. Cuando hay mayor volumen de vehículos, el peatón tiene una sensación de inseguridad y, ello influye en su decisión de cruzar y su uso de facilitadores viales (Diogenes & Lindau, 2010). Mientras que cuando los vehículos transitan formando filas, como pelotones, los usuarios tienden a cruzar a mitad de cuadra debido a las brechas favorables que se presentan.

El usuario también considera el tipo de vehículo para tomar acciones en el momento del cruce. Percibe a los vehículos livianos como menos riesgosos que aquellos que aparentan tener mayor volumen. También, considera la actitud de quien va manejando; si éste anda distraído, el usuario desistirá a cruzar. Además, tienen menos confianza en los taxistas pues cree que son los que menos frenan en casos de accidente.

Finalmente, se observó también que los peatones, que se encontraban en movimiento, al momento de llegar a un cruce tienden a tolerar brechas de menor intervalo que aquellos que se encontraban detenidos (Jiménez, 2010).

“El diseño y ubicación de la infraestructura vial juega un rol fundamental en el comportamiento de los peatones. Una infraestructura peatonal pobre, una mala regulación, y/o la ausencia o la negligencia en la realización de los controles necesarios son factores ambientales que impactan en la cantidad y gravedad de las lesiones de tránsito” (Trujillo, 2015).

Se entiende entonces, que el diseño de infraestructura debe desarrollarse para facilitar, mejorar y promover la movilidad de los peatones. Sin embargo, muchas

veces se olvida este concepto y se diseña pensando en los vehículos. Por tal razón, las facilidades urbanas muchas veces no cumplen su rol de beneficio al peatón. Esto ocasiona que los usuarios no hagan uso de los accesos, que a su vez generan riesgos de accidentalidad. En la figura 1 se observan a los peatones cruzar riesgosamente por la zona de giro de los vehículos.



Figura 1. Peatones realizando cruce indebido. Intersección de Av. Cornejo con Universitaria.
Fuente: propia

Si los cruces peatonales no siguen el camino ideal para los usuarios, éstos tenderán a evitar el cruce por dichos accesos, ya que aumentan su recorrido (Sisiopiku & Akin, 2003). Esto se debe, como antes se mencionó, a que los usuarios buscan reducir sus desplazamientos debido a la necesidad de realizar el menor esfuerzo. Además, los peatones prefieren observar su destino al momento de desplazarse (Seneviratne & Morrall, 1985). Por lo tanto, el diseño del cruce debe ser eficiente y directo, evitándose aumentar las distancias de las rutas.

Para evitar conductas infractoras de los usuarios, es necesario que los cruces estén señalizados correctamente, los accesos viales visibles y los semáforos funcionales y adecuados a las necesidades de movilidad. Caso contrario, si se encuentran con un mal diseño en una intersección o con una ineficiencia del ciclo del semáforo, los peatones se verán inducidos a realizar acciones imprudentes como cruzar a mitad de la cuadra (Sun et al., 2010).

Si los cruces peatonales se encuentran correctamente demarcados, los usuarios tienden a tener una mayor percepción de seguridad. Por tal motivo, si se dan estas condiciones, se observan conductas tales como esperar más tiempo antes de cruzar, respetar la senda peatonal en todo momento del cruce y evitar cruzar en diagonal. Mientras que en el caso contrario, cuando el cruce no es visible, los peatones

tienden a tener conductas más transgresoras, tales como esperar en la calzada, distraerse con frecuencia, correr en los cruces y cruzar cuando se tiene oportunidad sin importar los tiempos del semáforo. Otro tipo de comportamiento percibido, debido a la poca visibilidad, fue el de la tendencia de los peatones a tomar los caminos más cortos sin importar las señales de tránsito (Sisiopiku & Akin, 2003; Zhuang & Wu, 2011).

Es importante mencionar también que la presencia de refugios peatonales influye en las conductas de los usuarios. Esta debe tener las dimensiones suficientes para albergar a aquellos que cruzan las vías. La tendencia a cruzar se verá disminuida en lugares donde los refugios no puedan contener a los peatones que cruzan, ya sea por el alto volumen de peatones o la poca área que tengan.

Entre otros factores externos se encuentran la presencia y el tiempo del semáforo. Los usuarios se impacientan cuando se aumenta el tiempo de espera en un cruce peatonal, esto hace que infrinjan las normas de tránsito. No obstante, hay algunos que deciden no cruzar en condiciones inseguras por su aversión al riesgo (Tiwari et al., 2007).

También cabe mencionar que la presencia de semáforos para los peatones influye considerablemente, ya que disminuye la necesidad de mirar el semáforo de los vehículos. Además, se debe tomar en cuenta que si éstos poseen cuenta regresiva, la tasa de cruce inadecuado, se reduce (de Lavalette et al., 2009; Lipovac et al., 2013; Markowitz et al., 2006).

La disminución de imprudencias en los semáforos con conteo se debe a que los usuarios son informados del tiempo que deben esperar hasta el cruce. Sin embargo, en lugares donde existe la presencia de estos, los peatones suelen correr más debido a los conflictos que se generan cuando el tiempo del semáforo cambia de fase (Echeverry et al., 2005).

Por lo tanto, el diseño del semáforo peatonal debe basarse en las características y necesidades de los usuarios y en los tiempos que necesitarán para desplazarse. Es por ello que en hospitales y centros de salud se deben tener mayores consideraciones debido a las limitaciones de movilidad que puedan tener los usuarios. Además, para grandes distancias de cruce, los semáforos con mayores tiempos y conteo regresivo deben ser la alternativa ideal (Dextre, 2003).

Los vehículos deben dar prioridad de paso a los peatones. No obstante, ello no siempre ocurre, a pesar que por normativas de tránsito los conductores deben

esperar que un peatón termine de cruzar la calzada aun cuando la luz cambie a verde. Usualmente, los conductores se impacientan, emprenden su marcha o tocan la bocina. Por lo tanto, este patrón de imprudencia en los choferes, promueve una conducta de precaución en los peatones, que son conscientes que su prioridad no es respetada.

(Rosenbloom, 2009) señala que existe mayor negligencia cuando el usuario se encuentra solo, en lugar que cuando está en un grupo. Esto se explica por un control social que fuerza a los peatones a moderar su conducta. Por otro lado, en casos de tránsito peatonal denso, los transeúntes se ven influenciados por la presencia de otros peatones; por lo tanto, debe adaptar su comportamiento ante ello. Deben tomar decisiones sobre sus acciones con respecto a quienes lo rodean como; por ejemplo, la velocidad de la marcha, la dirección que tomará e incluso, la combinación de estos dos (Strawderman et al., 2010).

Finalmente, un último factor que desencadena una conducta infractora se relaciona con las condiciones meteorológicas. En el momento en que hace mucho frío o calor, o comienzan grandes lluvias; el usuario buscará acortar el tiempo el tiempo de espera al momento de cruzar pistas (Li & Fernie, 2010).

2.3. Comportamiento del peatón al desplazarse en la ciudad

2.3.1. Comportamiento peatonal en intersecciones

En zonas urbanas, la mayoría de las calles son utilizadas por peatones y vehículos. El conjunto de acciones y conductas de los peatones se engloba en lo que se llamará, de acá en adelante, comportamiento peatonal. Es en el cruce de vías donde se genera la interacción entre peatones y vehículos. En ese momento se propicia un escenario con riesgo de atropello y accidentalidad (Trujillo, 2015). A pesar de ello, los transeúntes evidencian conductas imprudentes. Manifiestan intenciones que muestran una decisión consciente de irrumpir las normas. Despliegan un comportamiento riesgoso. Dichas conductas se manifiestan debido a la conveniencia del usuario, el deseo de ahorrar tiempo o el hecho de no percibir algún riesgo al realizar maniobras imprudentes (Jiménez, 2010).

Resulta coherente que este comportamiento sea más actitudinal que normativo, ya que en la sociedad no se contempla la idea de que el peatón pueda ser multado por conductas infractoras como usuario de vías (Moyano-Díaz, 1997). De igual manera se explica según Trujillo (2015) que los peatones tienden más a valorar su apreciación visual que el respeto de las normas por parte de los conductores.

a. Conducta de cruce

El conjunto de conductas observables en el momento de cruzar la calle constituye a lo que se denomina 'conducta de cruce'. Estos comportamientos van desde la atención, el momento de inicio del cruce, el tiempo necesario de cruce, la posición de espera antes de cruzar y el intervalo de seguridad en relación a los vehículos que se acercan (Monteagudo et al., 2013).

A continuación se señalarán las definiciones de las variables de conducta y la influencia que generan las características de comportamiento del individuo y del entorno en dichas variables.

b. Posición de espera

La posición de espera involucra el lugar exacto donde se ubica el peatón en el momento que espera para cruzar una vía. Dicha posición nos brinda una medida de precaución tomada por los peatones antes de cruzar.

Es así que identificamos como acciones prudentes, las de esperar en la acera; acciones riesgosas, al esperar al filo de la calzada; y acciones imprudentes y temerarias las de esperar en la calzada. Además, se debe tener en cuenta el tipo de conducta donde el peatón no asume una posición de espera, debido a que inicia el cruce apenas llega al lugar.

Diversos estudios muestran que más de dos tercios de los peatones cruzan las vías sin haber asumido alguna una posición de espera (Harrell, 1991; Houten, 1988; Zhuang & Wu, 2011). Además se observa, en los peatones que esperan en los cruces, que más de la mitad de peatones lo hace en la calzada.

La tendencia de esperar, cuando se llega a una intersección, suele aumentar cuando existe la presencia de un semáforo. Esto puede explicarse por las mismas restricciones que generan los ciclos del semáforo. Contrario a lo anterior, se observa que cuando existe la presencia de cruceros peatonales sin la presencia de semáforos, se suelen mostrar mayores tendencias de no esperar antes de cruzar (Trujillo, 2015). Las afirmaciones anteriores tienen lógica debido a que la presencia del semáforo lleva una relación directa con la densidad de vehículos en una vía determinada; y esta última, a su vez, genera la obligación de esperar antes de cruzar.

Los hombres, como ya se ha observado anteriormente, muestran posiciones de espera más imprudentes y temerarias en comparación con las mujeres. Sin embargo, cuando se asocia a intersecciones con senda peatonal sin semáforo, los varones se

sitúan en lugares más seguros que ellas. Esto posiblemente se justifica con el hecho de que los hombres poseen conductas de riesgo basadas en el accionar de los choferes y las mujeres basadas en las normativas, como el semáforo (Yagil, 2000)

Los ancianos son el grupo de personas que muestran posiciones de espera más prudentes con respecto a edades menores. Aun así, el porcentaje de adultos mayores que esperan en la calzada es alto (Jørgensen, 1988). Dichas conductas les generan un mayor riesgo debido a sus limitaciones cognitivas y de movilidad, que les impiden reaccionar como lo hacen personas más jóvenes.

c. Nivel de atención

En esta variable haremos referencia a las conductas de atención y distracción de los peatones en diferentes instantes, ya sea antes, iniciando o durante el cruce.

Uno de los principales factores de la pérdida de atención que se ha ido desencadenando en la actualidad, es el uso de dispositivos móviles en las calles por los usuarios. Ellos utilizan su celular para llamar, escribir o navegar en internet y, en consecuencia, reducen su atención visual sin contar la disminución de la capacidad auditiva y de reacción (Trujillo, 2015). También se pueden considerar aparatos que de alguna manera distraigan y disminuyan la percepción del peatón, como reproductores musicales.

Conversar con otra persona mientras se espera es una de las conductas distractoras que se puede presentar antes de cruzar, sobre todo si se le da la espalda a la calzada. Por otro lado, no comprobar si se acercan vehículos en ambas direcciones o cruzar guiándose solo de los demás peatones, son distracciones que se dan en el inicio del cruce.

En cuanto a la pérdida de atención durante la trayectoria, se observa conductas como las de cruzar conversando con alguien, leyendo periódicos, hablando por celulares o escuchando música. Otras causas que inducen a la distracción son las de buscar objetos en la mochila o la cartera mientras se cruza; así como mirar hacia otras direcciones o detenerse para esperar a otra persona.

El estado de atención es influenciado por varios factores, uno de ellos se vincula con las emociones y el estado de ánimo de las personas ya que estas afectan la percepción de riesgo (Camerer et al., 2005). Cabe mencionar, que la atención es proporcional al tiempo de espera para el cruce de vía: mientras más atento esté el peatón, demorará más tiempo en atravesar la calzada; caso contrario a los peatones

más precipitados, quienes son menos precavidos, ergo, sufren más siniestros (Schwebel et al., 2009).

En cruces semaforizados un número considerable de peatones presta mayor atención a los vehículos que al mismo semáforo. Esto haría indicar que las conductas de los peatones son mayormente influenciadas por lo visual y no por el respeto de los conductores hacia las normas de tránsito. Además, en cruces no semaforizados la tendencia a observar a otros peatones aumenta. Dicha tendencia, por lo general, influye más en mujeres que en hombres (Torquato, 2011).

Los ancianos son los peatones que muestran mayor atención en todo momento de cruce. Sin embargo, se observan que los accidentes en dichos usuarios se producen mayormente a la mitad o poco antes de finalizar el recorrido. Esto podría deberse a dificultades en la toma de decisiones y estimación de tiempo de cruce, o quizás, a la pérdida de atención durante la trayectoria (Fontaine & Gourlet, 1997). Esto lleva concordancia en la investigación de Monteagudo (2000), donde el 40% de los adultos mayores muestran conductas de distracción durante el cruce.

d. Momento en el que se cruza

Dicho parámetro de conducta se vincula al instante donde el peatón se dispone a cruzar, solo en el caso donde haya la presencia de semáforos. Dichos instantes pueden ser definidos por las brechas del semáforo y los ciclos del mismo.

Es importante analizar para poder saber si el cruce por las franjas peatonales es adecuado para los usuarios. Además, se puede cuantificar el riesgo para cada tipo de conducta, donde el cruce al inicio del verde es el más prudente y en el ciclo del rojo el más temerario.

La mayoría de usuarios comienzan a cruzar en los tiempos de verde. Sin embargo, el cruce en rojo es mayor que en el amarillo. Además, si se refiere a intervalos, los primeros 10 segundos de verde son en los que más se cruza (Rosenbloom, 2009). Según lo observado anteriormente, podemos sugerir que los peatones deciden cruzar debido a los vehículos detenidos y no al cambio de luz a verde.

En cuanto a género, los hombres muestran una mayor tendencia a cruzar cuando el semáforo se encuentra en rojo (Tom & Granié, 2011). Los peatones ancianos demoran más tiempo en iniciar el cruce cuando el semáforo cambia a verde. Este comportamiento de las personas de tercera edad está condicionado por sus

características psicofísicas y también a su cautela, ya que ellos esperan a que los vehículos se detengan totalmente (Harrell, 1991).

e. Trayectoria (inicio-fin del cruce)

La trayectoria se define como la variable que indica el recorrido del peatón de un extremo de la vía al otro, en contraste con la ubicación del cruce. Se pueden identificar entonces, conductas que se diferencian según la distancia que recorren los usuarios dentro de las franjas peatonales.

Existen investigaciones donde se afirma que la mayoría de peatones cruzan por fuera del cruce peatonal (Trujillo, 2015). Mientras que otras muestran un menor porcentaje de ellos (Monteagudo et al., 2013). Cabe resaltar que los comportamientos difieren mucho para cada zona de estudio, debido a las distintas condiciones demográficas, de las facilidades viales, flujo vehicular, entre otros.

Por otro lado, podemos afirmar que las conductas de trayectoria imprudentes se deben a que los peatones buscan optimizar sus desplazamientos al reducir la distancia recorrida (Hoogendoorn & Bovy, 2005).

f. Pararse en el cruce

Esta variable de conducta hace referencia al comportamiento intempestivo de detenerse durante el cruce. Así también, se tomará en cuenta la acción de disminuir bruscamente la velocidad durante la trayectoria.

Oxley et al., (1997) proponen un análisis de estas conductas por medio de dos estilos de cruce diferentes: no interactivos e interactivos. El primero se refiere a las personas que cruzan de un lado a otro sin variar su movimiento. Mientras que el segundo implica variaciones del desplazamiento como cambios de sentido o disminución significativa de la velocidad.

Los estudios de comportamiento peatonal muestran que esta conducta no se presencia con frecuencia. Sin embargo, el riesgo de accidentalidad es elevado frente a esta variable (Guillén-Zambrano, 2014).

g. Tiempo de cruce

El tiempo de cruce se refiere a los segundos invertidos por el peatón para cruzar. Estos se ven influenciados por distintos factores, como sus condiciones físicas, riesgo de atropello y preferencias de velocidad.

La velocidad es uno de los factores más influyentes en el tiempo de cruce. Si se analiza para una misma trayectoria, estos dos factores llevan una relación directa para cada peatón. Las velocidades de preferencia de cada usuario se ven influenciadas por su nivel de comodidad, sus habilidades, sus metas y su necesidad de llegar a su destino (Strawderman et al., 2010). Según estudios de Helbing & Molnar (1998), los peatones evitan desviarse de su velocidad estándar a menos que condiciones externas lo fuercen a hacerlo.

Cabe mencionar también que las velocidades de desplazamiento decrecen de manera no lineal cuando la densidad peatonal en las vías aumenta (Daamen & Hoogendoorn, 2003; Fruin, 1971).

Como se mencionó anteriormente, los peatones de tercera edad tardan más tiempo en cruzar y presentan mayor variabilidad en sus tiempos de cruce a causa de sus limitaciones de movilidad y cognitivas. Esta variabilidad genera que los ancianos con limitaciones funcionales, necesiten el doble de tiempo para cruzar a comparación de los adultos (Monteagudo et al., 2013).

De igual manera los peatones con movilidad restringida muestran tiempos de cruce mayores al promedio. Además, sus condiciones provocan a que hagan mayores esfuerzos, que a su vez aumentan el tiempo que emplean en cruzar la vía.

En cuanto al riesgo, en el caso de la presencia de semáforos, se analiza la diferencia que existe entre el tiempo que tarda el usuario en cruzar y el tiempo total de verde peatonal. Además, debe tenerse en cuenta la variable 'momento en el que se cruza', ya que por medio de esta, se puede estimar la tendencia al riesgo al cual están expuestos los usuarios.

Por otro lado, es importante mencionar que para analizar cruces no semaforizados se debe tomar en cuenta las brechas (gap) y los márgenes de seguridad.

La variable "gap" se define como el tiempo que transcurre desde que el peatón inicia el cruce, hasta el tiempo en el cual el vehículo pasa por la trayectoria del mismo, haya o no haya llegado al otro extremo del cruce (Baltes & Chu, 2002).

Mientras que el margen de seguridad se explica como el tiempo entre el término del cruce del peatón y el tiempo en el cual el vehículo llega a la zona de cruce. Dicho margen depende tanto del gap como del tiempo que requiera el peatón para cruzar (Das et al., 2005).

El estudio del margen de seguridad es uno de los aspectos más analizados en las observaciones de conductas del peatón ya que constituyen patrones objetivos fáciles de cuantificar que son significantes para la descripción del riesgo que asume el usuario.

2.3.2. Análisis del peatón en la red peatonal

En el presente capítulo, analizaremos el comportamiento del peatón en función a su desplazamiento, determinado por sus espacios contiguos y las alternativas que generen una ruta o mapa mental. Además, se definirán los factores que afectan la capacidad peatonal, los requerimientos de espacio para el desplazamiento y el parámetro nivel de servicio (L.O.S.).

a. Tipos de peatones según sus características

Para poder comprender los requerimientos del peatón antes debemos comprender los tipos que existen de los mismos. Una forma de identificarlos es según sus propósitos de viajes: Viajero cotidiano y caminante típico (Schoon, 2010).

El viajero cotidiano hace alusión a aquellos que buscan rutas directas a su destino, ya sea al trabajo, hogar o transporte público. Debido a sus necesidades, ellos no toman importancia de la calidad de medio que los rodea.

El caminante típico o comprador es aquel que busca rutas llamativas y sencillas. Además, a diferencia del viajero cotidiano, si toman en cuenta las condiciones de su entorno (Schoon, 2010).

También se puede plantear una clasificación donde se tome en cuenta las características de desplazamiento y restricciones que presenten. Land Transport New Zealand (2006) define a los peatones en tres grupos: a pie, en ruedas pequeñas y con movilidad reducida.

Además, como podemos observar en la tabla 1, se pueden clasificar en diferentes categorías para cada grupo:

Tabla 1. Tabla de clasificación de peatones.
Fuente: adaptado de LTNZ (2006)

Tipo de peatón	Sub grupo
A pie	Peatón común Corredor Peatón adulto Peatón joven

	Peatón con discapacidad visual Peatón ancianos Peatón con perro guía Peatón con discapacidad sensorial Peatón con bastón
En ruedas pequeñas	Patines Skateboards Scooters Peatón con coche de bebé
Con movilidad reducida	Scooter motorizado Silla de ruedas (manual) Silla de ruedas (eléctrica) Peatón con andador

b. Requerimiento de espacio

Hasta este punto, un concepto ya debe haber quedado claro: en las ciudades, caminar es mucho más que solo transitar. Existe interacción entre los peatones y la sociedad, se realizan actividades de entretenimiento, se disfruta del ambiente y otras experiencias sensoriales (Gehl, 2014). Todos estos acontecimientos necesitan del debido espacio para poder realizarse, sobre todo para aquellos usuarios con características que condicionen su desplazamiento.

Lamentablemente, la prioridad que se la ha otorgado a los vehículos y al estacionamiento de los mismos, ha generado condiciones poco favorables para los peatones. Se debe contar el espacio adecuado para desplazarse con comodidad, en especial para usuarios vulnerables (Gehl, 2014).

Para que el peatón tenga un recorrido cómodo y placentero debe contar con el espacio suficiente para transitar sin encontrar obstáculos o congestionamientos en su recorrido.



Figura 2. Soluciones propuestas para veredas.
Fuente: Adaptado de Gehl (2014)

Antes de analizar los requerimientos de los peatones, debemos tener un claro concepto de los espacios de la acera. Según el HCM (2010), el ancho efectivo de la vereda es la diferencia entre el ancho total de la misma y el ancho requerido por todos los elementos urbanos. Entonces, este ancho efectivo está vinculado principalmente con las necesidades y las características físicas de los usuarios que la transitan (IDU, 2011).

La figura 3 muestra las dimensiones de los usuarios cuando caminan y cuando están sentados. La distancia aproximada requerida para dos peatones caminando o cruzándose entre ellos es de 1.40 metros. De la misma forma se pueden definir las distancias para 3 y 4 peatones en un mismo punto.

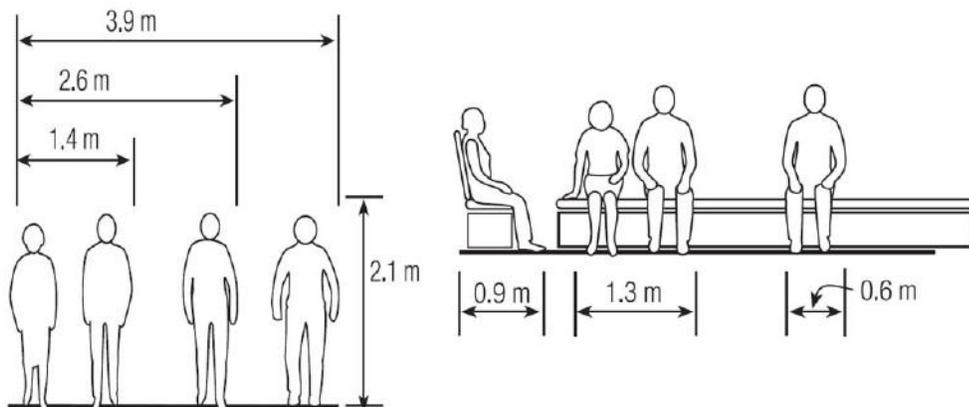


Figura 3. Dimensiones para los peatones.
Fuente: VAOT (2002)

la fundación RACC (2004) propone que un ancho efectivo de 2 metros, donde se propicia un correcto flujo para los diferentes tipos de usuarios. Véase figura 4.

Por otro lado, la Asociación de Viandantes A pie (2004) recomienda un ancho de diseño de 3 metros, con la premisa de que es el espacio adecuado para el tránsito de dos parejas en sentidos opuestos.

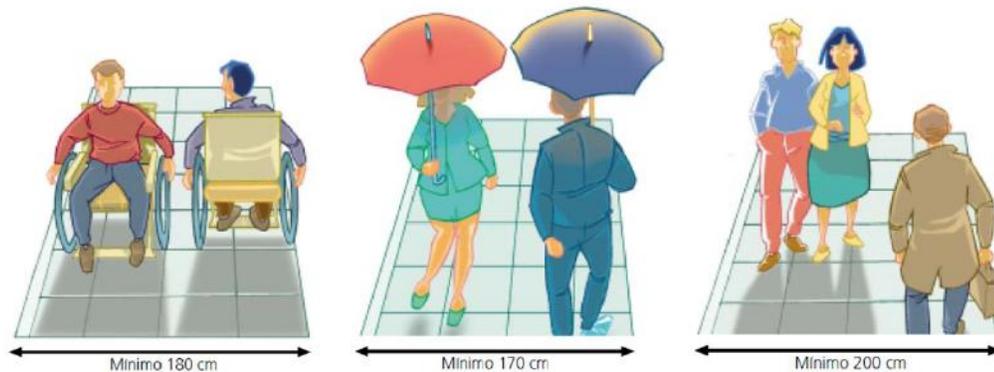


Figura 4. Dimensiones para todos los peatones.
Fuente: RAAC (2004)

El espacio requerido para acomodar a los peatones con discapacidad varía considerablemente, dependiendo de las habilidades físicas y del tipo de herramientas que utilizan para su desplazamiento. Brindando las dimensiones adecuadas para los usuarios en silla de ruedas, muchos otros peatones tendrán espacio suficiente para transitar (VAOT, 2002).

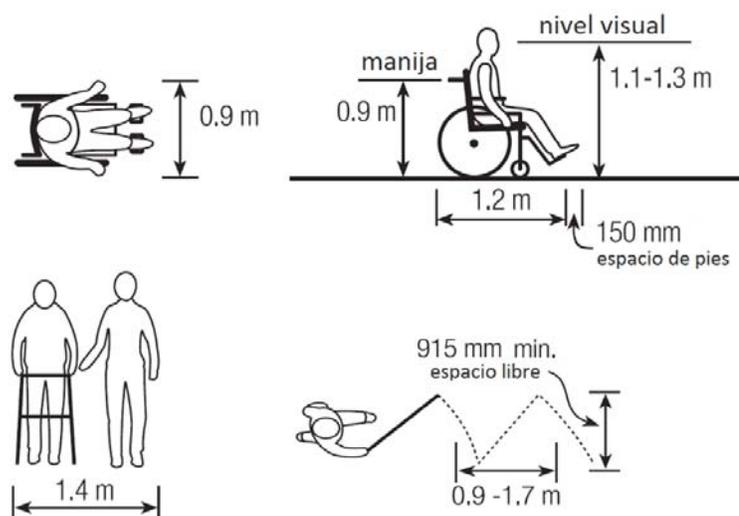


Figura 5. Dimensiones para usuarios vulnerables.
Fuente: VAOT (2002)

c. Nivel de servicio (L.O.S.)

El nivel de servicio, o también llamado L.O.S. (Level Of Service), es el parámetro que permite clasificar la calidad del flujo en una infraestructura peatonal. Este se basa en tres criterios: velocidad, densidad y volumen (HCM, 2010).

La calificación se define entre las letras A y F, donde A hace referencia a un flujo libre; y F a carencia de flujo o uno inestable.

El primero, es el promedio de la velocidad de caminata y se expresa en metros por minuto o segundo. La densidad es el número promedio de peatones que entran en un metro cuadrado. Por último, el volumen es el flujo promedio por ancho efectivo de la infraestructura (Jerez & Torres, 2011).

En horas punta, debido al costo, impacto ambiental y otras razones, las vías no suelen estar diseñadas con un nivel de servicio tipo A. Por lo contrario, pueden tener niveles inferiores que reflejen un equilibrio entre los deseos individuales de los viajeros, los deseos de la sociedad y los recursos financieros (HCM, 2010). Sin embargo, durante los períodos de bajo volumen de tránsito, el elemento del sistema puede funcionar a niveles de servicio tipo A.

Además, dependiendo del tipo de flujo, el nivel de servicio se puede clasificar en:

Flujo Continuo: Todo aquel flujo lineal concebido en la acera que se manifieste de manera continua. Pueden ser tramos rectos, senderos, puentes, túneles, entre otros.

En caso de existir un flujo de ciclistas, se aísla del análisis. Es decir, esta no interrumpe la circulación de los peatones.

A continuación se muestran los niveles de servicio para el flujo continuo:

Tabla 2. Nivel de servicio para veredas y senderos peatonales.

Fuente: IDU (2011)

NIVEL DE SERVICIO	Espacio (m ² /peatón)	Volumen (peatón/min./m)	Velocidad (m/s)	v/c
A	< 5.6	< 16	> 1.30	< 0.21
B	> 3.7 – 5.6	> 16 - 23	> 1.27 – 1.30	> 0.21 – 0.31
C	> 2.2 – 3.7	> 23 - 33	> 1.22 – 1.27	> 0.31 – 0.44
D	> 1.4 – 2.2	> 33 - 49	> 1.14 – 1.22	> 0.44 – 0.65
E	> 0.75 – 1.4	> 49 – 75	> 0.75 – 1.14	> 0.65 – 1.00
F	< 0.75	Variable	< 0.75	Variable

Flujo discontinuo: Este tipo de flujo es particular de los cruces semaforizados. Se caracteriza por estar compuesto de flujos distintos. Uno cuando se cruza la calle y

otro cuando se espera el cambio del semáforo en la intersección. Es así que, el área requerida en una esquina dependerá de la capacidad de peatones que pueda albergar de ambos flujos (IDU, 2011).

En este caso, el parámetro de nivel de servicio se obtiene del tiempo de espera promedio que experimenta cada peatón. A tiempos mayores a 30 segundos, existe la tendencia a perder la paciencia y cruzar sin respetar las señales (IDU, 2011).

A continuación se muestran los niveles de servicio para el flujo discontinuo:

Tabla 3. Nivel de servicio para peatones en intersección semaforizada.
Fuente: IDU (2011)

NIVEL DE SERVICIO	Demora Peatonal (s/peatón)	Probabilidad de desobediencia
A	< 10	Baja
B	> 10 - 20	
C	> 20 – 30	Moderada
D	> 30 – 40	
E	> 40 - 60	Alta
F	> 60	Muy alta

2.3.3. Análisis de los puentes peatonales

Actualmente, en el Perú, se tiende a privilegiar la circulación vehicular en lugar de priorizar al peatón. La infraestructura vial se diseña con el objetivo de aumentar la capacidad de circulación de los vehículos, lo cual genera problemas en los usuarios para cruzar las vías. Por lo tanto, deben caminar más o son obligados a utilizar puentes peatonales (Dextre & Avellaneda, 2014). Es así que para facilitar, de cierto modo, el tránsito de las personas se construye elementos viales tales como los cruces cebra, puentes peatonales y semáforos.

El puente es colocado para mejorar la seguridad de los peatones en avenidas de alto flujo vehicular. Su uso previene accidentes pues evitan el cruce intempestivo e incauto de los usuarios. A pesar de ello, según reportes estadísticos, los puentes no cumplen su objetivo debido a que los peatones tienden a no utilizarlo (Arias, 2012; Echeverry et al., 2005) e incluso, los índices de accidentalidad suelen ser elevados cerca de ellos (CTLIC, 2008).

Tabla 4. Tabla de accidentalidad en ciudades en función a la presencia de puentes peatonales.
Fuente: Dextre (2014)

CIUDAD	MUERTES PEATONALES / 100 000 HABITANTES	PUENTES
Londres	1.9	No
New York City	2.2	No
Singapur	2.8	Algunos
Sao Paulo	3.5	Algunos
Hong Kong	3.8	Algunos
Bogotá	5.7	Algunos
Lima	8.8	Algunos
México City	15.4	Sí
Capetown	19.4	Sí

Una de las causas del poco uso del puente peatonal es la inaccesibilidad de los usuarios a dicha herramienta vial, más aún en zonas cercanas a hospitales como es el caso de nuestra investigación. Por tal razón, el presente capítulo se enfocará en el puente peatonal y las razones por las cuales los peatones hacen uso o no del mismo.

a. Necesidad y uso del puente peatonal

Investigaciones realizadas en distintos países (Hidalgo-Solórzano et al., 2010; Mutto et al., 2002; Reyes-Ortiz et al., 2014) confirman el escaso impacto que tienen los puentes peatonales sobre los usuarios, aunque se trate de una medida de prevención primaria a nivel medioambiental orientada a evitar atropellamientos. Ello se evidencia, también, en el estudio de Hidalgo-Solórzano et al. (2010) donde se

muestra que más de la mitad de peatones no usaron el puente cuando tenían la posibilidad de atravesar la vía a nivel de calle.

Por tal razón, se explicarán los factores que afectan la conducta del peatón en la elección de cruzar o no cruzar los puentes peatonales.

b. Factores que incentivan el uso de los puentes peatonales

Para poder entender los factores que fomentan el uso de los puentes peatonales, debe tenerse en cuenta que las restricciones limitan la conducta del cruce imprudente del peatón. Es así como se puede observar que la principal razón de uso del puente es la seguridad del usuario, mostrándose altos porcentajes con respecto a otras motivaciones (Echeverry et al., 2005). En menor medida, se muestran factores tales como el respeto a las normas y la comodidad.

c. Factores que desincentivan el uso de los puentes peatonales

La pereza, necesidad de tiempo, la indiferencia y la distancia a la que se encuentran los usuarios son otros de los factores más influyentes para no utilizar el puente peatonal (Arias, 2012). Esto se explicará con mayor detalle en el siguiente subcapítulo: diseño de infraestructura peatonal. Donde se plantea tener en consideración los requerimientos y las necesidades de los usuarios, para así, encontrar la solución más óptima, siendo el puente peatonal la última opción a considerar.

Uno de los principales desincentivos de uso son las limitaciones de accesibilidad, ya que restringen el uso de los discapacitados. En Lima las estructuras de acceso a los puentes son, en su mayoría, las escaleras. Entre tanto, se utilizan rampas pero en menor cantidad (CTLIC, 2008). La ausencia de estas facilidades de acceso representa una limitación para los usuarios vulnerables que poseen dificultades de movimiento, madres gestantes o con niños en brazos, además de los ciclistas y personas que cargan paquetes grandes.

Además, los ancianos prefieren no usar los puentes porque sufren mareos, vértigo o problemas respiratorios. Mientras que los jóvenes menores de edad muestran conductas más imprudentes, que se muestra en un bajo índice de uso (Echeverry et al., 2005). Esto muestra similitud con las conductas de cruce transgresoras en los jóvenes, mostradas en los capítulos anteriores.

Otro de los causantes para no cruzar es la inseguridad. Los usuarios muestran temor a la ocurrencia de violencia urbana, manifestada como robos, peleas y violencia

sexual. Por ello, para evitar este riesgo, optan por correr o atravesar la vía a pie (Rodríguez-Hernández & Campuzano-Rincón, 2010). Este comportamiento se ve respaldado en la investigación de Hidalgo-Solórzano et al. (2010), donde se muestra que la principal preferencia de los peatones, como medida para promover el uso del puente peatonal, es la de aumentar la vigilancia, el alumbrado y la seguridad del mismo.

De igual forma, factores pequeños como los del apoderamiento del espacio influyen en la decisión de utilizar los puentes peatonales. Estos se manifiestan en la presencia de ambulantes, así como el exceso de su mercadería que obstruye el flujo peatonal.

Un factor importante que desincentiva el uso de los puentes es, en la mayoría de veces, la distancia que se debe caminar hasta donde se encuentran. Se considera que no están ubicados en sitios estratégicos y/o útiles, presentan un diseño que no facilita a todos los usuarios por igual y, finalmente, su uso implica más esfuerzo, tiempo e, incluso, más inseguridad (Hidalgo-Solórzano et al., 2010).

2.4. Diseño de infraestructura peatonal

En nuestro país el diseño de infraestructura se realiza pensando en brindar facilidades para los vehículos. Esto se ve reflejado en la creación de los intercambios viales, pasos a desnivel, bypasses, puentes peatones y semáforos que buscan facilitar la circulación vehicular. La construcción de estos elementos pueden parecer soluciones a la congestión vehicular. Sin embargo, se logra percibir claramente que el tráfico cada vez es mayor y que las mejoras propuestas no logran cumplir sus objetivos (Defensoría del pueblo, 2008).

Construir infraestructura para los vehículos genera una mayor demanda, que con el tiempo acrecienta el tráfico y satura la infraestructura creada inicialmente. Entonces, con esta tendencia de diseño, el peatón queda en un segundo plano, cuando en realidad debiera ser el actor fundamental del tránsito en la ciudad (Defensoría del pueblo, 2008). Prueba de ello es que no se crean semáforos para los peatones y no se diseña pensando en los discapacitados. Además, se crean puentes peatonales que tienen como objetivo principal el favorecer la circulación vehicular. Medidas como esta, al igual que la creación de grandes infraestructuras viales, segregan y separan a los usuarios de los espacios en el entorno urbano.

Pirámide de
JERARQUÍA de la movilidad urbana

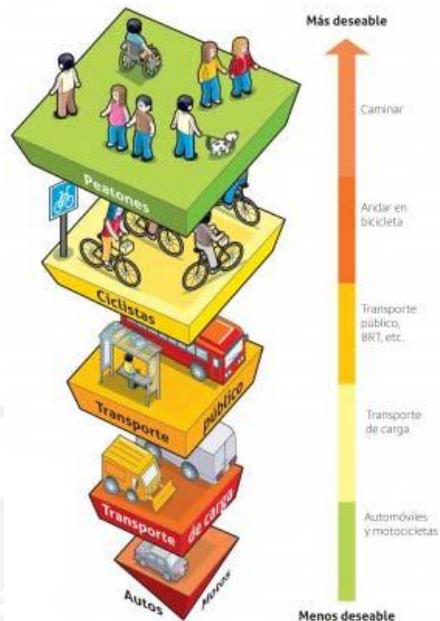


Figura 6. Pirámide de jerarquía.
Fuente: ITDP (2013)

El diseño vial debe privilegiar fundamentalmente al transporte público, al ciclista y al peatón. Este último, como ya se explicó anteriormente, debe ser el primero en considerarse. Además, se deben tener en cuenta ciertos aspectos esenciales como señalan algunos autores (Gehl, 2014; NACTO, 2014)

Tonucci (1996) nos dice que el diseño vial debe ser realizado en base a los niños. Este concepto se fundamenta en que los menores, por su condición, deben tener mayores comodidades y precauciones en las calles. Es así que si un niño puede transitar por una zona sin riesgo y con facilidad, los demás usuarios lo harán sin problema alguno (Dextre & Avellaneda, 2014).

Por otra parte, Tyler (2002) argumenta que se debe diseñar considerando principalmente a los peatones con discapacidad. Es así que, si ellos pueden trasladarse de manera autónoma y sin riesgos por las vías, los demás peatones también podrán hacerlo (Dextre & Avellaneda, 2014).

Sea el pensamiento que fuese, se coincide que el diseño vial debe tomar en cuenta a todos los usuarios que participen en el ambiente urbano. No obstante, se debe tener una mayor consideración en aquellos que tengan alguna dificultad para

trasladarse por el mismo. Tanto niños, ancianos y personas con algún tipo de discapacidad deben contar con las facilidades necesarias para su movilidad.

2.4.1. Consideraciones previas

Primero, antes de realizar el diseño peatonal se deben realizar estudios necesarios que permitan el correcto uso de la infraestructura desarrollada. Dichos estudios deben considerar las necesidades del peatón. Además de la cantidad y los tipos de usuarios en las diferentes rutas que harán uso de los servicios viales (Dextre, 2003).

Para lograr determinar los requerimientos del usuario pueden realizarse encuestas de preferencias. Dichas encuestas permiten conocer las particularidades en sus desplazamientos, líneas de deseo y los problemas que puedan tener al movilizarse.

Las grabaciones de video son otros de los métodos para determinar las necesidades de los usuarios. Mediante estas se pueden determinar la demanda y los tipos de peatones, así como los patrones de movimiento desarrollados por los mismos. Por tanto, este será el método utilizado para la recopilación de la información.

2.4.2. Consideraciones generales

Luego de haber definido las consideraciones previas, podremos enfatizar en aquellas que sean indispensables para el desarrollo de un diseño vial correcto. Todas estas deben buscar fundamentalmente propiciar la movilidad de los peatones. Si diseñamos pensando en la gente, entonces se logrará un mejor desarrollo de los espacios públicos, las normas de tránsito serán más respetadas y se reducirá la necesidad de construir infraestructura ineficiente.

La ruta diseñada debe ser lo más directa posible. El peatón al desplazarse en las calles tiende a realizar el menor esfuerzo. Por tal motivo, si las rutas no siguen el flujo natural del usuario, este optará por obviar su uso (Sisiopiku & Akin, 2003). De igual manera se debe garantizar su seguridad. Los peatones son los usuarios más expuestos en el entorno urbano, en especial aquellos que tengan alguna dificultad para movilizarse. Adicionalmente, para ellos se debe considerar evitar los cambios de nivel al empalmar la red peatonal con las edificaciones. Esto debido a que se generan barreras físicas que dificultan la movilidad de los más desfavorecidos (Dextre, 2003).

Debe reducirse a lo más mínimo la creación de cruces segregados, conocidos también como puentes peatonales y pasos subterráneos. Estos solo deben ser

concebidos en casos extremos donde sea indispensable su uso para la continuidad de la infraestructura vial. Más adelante se dará más detalle de estos tipos de accesos.

Las rutas deben permitir la visibilidad de los lugares de interés, tanto cercanos como lejanos. Así también, es importante que cuenten con letreros que muestren dichos lugares. Además, deben contar con señalizaciones que muestren los nombres y las numeraciones de las calles para facilitar el flujo de los peatones.

2.4.3. Consideraciones para usuarios con movilidad restringida

Los peatones son los partícipes más vulnerables del entorno vial. Más aún si hablamos de usuarios con dificultades en su movilidad. Por lo tanto, siguiendo el concepto de inclusión de todos los usuarios en el diseño urbano, mayores consideraciones requieren ser tomadas para aquellos que poseen más desventajas.

Por consiguiente, es importante identificar el tipo de usuario que hará uso de las vías. Esto se debe a que no todos los usuarios tienen las mismas características y por lo tanto algunos tendrán más dificultades al momento de desplazarse. Por ejemplo, el tiempo del semáforo será diferente dependiendo del lugar al cual se proponga colocar. En hospitales los usuarios con menores velocidades son los discapacitados o ancianos. Por tal motivo, el lapso del semáforo dependerá directamente de aquellos que demoren más en cruzar.

Entonces podemos entender que para diseñar cualquier tipo de acceso, servicio o algún tipo de infraestructura peatonal debe tenerse especial consideración a los usuarios que presenten alguna condición que dificulte su movilidad (ONCE & COAM, 2011).

Pongamos por caso la creación de puentes peatonales en hospitales, como es el caso del presente estudio. El uso de estos servicios concebidos como ayuda lo único que logran es imposibilitar el cruce del peatón. Peor aún, a aquellos que tengan alguna restricción en su movilidad como el uso de silla de ruedas, muletas, madres gestantes, llevar niños en brazos, tener problemas respiratorios o cognitivos.

Existen también facilidades enfocadas en hacer más cómoda y segura la movilidad de los usuarios discapacitados. Por ejemplo, las personas con ceguera tienden a seguir las líneas de las veredas que son paralelas a las fachadas de las edificaciones aledañas. Colocar pavimento táctil es una de las implementaciones que mejoran considerablemente la percepción de estos usuarios (ONCE & COAM, 2011).

Otras facilidades para usuarios con problemas de visibilidad son las de evitar los obstáculos como postes y árboles en las rutas naturales de circulación. Además, deben evitarse, en lo más mínimo, las variaciones de nivel que complican en mayor magnitud a los usuarios con estas condiciones (RNE, 2009).

Tabla 5. Pendientes para rampas según la diferencia de nivel.
Fuente: Adaptado de RNE (2009)

DIFERENCIAS DE NIVEL	PENDIENTE
De 0 hasta 0.25 m.	12% de pendiente
De 0.26 hasta 0.75 m.	10% de pendiente
De 0.76 hasta 1.20 m.	8% de pendiente
De 1.21 hasta 1.80 m.	6% de pendiente
De 1.81 hasta 2.00 m.	4% de pendiente
Diferencias de nivel mayores	2% de pendiente

El ancho libre de una rampa no puede ser menor a 90 centímetros. Además, se puede hacer uso de medios mecánicos cuando se presenten diferencias de nivel (RNE, 2009).

También es de gran utilidad la implementación de señales audibles y táctiles en los cruces semaforizados. Estos deben estar calibrados al ambiente para que puedan ser percibidos por todos los usuarios que se dispongan a cruzar.

2.4.4. Cruces

Los cruces forman parte importante de una ruta peatonal. Como ya se explicó anteriormente, el peatón hará uso de la infraestructura siempre y cuando vaya de acuerdo a su flujo natural (NACTO, 2014). Por consiguiente, antes de ser diseñados los cruces se debe analizar si los usuarios harán uso de estos.

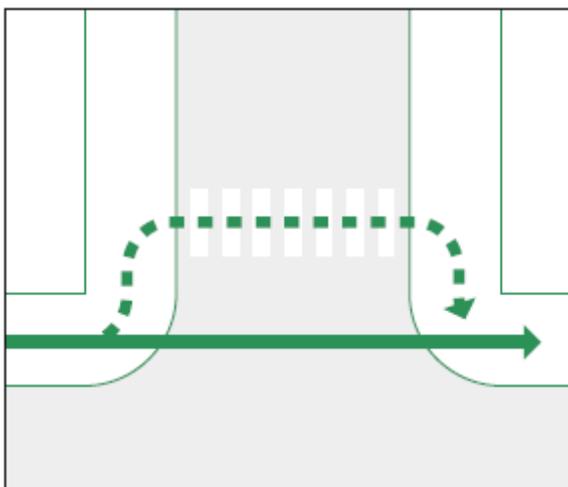


Figura 7. Caminos naturales de los peatones.
Fuente: NACTO (2014)

Existen dos tipos de cruces concebidos en el diseño urbano: los cruces a nivel y los cruces a desnivel o segregados. Además, existen otros tipos de facilidades peatonales como los refugios que serán explicados líneas más adelante.

2.4.5. Islas de refugio

Las islas de refugio son elementos viales que tienen como principal función la de brindar un mayor tiempo de cruce al usuario, otorgándole mayor seguridad. Se construyen a la mitad del ancho de las vías y permiten dividir el cruce peatonal en dos etapas (A pie, 2004). A su vez, reducen la velocidad de los vehículos al estrechar la calzada.

Los refugios deben satisfacer a la mayor demanda de peatones en la hora más crítica. Además deben tener consideración a aquellos que tienen dificultades de movilidad. Por tal razón, es importante tener en cuenta para el diseño, el ancho tanto de la calzada como del refugio.

A pie (2004) recomienda colocarlos en cruces mayores a 14 metros o que contengan 3 o más carriles. Además, la profundidad mínima de los refugios no debe ser menor a 1.20 metros. Sin embargo, estas dimensiones no protegen completamente a ciclistas y usuarios que empujan coches o sillas de ruedas, por lo cual, profundidades mayores a 2 metros son mejores para estos casos (MTC, 2000).



Figura 8. Isla de refugio ineficiente.
Fuente: Gehl (2014)

Para evitar riesgos o problemas con su uso, deben tenerse ciertos cuidados al momento de diseñar las islas de cruce. Por lo tanto, es fundamental considerar los tiempos del semáforo, en especial en las vías largas, evitándose cualquier peligro para el peatón.

Es importante mencionar que, las islas deben estar libres de cualquier obstáculo, demarcadas e iluminadas correctamente, para así, permitir una visibilidad adecuada tanto en peatones como en conductores (MTC, 2000). Además, deben colocarse en zonas de cruce de preferencia peatonal, ya que de no ser así, los usuarios evitarán su uso.

2.4.6. Cruceos a nivel (cebra)

Según estipulan las normas de tránsito, en los cruceos, los peatones tienen preferencia por sobre los vehículos. Sin embargo, en diversos países del mundo, esto no se cumple así (Defensoría del pueblo, 2008). Los choferes deben disminuir su velocidad al acercarse a un cruceo y detenerse si fuera necesario, no apurar al peatón que se dispone a cruzar. Se debe respetar la preferencia para poder tener un diseño urbano eficiente y seguro.

Cuando se diseñan los cruceos, estos deben localizarse lo más distante posible de los puntos de conflicto, como rotondas no controladas e intersecciones no semaforizadas (Dextre, 2003). Además, dichos pasos deben ser visibles, estar

pintados correctamente y no deben existir obstáculos que dificulten su visión. Así también, debe considerarse reducir el ancho de la calzada al acercarse al cruce peatonal (orejas o estrechamientos), debido a que esta distancia no puede exceder los 12 metros o 3 carriles (A pie, 2004).

Otra de las consideraciones a tener en cuenta es la de iluminar el cruce en las noches. Debido a la dificultad de visibilidad deben colocarse faros que permitan al peatón y en especial al conductor observar los cruces, sin excederse en la luz para no deslumbrar (RACC, 2004). Por otro lado, debe aproximarse el nivel de la acera a la calzada. De ser posible crear un cruce de cebra trapezoidal que brinde mayor seguridad a los peatones.

El paso de cebra sobre-elevado es un acceso diseñado para los peatones. El derecho de cruce de peatón es claramente establecido debido al desnivel, generado por la rampa, para los vehículos. Estos deben bajar la marcha al acercarse al cruce, propiciando la seguridad de los peatones (A pie, 2004).

Esta herramienta facilita movilidad de los usuarios, en especial a los de movilidad restringida. Una de las ventajas de este cruce es la mejora de visibilidad entre peatón y el conductor (A pie, 2004).

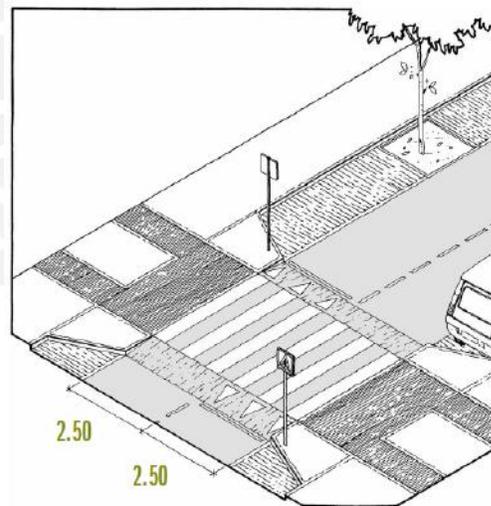


Figura 9. Cruce peatonal elevado.
Fuente: A pie (2004)

Debe tenerse en cuenta que existen ciertas limitaciones para la colocación de los cruces, basadas en el volumen de peatones y/o vehículos que lo transitan. Cuantos más usuarios crucen, menor podrá ser la cantidad de vehículos que lo hagan. Por lo tanto, el número máximo aceptable de peatones que crucen en 1 hora es de 1000 (A pie, 2004). De la misma manera, el número de vehículos que pasen en 1 hora no

puede exceder a 500 (A pie, 2004). De no cumplirse con estos parámetros, se recomienda tomar otras medidas como el uso de semáforos.

2.4.7. Cruceos semaforizados

Para la implementación de un semáforo es muy importante el estudio previo que se realice. Debe determinarse si el impacto vial será favorable para la zona en la cual sea colocado. Muchas veces los semáforos generan mayor congestión debido a que no se planificó adecuadamente.

De igual manera, los tiempos del semáforo dependerán de las condiciones que demanda la zona como el ancho de la calzada, la demanda peatonal y el tipo de usuarios que utiliza las vías. Además, deben evitarse ciclos de semáforo muy prolongados, ya que estos provocan colas que afectan intersecciones cercanas.

Los peatones suelen tener poca prioridad en este tipo de cruceos. Los tiempos de rojo son muy prolongados. Mientras que los tiempos de verde son limitados, provocando que los peatones corran para evitar ser alcanzados por los vehículos (Gehl, 2014). El tiempo máximo aceptado de rojo es 80 segundos. Sin embargo, se recomienda no exceder el minuto, en especial en calles cortas donde se propicia el cruce imprudente (A pie, 2004).

(Dextre & Avellaneda, 2014) estima una velocidad peatonal promedio de 1.2 m/s. Sin embargo, recomienda utilizar, para el diseño, una velocidad de 0.8 m/s que considere también a los usuarios vulnerables. Por otro lado, A pie (2004) recomienda que esta velocidad promedio sea de 7 m/s al cual se le debe añadir de 3 a 5 segundos debido al tiempo de reacción tardío.

Adicionalmente, es recomendable colocar semáforos para los peatones. Schoon (2010) recomienda la colocación de esta herramienta adicional cuando exista un alto volumen de peatones y un alto índice de accidentes. Así también, deben colocarse cuando existan intervalos cortos entre vehículos y peatones que cruzan.



Figura 10. Recomendaciones para diseño de semáforos.
Fuente: Gehl (2014)

Existen diversos tipos de semáforos peatonales (Schoon, 2010). El más común es el de funcionamiento automático, donde los intervalos son fijos, sin opción a modificación. Los demás presentan similitudes entre sí. El semáforo tipo Pelican activa el verde cuando el peatón oprime un botón. Así también el tipo Puffin, con la ventaja adicional de detectar la presencia de un peatón dispuesto a cruzar. El Toucan es similar a este último, con la diferencia de incluir a los ciclistas.

2.4.8. Puente peatonal

Para facilitar el cruce de los peatones en vías potencialmente peligrosas, a causa de la circulación vehicular, se opta por colocar elementos viales que reduzcan la posibilidad de accidentalidad, como el puente peatonal.

Debe tenerse en cuenta que la prioridad de diseño de la infraestructura debe ser la promover y mantener la movilidad de los peatones (Gehl, 2014). Por tal razón, la construcción de un puente peatonal debe ser la única alternativa posible para que el usuario pueda cruzar, como por ejemplo, en las autopistas. Sin embargo, en gran magnitud, los puentes peatonales son diseñados para poder mejorar la circulación de los vehículos y no pensando en el peatón (Dextre, 2003).



Figura 11. Cruce imprudente de peatón en las afueras del Hospital del Niño.
Fuente: Propia

Previo a la construcción de un puente, se debe analizar si los usuarios harán uso del servicio para atravesar las vías. Por ello, es importante tener en cuenta las necesidades de los usuarios que harán uso del servicio. Si se construye el puente, primordialmente, para mejorar la circulación de los vehículos, es probable que los peatones no hagan uso de este medio (Dextre, 2003)

El diseño debe diferir dependiendo de las condiciones del entorno en el cual será ubicado. Por ejemplo, en el caso de hospitales o centros médicos, un porcentaje de los usuarios no estarán bajo sus condiciones físicas óptimas. Muchas veces, usan muletas, sillas de ruedas o presentan algún tipo de condición que limita su desplazamiento. Es así que cruzar un puente peatonal sin rampas es parcial o totalmente inaccesible para estos usuarios vulnerables. De todas formas, aún con la existencia de este tipo de acceso, debe considerarse soluciones más eficientes que otorguen prioridad al peatón (CTLIC, 2008).

.Por razones como la anterior, a pesar de que los puentes busquen dar solución al problema de accidentalidad por atropellamiento, no tienen el impacto suficiente en los usuarios para que opten por su utilización. Es así, que se hace necesaria la aplicación de medidas correctivas, estrategias u otro tipo de soluciones a mediano y largo plazo (CTLIC, 2008). Se debe tratar de evitar el uso de puentes que vayan en contra de la movilidad peatonal.

2.4.9. Señalización

La información mostrada en el entorno urbano debe ser clara, concisa, precisa y oportuna en especial para usuarios que tengan alguna condición que dificulte su movilidad.

Las señalizaciones pueden ser verticales u horizontales (marcas en la calzada). Ambas siempre deberán complementarse entre ellas y nunca contradecirse. Además, estas señales deben regirse bajo ciertos criterios para garantizar la fluidez y la seguridad de los usuarios (RACC, 2004):

Visibilidad: Las señales deben observarse por todos los usuarios, tanto de día como de noche, así como en condiciones climáticas desfavorables.

Legibilidad: La señal debe ser lo más simplificada y racional posible.

Simplicidad: Todos los usuarios deben poder entender las señales.

Homogeneidad: Se debe mantener el mismo diseño en todas las señales para que sea fácil identificarlas.

A su vez, la información también debe ser útil para conductores y peatones. Por lo tanto, las señales deben brindar los siguientes criterios (RACC, 2004):

Detectabilidad: La información debe estar a la distancia correcta para que exista un tiempo prudente de reacción.

Visibilidad: Debe analizarse, en la zona, si la señal sera correctamente observada.

Continuidad: Debe observarse la señal en cada cruce, desde que se inicia hasta que se llega al destino.

Compacidad: Debe complementarse con las demás señales.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

Para conocer el comportamiento de los peatones en el Hospital del Niño se deben tomar mediciones en campo. Esto es esencial e imprescindible para el estudio. Se empleará una metodología de investigación que consta de técnicas de observación y medición para realizar el procesamiento de datos y un análisis final.

Antes de empezar a hacer algún tipo de grabación, se realizaron observaciones en la zona. Esto, con el fin de percibir particularidades que se presentan tanto en la infraestructura de la intersección como en las características de los peatones y vehículos que transitan por ella.

En las figuras 12, 13, 14 y 15, las cuales se muestran a continuación, se muestran las vistas de las avenidas que concurren en la intersección de análisis.



Figura 12. Vista de la avenida Brasil en dirección a la plaza Bolognesi.
Fuente: Propia



Figura 13. Vista de la avenida 28 de Julio.
Fuente: Propia



Figura 14. Vista de la avenida Mogaburos.
Fuente: Propia



Figura 15. Vista de la avenida Brasil en dirección al distrito de Jesus María.
Fuente: Propia

Luego de observar el área de estudio, se logró determinar las zonas a grabar. Además, se identificaron las rutas peatonales que se desarrollan con sus respectivos puntos de partida y llegada. Es así que se percibe una zona de análisis que abarca un gran rango. Esto generó la necesidad de encontrar un punto alto donde se pueda realizar las grabaciones.

Inicialmente, se pensó en grabar desde un departamento de los condominios de Mogaburos. Sin embargo, por las dificultades en los permisos, se tuvo que buscar otra alternativa.



Figura 16. Vista del condominio Mogaburos.
Fuente: Propia

Luego de los trámites respectivos, se logró generar permisos para grabar desde la azotea del Hospital del Niño. Se permitió grabar una hora en dos días diferentes. Por lo tanto, se grabó los días miércoles 30 de septiembre; viernes 2, miércoles 7 y martes 13 de octubre. Dichas grabaciones se hicieron de 8 a 9 de la mañana. Además, se aprovechó la ubicación para tomar algunas fotos del lugar con una cámara digital.



Figura 17. Vista frontal del Hospital del Niño.
Fuente: http://www.insn.gob.pe/quienes_somos/vision

Debido a que la azotea se encuentra en el octavo piso del hospital y la grabación debía abarcar toda la zona a estudiar, se optó por utilizar una cámara GoPro Hero 3. Este tipo de cámaras, gracias a su lente “ojo de pez”, abarcan un mayor rango visual que otras cámaras digitales. Además, la resolución a la cual se grabó fue la más alta: 1920x1080 píxeles.



Figura 18. Vista de las cámaras digital y GoPro colocadas en la azotea.
Fuente: Propia



Figura 19. Captura de pantalla de cámara GoPro desde la azotea del Hospital.
Fuente: Propia

En la figura 8 podemos notar que la toma abarca toda la intersección a estudiar. Esta contempla el puente peatonal, los paraderos de la avenida Brasil, todas las avenidas que intersectan y sus cruceros peatonales respectivos. Además, se puede observar las rutas por donde los peatones cruzan de manera imprudente debajo del puente peatonal.

3.1. Líneas de deseo peatonal

Cabe mencionar que debido a la altura del edificio y la resolución máxima de la cámara se clasificó a los peatones de una manera general. La baja nitidez no permitía diferenciar claramente a los tipos de usuarios. Por tal razón, se optó por tomar la siguiente clasificación:

Adultos: Tanto mujeres como hombres que no presentan dificultades notorias para desplazarse.

Niños: Tanto hombres como mujeres que muestran una baja estatura.

Ancianos: Tanto hombres como mujeres que por su estatura, contextura y desplazamiento restringido muestran características de personas de tercera edad.

Embarazadas: Mujeres que muestran un periodo de gestación avanzado, ya que son las únicas que se puede reconocer su estado de embarazo.

Adulto con niño: Sin distinción de género. Personas mayores que caminan junto a niños o los llevan de la mano.

Adulto con bebe: Sin distinción de género. Personas mayores que llevan a niños o bebes cargados en brazos o en la espalda.

Discapacitados: Personas que presenten alguna dificultad de movilidad por sus condiciones físicas.

Luego de definir los tipos de peatones a registrar, se definieron las rutas preferidas por dichos usuarios. Primero se debían definir los puntos de la intersección de los cuales partían y a los cuales se dirigían los peatones. Para facilidad de las mediciones y el análisis, se descartaron las rutas que provienen de la avenida Brasil, es decir, los usuarios que vengan o se dirijan por la avenida Brasil hasta la plaza Bolognesi o hasta el distrito de Magdalena.

Entonces los puntos de partida y final que se consideraron fueron los siguientes:

Hospital del niño

Paradero 1 (detallado en la figura 9)

Paradero 2 (detallado en la figura 9)

28 de Julio y Mogaburos

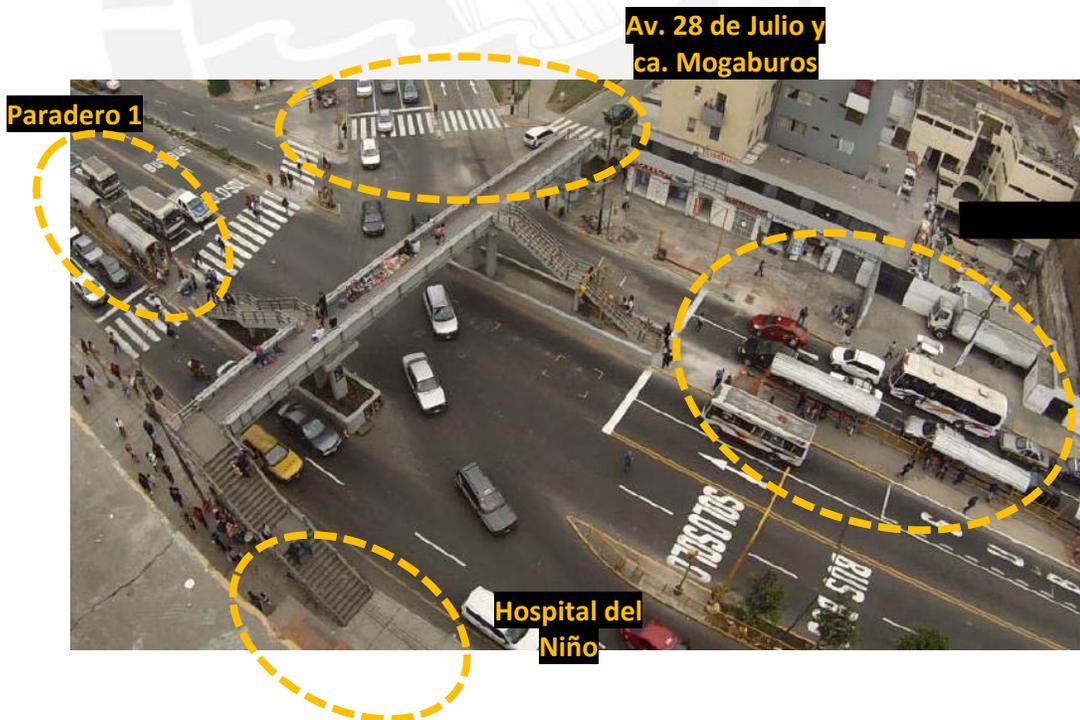


Figura 20. Captura donde se definen las zonas de partida y final.
Fuente: Propia

Además se definieron los tramos entre esos puntos como los siguientes:

Tramo 1: Por el cruce peatonal de la avenida Brasil

Tramo 2: Por el puente peatonal

Tramo 3: Debajo del puente. Cruce imprudente

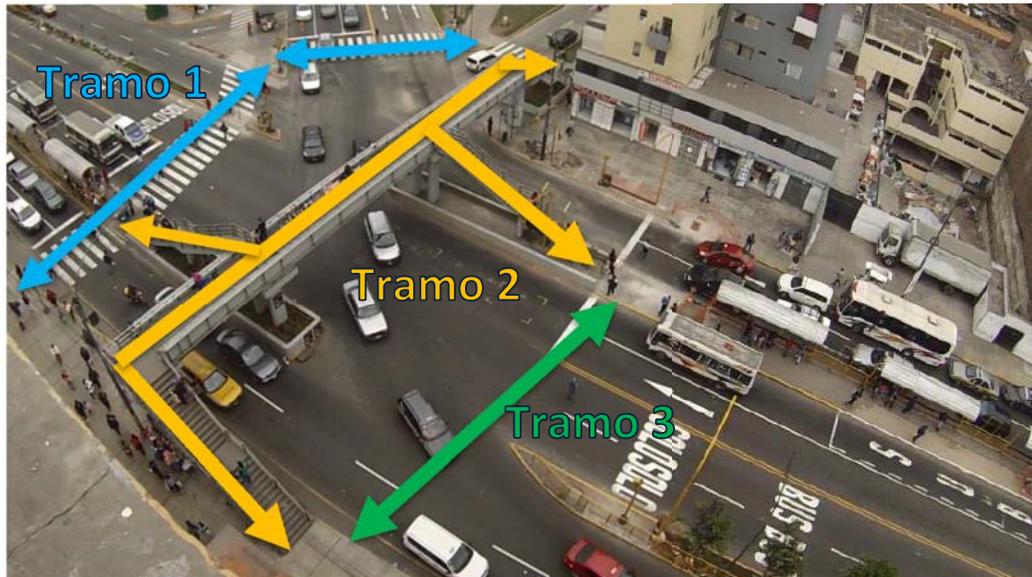


Figura 21. Definición de los tres tramos que se desarrollan en la intersección.

Fuente: Propia

Es así que se interpretarán los datos que se tomen de la grabación. Cada línea de deseo peatonal que se analizará contiene un punto de partida, un punto final y un tramo. Además, por cada una de ellas se contabilizará los peatones que la transitan, clasificándolos como se explicó anteriormente. En el capítulo siguiente se mostrarán las tablas que contienen los conteos por cada línea de deseo.

3.2. Velocidades peatonales

Por otro lado, se escogerán tramos de gran afluencia peatonal para determinar velocidades de desplazamiento por tipo de usuario. Esto con la finalidad de obtener las diferencias de desplazamiento en cruces peatonales, cruces imprudentes, puente peatonal y veredas.

Se utilizará la misma clasificación de peatones de las líneas de deseo. Sin embargo, estas se diferenciarán entre hombres y mujeres para obtener un análisis más específico.

Los tramos fueron escogidos a partir de las características que describen los peatones al desplazarse. La velocidad varía dependiendo de cada tramo. La velocidad promedio de un peatón no será la misma para un cruce imprudente que para un traslado por veredas. Por lo tanto, los tramos escogidos para el análisis son los siguientes:

Crucero peatonal: Crucero peatonal de la avenida Brasil, sin considerar las auxiliares.

Crucero informal: Tramo recto de la avenida Brasil, sin considerar las auxiliares.

Puente peatonal: Tramo comprendido entre las escaleras centrales del puente.

Vereda: Tramo recto descrito desde el semáforo peatonal hasta el inicio de la escalera peatonal.

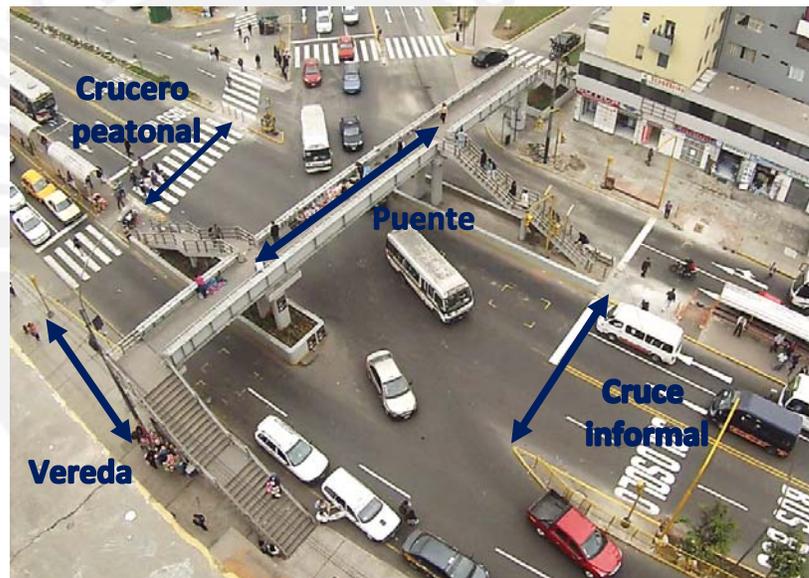


Figura 22. Tramos escogidos para el análisis de velocidades peatonales.

Fuente: propia

Para poder determinar las velocidades, primero, se deben determinar los tiempos de cruce de los peatones. Por lo tanto, haciendo el uso de todas las grabaciones, se registrarán los tiempos para cada tipo de peatón en los tramos propuestos. Además, se medirán las distancias de estos últimos. Luego de obtener las variables respectivas, por medio de la ecuación: “ $Velocidad = distancia / tiempo$ ” se obtendrán las velocidades peatonales.

3.3. Análisis de la infraestructura

Se realizará un análisis visual de la calidad de la infraestructura en la zona de estudio. Se mostrarán las principales deficiencias que principalmente son en perjuicio de los peatones. Se analizarán los refugios peatonales, tiempos de rojo peatonal, presencia de semáforos peatonales, accesibilidad, cruces peatonales, eficiencia del puente, entre otros.

Por otra parte, se determinará si el tiempo del semáforo en el cruce de la avenida Brasil es adecuado con los usuarios que transitan en la zona de estudio. Se tomará la menor velocidad registrada en ese tramo y con ayuda de los parámetros descritos en el sub-capítulo “cruces semaforizados” se determinará el tiempo óptimo de verde peatonal.



Figura 23. Cruce peatonal de la avenida Brasil.
Fuente: propia

3.4. Flujograma de vehículos

Un flujograma de vehículos es un esquema en el cual se muestran los aforos vehiculares para las diferentes avenidas o calles de la intersección. Estas se realizan para una hora determinada y se clasifican en 4 categorías diferentes según las características que presentan los vehículos:

Tipo A: Autos y combis

Tipo B: Cousters y microbuses

Tipo C: Buses de transporte público e interprovincial

Tipo D: Camiones pequeños, medianos y grandes

Además se establecieron las rutas vehiculares mostradas en la siguiente imagen:



Figura 24. Rutas vehiculares de la intersección.
Fuente: Propia

Luego de haber terminado la etapa de obtención de los datos, se procede a la interpretación de los mismos. Por medio de ellos, se obtendrán parámetros que servirán en el objetivo principal del proyecto. Dichos parámetros son: líneas de deseo, aforos peatonales, flujogramas de vehículos, velocidades de desplazamiento de los peatones, etc. Mediante la interpretación de estos parámetros se lograrán obtener los resultados esperados: tipos de grupos que llegan al hospital, por donde cruzan, problemas de los peatones al desplazarse, desde donde llegan los peatones, etc.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS

En el presente capítulo se mostrarán las líneas de deseo peatonal, las velocidades de los diferentes tipos de usuarios y los flujogramas de vehículos.

4.1. Líneas de deseo peatonal

Las líneas de deseo se hallan a partir del flujo peatonal. Por lo tanto se realizaron conteos de peatones en una hora de grabación, correspondiente al día martes 13 de Octubre. Se realizará un análisis a clasificándose según los puntos de partida. En cada uno de ellos, por medio de gráficas, se interpretarán las particularidades de cada línea de deseo.

Antes de comenzar el análisis, debemos conocer la cantidad y proporción de peatones que conforman la muestra. En el gráfico 1 observamos que los peatones comunes o adultos, conforman el 79% (1643 peatones) mientras que los usuarios vulnerables el 21% (428 peatones). Además, se puede observar que los adultos acompañados de niños conforman más de la mitad de los usuarios vulnerables (58%), seguido de los adultos que llevan niños en brazos (31%). Los demás usuarios presentan porcentajes bajos en comparación a los antes mencionados.

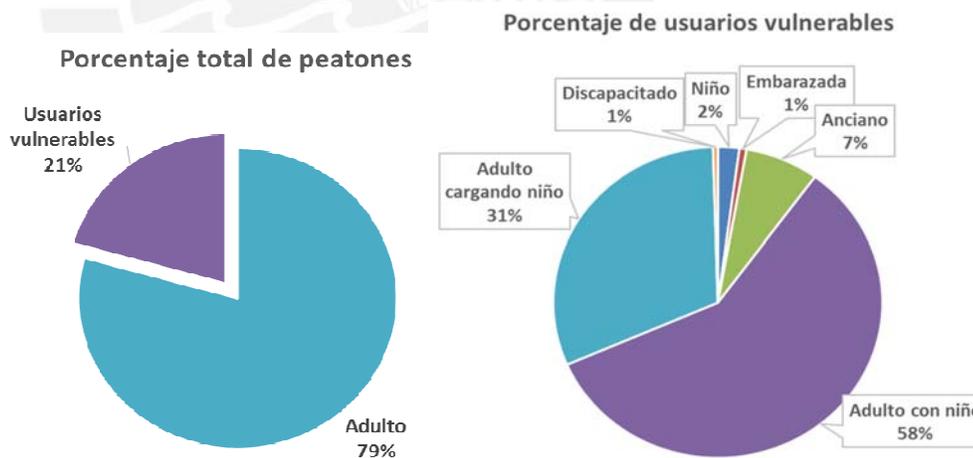


Figura 25. Proporción entre los diferentes tipos de peatones en la muestra analizada.

Fuente: Propia

4.1.1. Análisis de líneas de deseo según el punto de partida

En el presente capítulo se mostrarán e interpretarán las líneas de deseo peatonales descritas en la zona de estudio. Para el análisis, se definieron 4 zonas de partida/destino: Hospital del Niño, paradero 1, paradero 2 y Av. 28 con calle Mogaburos. El colocar todas las líneas de deseo en una misma gráfica ocasionará que esta no se logre una adecuada apreciación de la información. Por lo tanto, para un mejor entendimiento, se dividirá la interpretación en 4 figuras distintas, según los diferentes puntos de partida.

Los tramos escogidos por los usuarios para llegar a su destino varían según las demoras, obstáculos, distancias y tiempos de viaje.

a. Punto de partida: Hospital

Primero analizaremos las líneas de deseo descritas desde el Hospital del Niño.

La mayoría de peatones que parten desde el Hospital se dirigen hacia el paradero de la avenida Brasil con sentido a la plaza Bolognesi (Paradero 2). Cabe mencionar que esta tendencia es mayor en los usuarios vulnerables, mientras que los adultos no muestran preferencias definidas (ver anexo 4).

Los usuarios vulnerables más representativos son los niños acompañados de adultos, seguidos de los adultos que cargan niños en sus brazos (ver anexo 4). Los otros usuarios vulnerables como niños, mujeres embarazadas, ancianos y discapacitados que se registraron son menores en comparación a los demás peatones. Por lo tanto, no se pueden sacar conclusiones certeras (ver anexo 4).

Se observa que el tramo más escogido para llegar al paradero frente al hospital es el puente peatonal. 147 peatones realizaron este recorrido. El cruce imprudente por debajo del puente es el de menor esfuerzo. Sin embargo, la poca seguridad y la conciencia de cometer una infracción obligan al usuario a buscar otro medio para llegar a su destino. A pesar de ello, 27 peatones, incluidos ancianos y adultos con niños, decidieron cruzar arriesgándose a peligros de atropello.

Es importante mencionar a los 3 peatones que cruzaron de manera prudente por debajo del puente. El tiempo de viaje y la distancia es sumamente mayor a las otras 2 rutas. Lo más probable es que estos adultos hayan podido tener alguna dificultad para subir las escaleras del puente: asma, lesiones, vértigo, etc.

Por otro lado, para llegar a la avenida 28 de julio & mogaburos 77 peatones escogieron el puente peatonal, mientras que 46 personas optaron tomar la ruta de los cruces peatonales. Esto se debe a que la distancia y los semáforos generan que el tiempo de viaje por el cruce peatonal sea mayor. Sin embargo, algunos usuarios optan por cruzar por debajo, probablemente, por el gran esfuerzo que requiere transitar por el puente.

Para concluir, al dirigirse al paradero 1, casi la totalidad de los usuarios (97%) toma la ruta del cruce peatonal, debido a que es la más corta y la que demanda menos esfuerzo. Los cuatro peatones que cruzaron por el puente, probablemente, hayan cometido un error o decidieron cambiar, repentinamente, su destino.

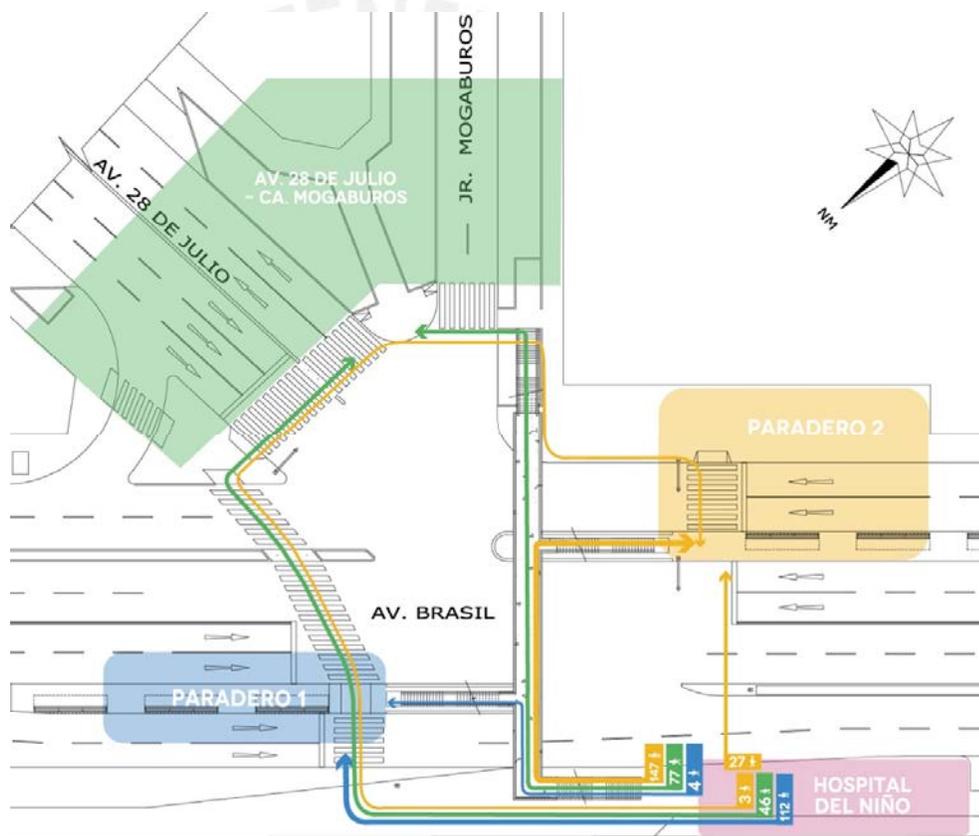


Figura 26. Líneas de deseo peatonal y cantidad de peatones. Partida: Hospital.
Fuente: Propia

b. Punto de partida: Paradero 1

Se observa que el 87% (136 peatones) de los usuarios vulnerables que llegan al paradero 1 se dirigen al hospital. Donde el 91% (49 registrados) de los adultos que llevan niños en brazos prefieren este destino, seguido de los adultos acompañados de niños que registran un 88% (80 peatones). Esto determina que la mayoría de los

usuarios vulnerables, que bajan en este paradero, se dirigen al Hospital del Niño (ver anexo 8).

Por otro lado, observamos que esto no sucede en los adultos. Luego de bajar en el paradero, el 39% se dirige a la avenida 28 de Julio & Mogaburos. Mientras que el 36% al Hospital (ver anexo 8).

La gran mayoría de usuarios que se dirigen a la Av. 28 de Julio & Mogaburos son adultos. Los usuarios vulnerables son muy pocos. Se puede observar que la avenida 28 & Mogaburos no es un destino que suelen frecuentar (ver anexo 5).

La totalidad de los usuarios que se dirigen al Hospital toma la ruta del cruce prudente, debido a que es la más corta y la que demanda menos esfuerzo. Solo 4 peatones hicieron uso del puente peatonal, probablemente por error o decidieron cambiar de ruta en el trayecto.

Finalmente, se observa que la ruta favorita para dirigirse a la zona del paradero 2 es el puente peatonal. Esto se debe a que la distancia y los semáforos generan que el tiempo de viaje por el cruce peatonal sea mayor. Sin embargo, algunos usuarios, adultos en casi su totalidad (ver anexo 7), optan por cruzar por debajo, probablemente, por el gran esfuerzo que requiere transitar por el puente.

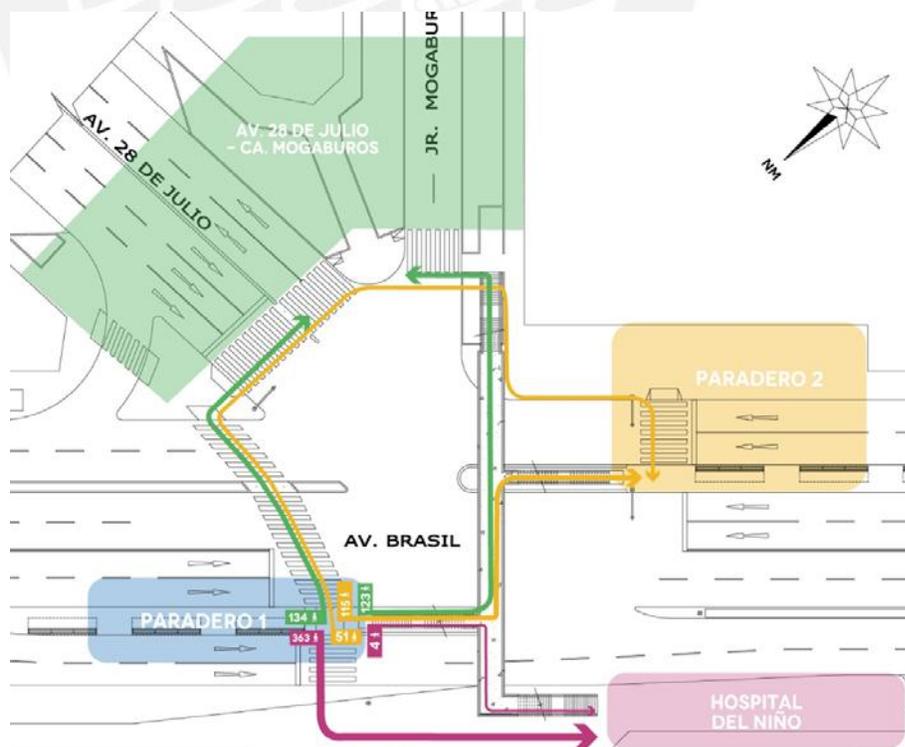


Figura 27.

Líneas de deseo peatonal y cantidad de peatones. Partida: paradero 1.

Fuente: Propia

c. Punto de partida: Av. 28 de Julio & Calle Mogaburos

Empezando desde la zona de la avenida 28 de Julio y calle Mogaburos, el destino de mayor tendencia para todos los usuarios es el Hospital. Más de la mitad de adultos (56%) se desplazan con destino hacia el centro de salud. Las cifras son mayores en los usuarios vulnerables, donde el 96% se desplaza hacia el mismo lugar (ver anexo 12).

Además, al dirigirse al dirigirse al hospital, se observa que la mayoría de adultos elige cruzar por el cruce peatonal, debido al menor tiempo y esfuerzo que requiere. De igual forma, los usuarios vulnerables eligen esta ruta. Sin embargo, se observa que un poco más de la mitad de ancianos optó por hacer uso del puente. Probablemente, por la poca percepción de seguridad que tiene respecto al cruce peatonal semaforizado (ver anexo 10).

La mayoría de peatones que se dirigen al paradero 1 cruzan por debajo del puente, debido al menor tiempo y esfuerzo que les toma. Además, los peatones que se dirigen a este destino son casi en su totalidad adultos. Los usuarios vulnerables son muy pocos. Se puede observar que pocos de ellos suelen frecuentar esta ruta (ver anexo 9).

De igual forma, al dirigirse al paradero 2, la mayoría de los peatones toma la ruta del cruce peatonal (45 peatones), debido a que es la más corta y la que demanda menos esfuerzo. Los tres peatones que cruzaron por el puente, probablemente, hayan cometido un error o decidieron cambiar, repentinamente, su destino. Cabe mencionar que solo se observaron peatones adultos dirigirse a este destino (ver anexo 11).

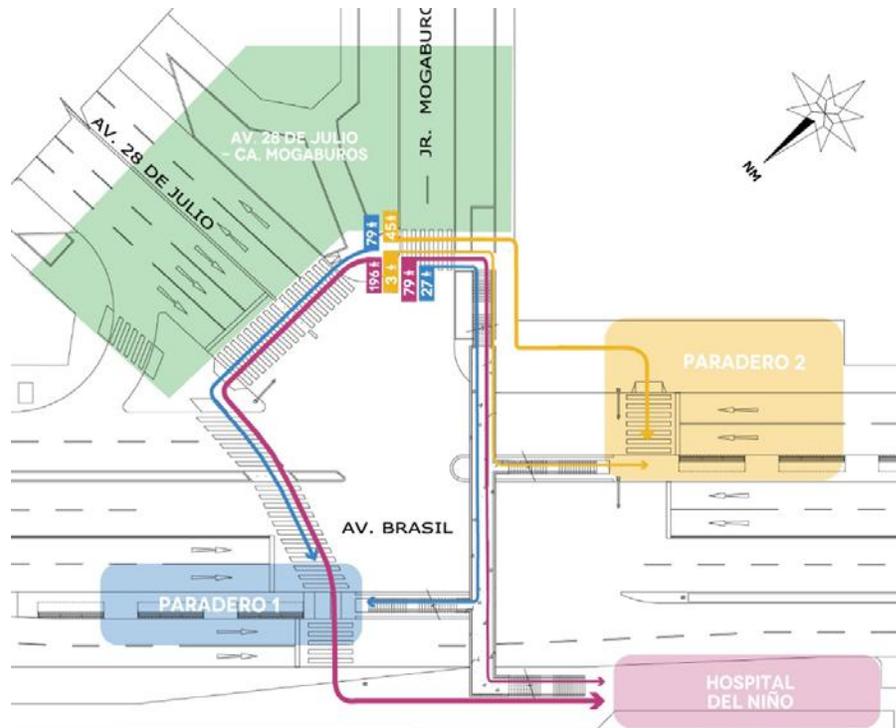


Figura 28. Líneas de deseo peatonal y cantidad de peatones. Partida: 28 de Julio & Mogaburos.
Fuente: Propia

d. Punto de partida: Paradero 2

Al iniciar en el paradero 2, los adultos no muestran una preferencia marcada por un destino en particular. Sin embargo, esta tendencia es diferente en los adultos que cargan niños, donde el 84% se desplaza hacia el hospital. La misma tendencia se observa en los adultos con niños, donde el valor observado es del 55% (ver anexo 16).

La ruta favorita para dirigirse a la zona del paradero 1 es el puente peatonal. Esto se debe a que el recorrido y las esperas en los semáforos generan que el tiempo de viaje por el cruce peatonal sea mayor.

Es importante resaltar a los siete peatones, uno de ellos de la tercera edad (ver anexo 13), que cruzan de manera diagonal por debajo del puente, exponiéndose a ser atropellados por los vehículos.

La mayoría de peatones hace uso del puente peatonal para dirigirse al hospital (149 peatones), a pesar que el cruce imprudente por debajo del puente es el más directo y de menor esfuerzo. Sin embargo, pocos usuarios deciden hacer uso de esta última ruta (24 peatones), debido a que tienen conciencia que es un cruce restringido y tienen riesgo de ser atropellados.

Teniendo el hospital como destino, se registraron 2 peatones que cruzaron por la ruta a nivel prudente. A pesar de tener un excesivo tiempo y distancia de recorrido estos usuarios optaron por tomarlo. Probablemente presentaban alguna dificultad para subir las escaleras del puente: asma, lesiones, vértigo, etc.

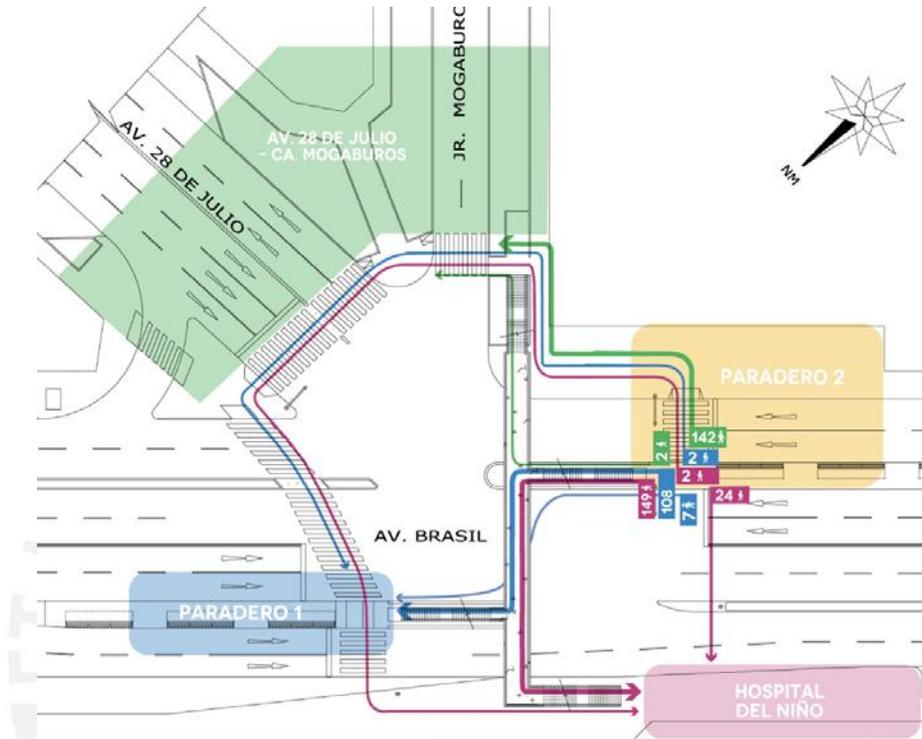


Figura 29. Líneas de deseo peatonal y cantidad de peatones. Partida: paradero 2.
Fuente: Propia

4.1.2. Densidad en las rutas peatonales

La figura 30 muestra la cantidad de peatones registrados en las trayectorias por una hora de grabación. De esta manera podemos determinar que tramos son los que tienen mayor afluencia y las características de desplazamiento de los peatones.

Observamos que la cantidad de peatones que transitan en la vereda del paradero 1 es la más alta. Esto debido a que es una zona donde se interceptan varias rutas, las cuales son de gran afluencia. Es así que el paradero 1 contempla a más de 1000 personas en 1 hora.

A causa del alto uso del puente, podemos notar que la zona central del mismo presenta una densidad de entre 700 a 1000 peatones por hora. De igual manera, se observa en la vereda del Hospital.

Por otra parte observamos que a pesar de ser baja, la cantidad de peatones que cruza por debajo del puente es considerable. Esta ruta es una de las más cortas y de

menor esfuerzo, por lo que existe la tendencia de ciertos peatones a cruzar de manera temeraria por debajo del puente.

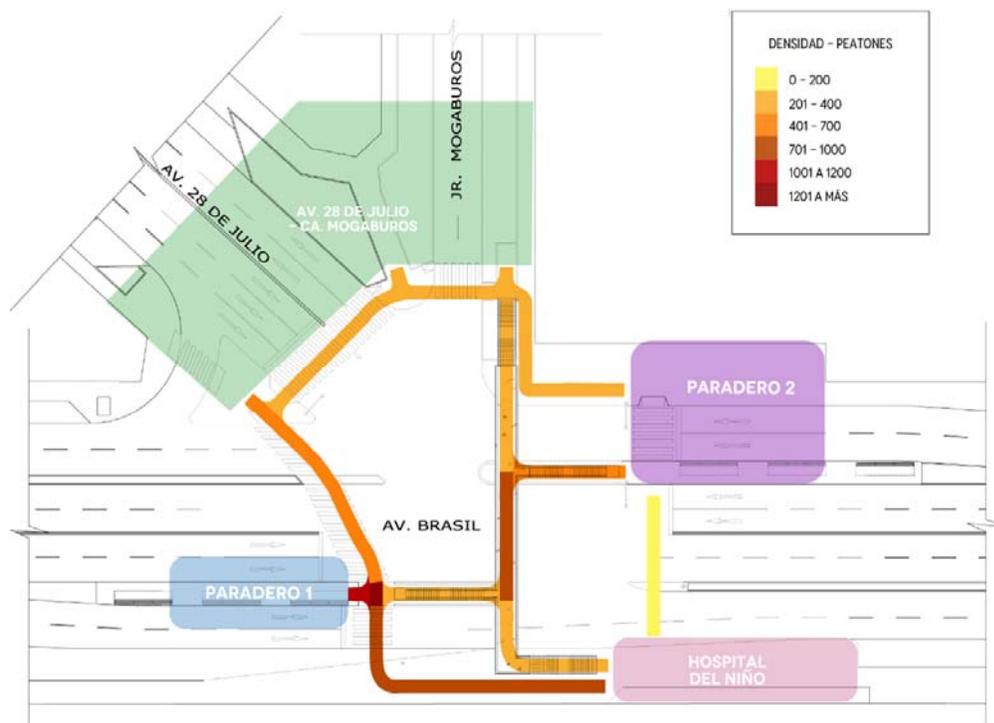


Figura 30. Densidad peatonal. Cantidad de peatones por hora en los trayectos descritos en la intersección. Fuente: propia

4.1.3. Destinos preferidos por los peatones

Para poder comprender las necesidades de las personas es fundamental conocer cuáles son los destinos a los que se dirigen.

En la gráfica 22 podemos observar que tanto en adultos como en usuarios vulnerables el destino preferido es el Hospital del Niño. Sin embargo, se observa una mayor tendencia en aquellos últimos, donde el 60% es el que escoge este destino, mientras que en los adultos solo el 34%.

También, se logra percibir una tendencia secundaria (29%) por parte de estos peatones comunes a dirigirse a la avenida 28 de Julio & calle Mogaburos. A diferencia de los usuarios vulnerables (20%), que tienen como segundo destino preferido, el paradero al frente del Hospital.

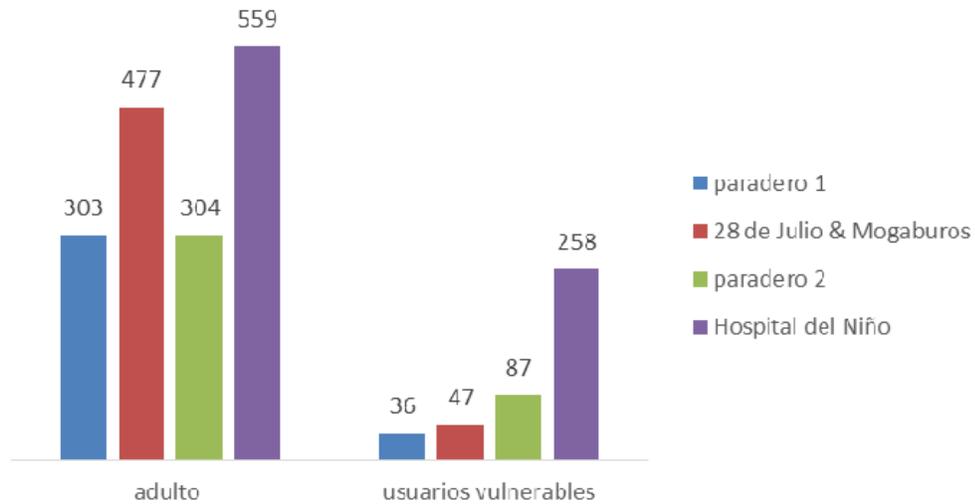


Figura 31. Destinos preferidos por los tipos de peatones.
Fuente propia

4.1.4. Tramos escogidos entre el hospital y el paradero 2

Para poder analizar el comportamiento en los tres tipos de cruces posibles (por el crucero, por el puente e imprudente) se deben analizar solo las rutas que contemplen a las mismas. Es decir, si se espera entender qué conlleva a los peatones a elegir una ruta, debemos escoger los casos en donde la muestra de peatones escogió las tres diferentes trayectorias.

Por tal razón, para el análisis, se escogieron los recorridos descritos entre el hospital del Niño y el paradero 2, en ambos sentidos. En la figura 32 se determinan las rutas preferidas por los usuarios para llegar a su destino.

Podemos notar que el 84% (296 registros) de peatones prefiere usar el puente peatonal. Mientras que el 15% (51 registros) cruza de manera imprudente por debajo del puente. A pesar de ser un trayecto totalmente arriesgado los peatones optan por tomarlo debido a que la distancia es más corta y de menor esfuerzo.

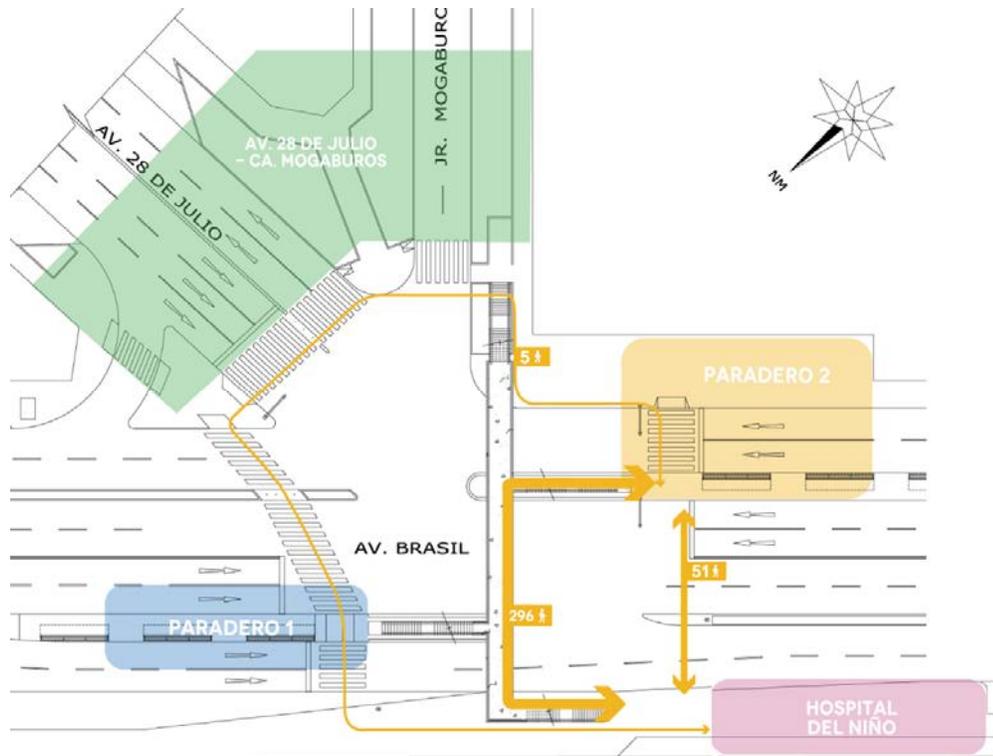


Figura 32. Cruces escogidos entre el hospital y el paradero 2 y cantidad de peatones. Ambos sentidos. Fuente propia

En la figura 33 se observa que el 38% de los peatones que cruzan por el puente peatonal son usuarios vulnerables. Además, el 30% de los ancianos cruzan de manera imprudente por debajo del puente. Esto se explica por las grandes dificultades que encuentran al subir las gradas de las escaleras. Muchas veces muchos de ellos simplemente no pueden subirlas.

El 100% de los adultos que llevan niños en brazos hizo uso del puente peatonal. Probablemente, sea a causa de las dificultades visuales que les genera cruzar en las calles. Además, como se verá más adelante, los niños disminuyen la velocidad cruce.

Es importante mencionar a los cinco peatones que cruzaron de manera prudente por debajo del puente. El tiempo de viaje y la distancia es sumamente mayor a las otras dos rutas. Lo más probable es que estos adultos hayan podido tener alguna dificultad para subir las escaleras del puente: asma, lesiones, vértigo, etc.

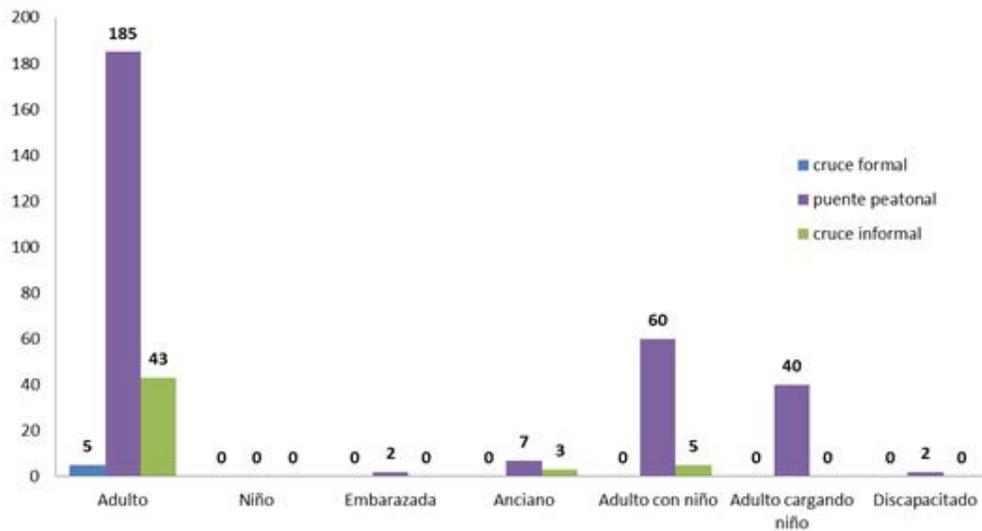


Figura 33. Cantidad de peatones que transitan entre el hospital y el paradero 2. En ambos sentidos.
Fuente propia

4.2. Velocidades promedio de los peatones

Además se realizó el registro de las velocidades promedio de ciertos tramos escogidos. Dichos valores se clasificaron por los tipos de usuarios que se lograron registrar.

Las velocidades promedio por cada tramo escogido se muestran en los anexos 17, 18, 19 y 20. Mientras que los registros detallados de los tiempos realizados por cada tipo de peatón se encuentran en las tablas de los anexos 21, 22, 23 y 24.

Luego de realizar las mediciones y hallar las velocidades promedio se desarrollará una gráfica que permita contrastar los diversos valores. De esta manera podremos analizar a detalle los comportamientos de los diferentes tipos de peatón.

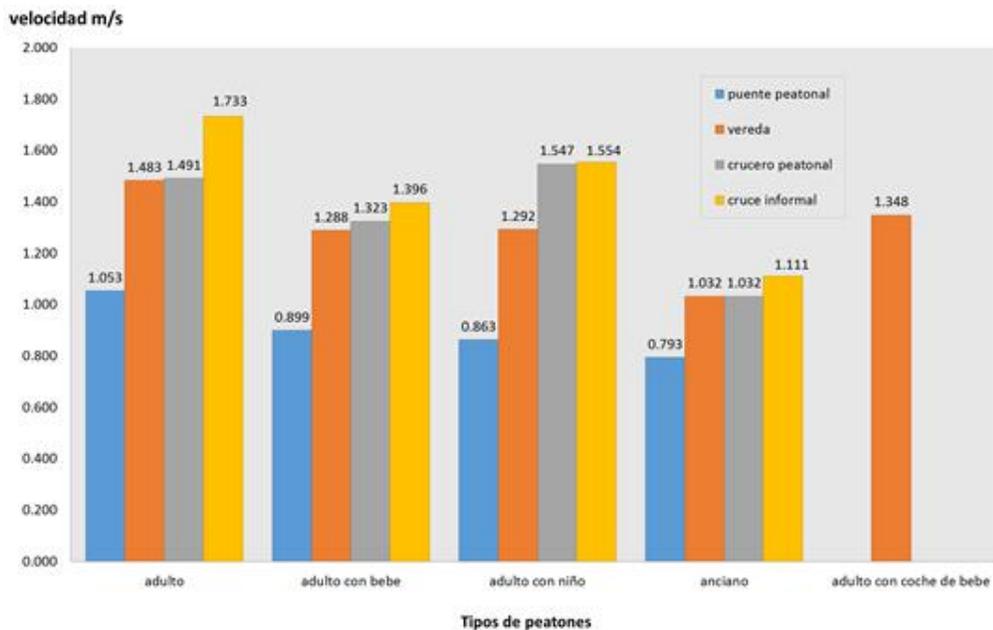


Figura 34. Velocidades vs. Tipos de peatones.
Fuente: propia

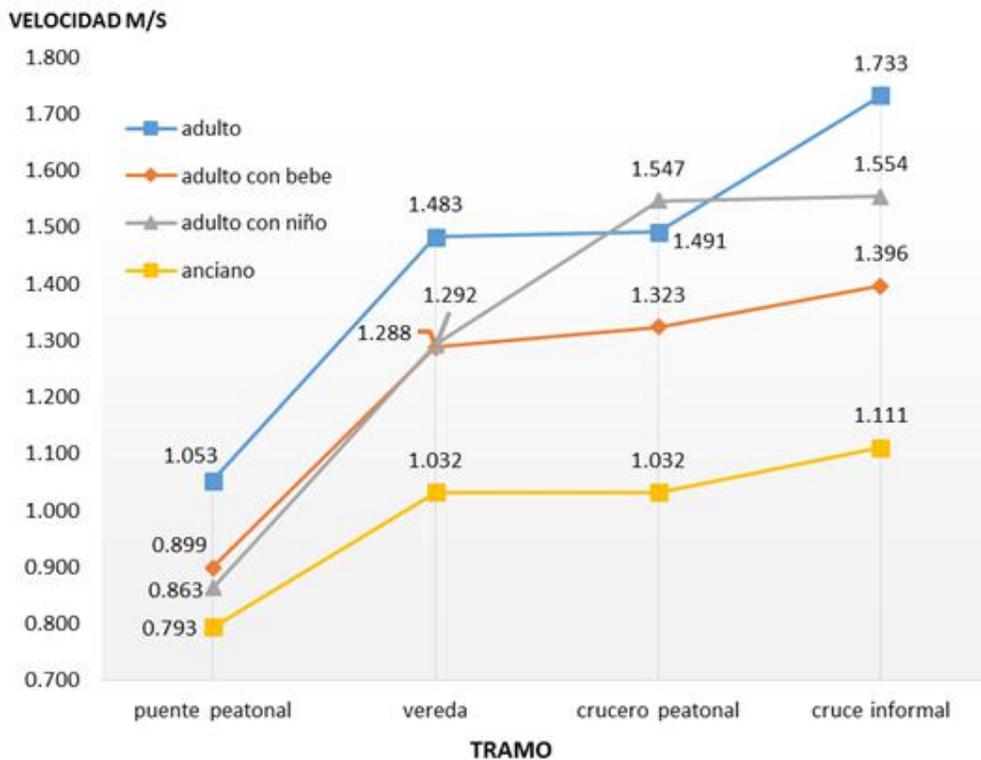


Figura 35. Líneas de velocidades para cada tipo de peatón.
Fuente propia

Una de las principales observaciones que se pueden obtener de las velocidades es que en todos los tipos de peatones la mayor velocidad promedio se encuentra en el

cruce imprudente. La mayor diferencia se observa en los adultos que se desplazan solos, donde se podría suponer que por el hecho de no tener restricciones de movilidad tienden a correr durante el cruce imprudente. Sin embargo, esto no se observa en los adultos acompañados de niños, donde la diferencia entre velocidades en el cruce peatonal y el cruce imprudente es muy similar.

Las menores velocidades se registran en el tramo recto del puente peatonal. Así también, observamos que las menores velocidades se registran en las veredas, cuando respecta a transitar sin usar escaleras.

Además, observamos que los usuarios de menor velocidad promedio en todos los cruces establecidos son los ancianos. Por lo tanto, estos se pueden considerar como los usuarios más vulnerables. Aunque, no debemos olvidar aquellas velocidades que no entraron al análisis de las gráficas debido a no tener la muestra suficiente.

4.3. Análisis de la infraestructura

Luego de conocer las líneas de deseo descritas por los peatones y las velocidades promedio que en diferentes tramos de la zona, podemos examinar la calidad de la infraestructura vial. Este análisis se efectuará con ayuda de las grabaciones de video, fotos y mediciones tomadas en campo.

4.3.1. Cruces y refugios

En la intersección observamos que existen cuatro cruces peatonales: cruce de la avenida Brasil, cruce de avenida 28 de Julio, cruce de la calle Mogaburos y cruce de la auxiliar Brasil que se ubica en la zona del paradero 2 definido anteriormente.

Debido a los 8 carriles que presenta, el cruce de la avenida Brasil se realiza haciendo paradas intermedias. Estas se deben realizar en zonas consideradas como refugios peatonales. Sin embargo, las dimensiones y las condiciones de estos refugios no cumplen con el fin principal de proteger al peatón.

En la figura 36 podemos observar que ambas paradas tienen anchos muy pequeños y presentan parantes metálicos que obstaculizan el tránsito de los peatones, en especial aquellos que transitan en silla de ruedas. La parada de la parte izquierda tiene un ancho de 1.2 metros y la siguiente tiene un ancho de 30 centímetros.



Figura 36. Zonas de refugio peatonal.
Fuente: propia

Este último caso es más crítico, debido a que el cruce del peatón en esta zona, está forzado a realizarse en 2 tiempos. Este inicia el cruce cuando los vehículos que vienen por la avenida 28 de Julio se detienen. Sin embargo, cuando esto sucede, los vehículos de la avenida auxiliar de Brasil tienen luz verde para realizar el giro hacia la avenida 28 de Julio. Como se observó en las grabaciones, los peatones se ven obligados a esperar en ese pequeño peralte de concreto de 30 centímetros. El mismo caso se presenta al intentar cruzar desde el otro sentido.



Figura 37. Cruce peligroso de la avenida 28 de Julio.
Fuente: Google Maps

También se pudo observar que en la avenida auxiliar de Brasil con flujo vehicular en dirección a la plaza Bolognesi, no existía un cruceo peatonal. Este se pintó luego de realizarse la investigación.

4.3.2. Accesibilidad

Como hemos observado, los anchos de los refugios peatonales no son los adecuados. Además, las rampas peatonales no tienen el diseño adecuado para albergar a los diferentes tipos de usuarios que transitan la zona.

Se lograron identificar 12 rampas en la intersección, como se muestran en la figura 38. Para cada una de ellas se tomaron sus dimensiones y pendientes, las cuales se muestran en la tabla 6.

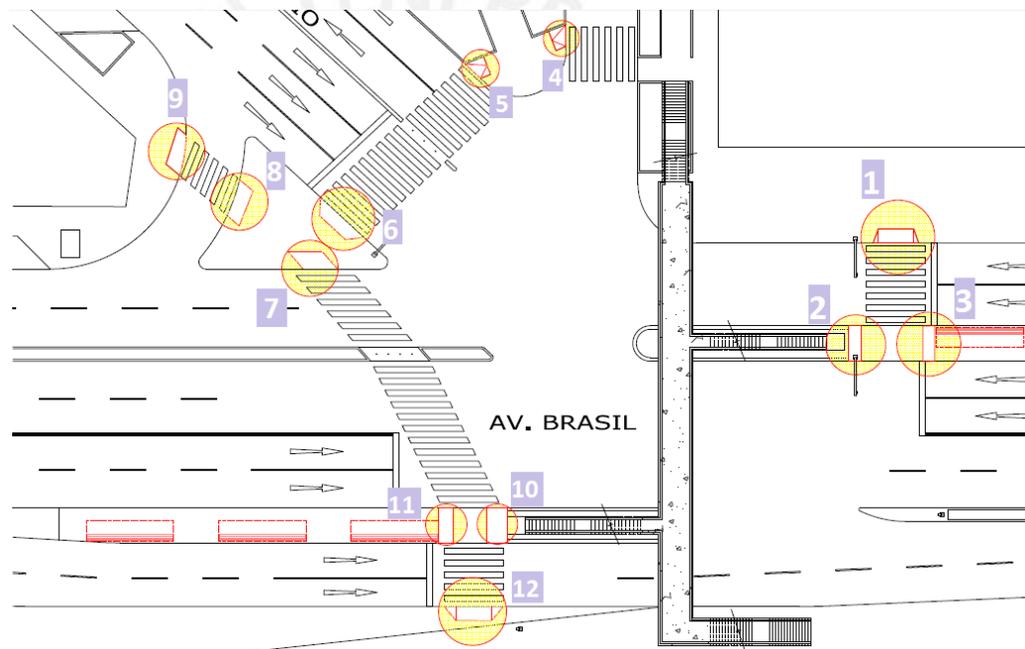


Figura 38. Numeración de rampas en la intersección.
Fuente: propia

Podemos notar que todas las rampas cumplen con el ancho mínimo de 90 centímetros recomendado por el RNE (2009). Sin embargo, tres de ellas no cumplen con la pendiente máxima, la cual debe ser menor a 12% para diferencias de nivel menores a 25 centímetros.

Tabla 6. Dimensiones de las rampas en la intersección.

Fuente: propia

Número de rampa	Ancho (m)	Longitud (m)	Desnivel (m)	Pendiente
1	3.00	1.50	0.10	7%
2	2.85	1.05	0.12	12%
3	2.85	1.50	0.12	8%
4	2.00	1.55	0.20	13%
5	1.80	1.50	0.20	13%
6	3.00	1.50	0.15	10%
7	3.00	1.60	0.15	9%
8	3.00	1.60	0.15	9%
9	3.00	1.40	0.20	14%
10	3.00	1.20	0.10	8%
11	3.00	1.20	0.10	8%
12	2.40	1.30	0.07	5%

Por otro lado, se calcularon los pasos y contrapasos de las escaleras del puente peatonal. IDU (2011) recomienda un mínimo de 30 centímetros en pasos y contrapasos no mayores a 17 centímetros. Así determinamos que ninguna escalera cumple con el contrapaso máximo y las escaleras cercanas al hospital y a la calle Mogaburos tienen pasos menores a lo recomendado.

Tabla 7. Pasos y contrapasos en las escaleras del puente peatonal.

Fuente: propia

Escalera	Paso (cm)	Contrapaso (cm)
Escalera cercana al hospital	25	18
Escalera cercana al paradero 1	32	18
Escalera cercana al paradero 2	32	18
Escalera cercana a la calle Mogaburos	26	18

Cabe mencionar que, a pesar de ubicarse cerca de un centro de salud, no existen rampas en el puente peatonal. Por lo tanto, se restringe totalmente el uso para personas que llevan coches de bebe, se transportan en silla de ruedas, muletas, entre otros.

4.3.3. Tiempo de verde peatonal

Para poder analizar si se realizó un diseño adecuado del semáforo, calcularemos el tiempo de verde peatonal óptimo y lo compararemos con el tiempo fijo que establece el semáforo en uno de los cruces.

El cruce elegido es el de la avenida Brasil. También se incluirán las vías auxiliares ya que el peatón debe tener la facilidad de cruzar sin realizar paradas intermedias. El refugio peatonal solo se concibe para peatones que llegan al cruce cuando el semáforo ya llevaba algunos segundos de verde.



Figura 39. Cruce de la avenida Brasil.
Fuente: propia

Los parámetros para el diseño son los siguientes:

Tabla 8. Parámetros de diseño.
Fuente: propia

Parámetro	Valor
Longitud del cruce	35 metros
Velocidad de diseño recomendada (A pie, 2004)	0.7 m/s
Velocidad más baja registrada (niña)	0.656 m/s
Segunda velocidad más baja registrada (anciano)	0.891 m/s
Tiempo de reacción recomendado (A pie, 2004)	3 a 5 segundos
Tiempo de verde peatonal registrado	35 segundos

La velocidad más baja es la registrada por la niña. Sin embargo, para el análisis se empleara la velocidad recomendada asociación A pie (2004), debido a que su comportamiento fue atípico y no presentaba ninguna dificultad para desplazarse. Además, elegiremos el mayor tiempo de reacción (5 segundos), ya que existe un hospital en la zona.

Entonces, por medio de las siguientes ecuaciones calcularemos el tiempo óptimo:

$$\text{Tiempo de cruce} = \text{distancia de cruce} / \text{velocidad promedio recomendada}$$

$$\text{Tiempo de cruce} = (35\text{m}) / (0.7\text{m/s}) = 50 \text{ s}$$

$$\text{Tiempo óptimo} = \text{tiempo de cruce} + \text{tiempo de reacción}$$

$$\text{Tiempo óptimo} = 50\text{s} + 5\text{s}$$

$$\text{Tiempo óptimo} = \mathbf{55 \text{ segundos}}$$

Si realizamos los cálculos con la velocidad del anciano (0.891m/s) obtendremos que el tiempo óptimo es de **45 segundos**.

Es decir, el tiempo actual del semáforo no cumple ninguno de los dos tiempos óptimos estimados: 35 segundos < 45 segundos < 55 segundos.

4.4. Flujogramas de vehículos

Los flujogramas son representaciones gráficas de la cantidad de vehículos que transitan por las diferentes rutas posibles en una intersección. Se tomaron en cuenta 4 tipos de vehículos para la clasificación:

Tabla 9. Clasificación de vehículos que transitan por la intersección.
Fuente: propia

Clasificación	Tipos de vehículos
A	Autos y combis
B	Cousters y microbuses
C	Buses de transporte público e interprovincial
D	Camiones pequeños, medianos y grandes

Las tablas de registro realizadas por una hora de grabación se muestran en el anexo 25. Dichas grabaciones fueron realizadas el viernes 2 de octubre de 8 a 9 am.

Para una mejor interpretación, los flujogramas se muestran en 2 imágenes, figuras 40 y 41, divididas en las dos fases del semáforo.

La figura 40 muestra los vehículos que transitan en hora por la avenida Brasil en ambos sentidos. Así también, a aquellos que se dirigen a la avenida 28 de Julio y calle mogaburos. Mientras que la figura 41 muestra a los vehículos que llegan a la intersección por la avenida 28 de Julio y se dirigen por las rutas descritas.

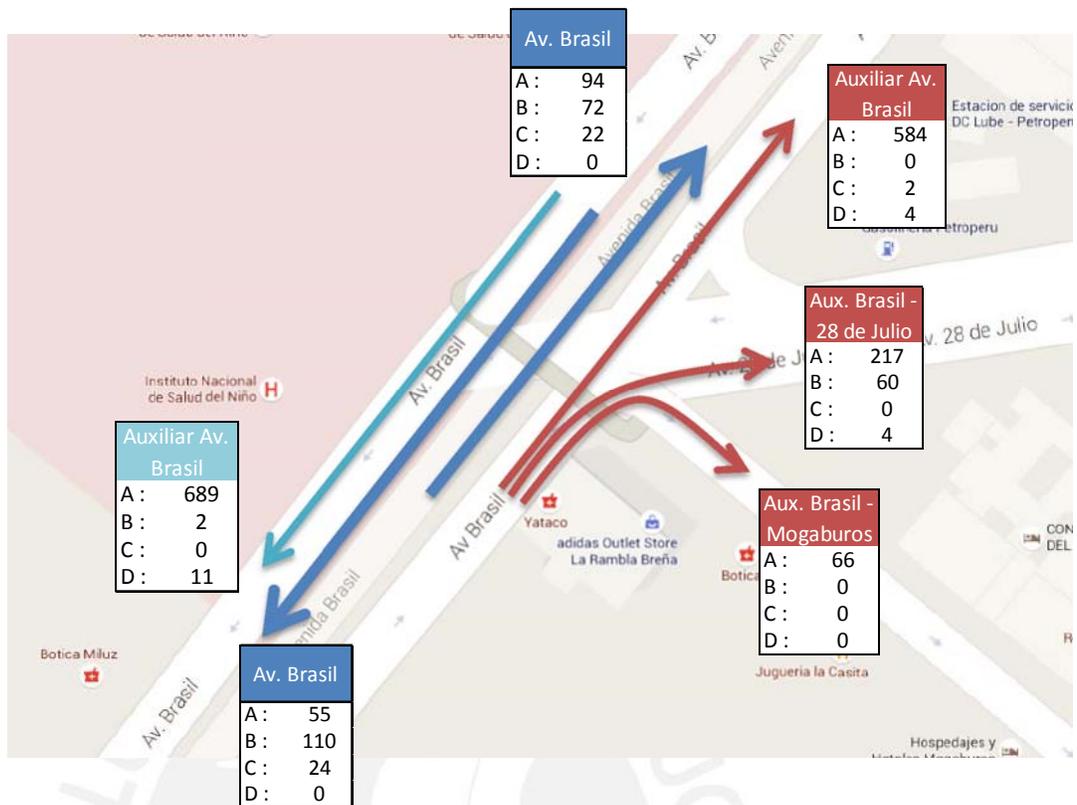


Figura 40. Vehículos que transitan en una hora en la primera fase del semáforo.
Fuente: Propia

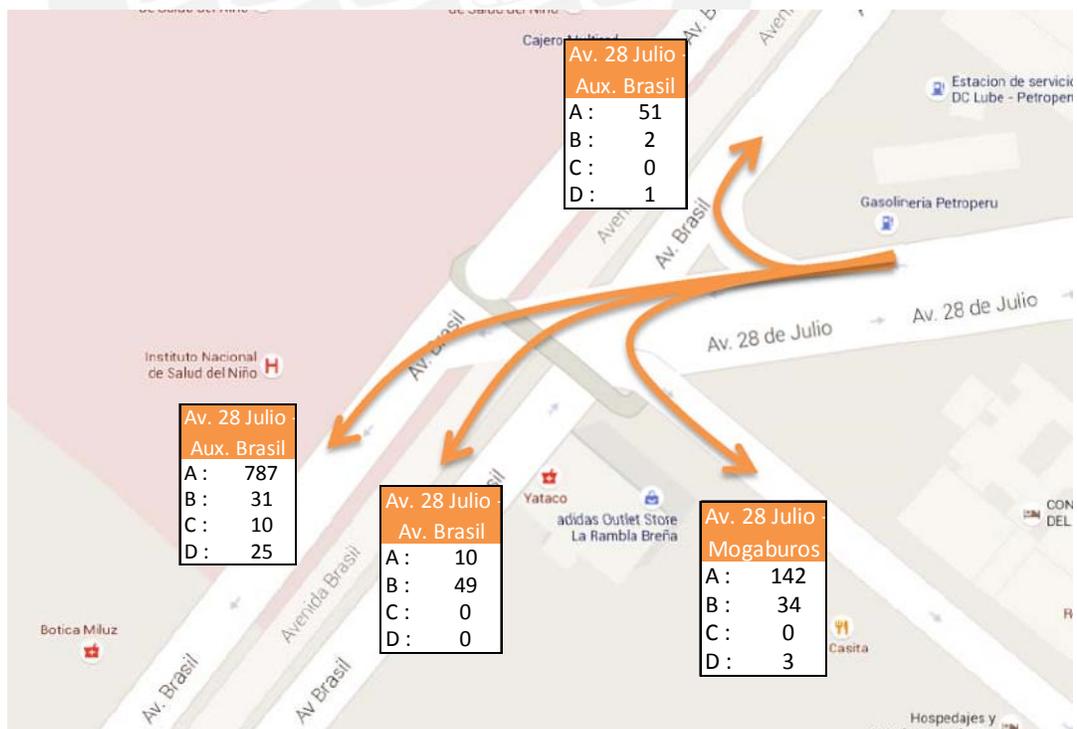


Figura 41. Vehículos que transitan en una hora en la segunda fase del semáforo.
Fuente: propia

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Para el análisis tenemos que conocer cuantos y que clase de usuarios transitan por la intersección. De la muestra total, el 21% de los peatones son usuarios vulnerables, de los cuales el 58% son adultos acompañados de niños. Esto se debe a que en la zona existe un Hospital. El número de usuarios vulnerables es alto, lo cual influye significativamente en las preferencias y restricciones descritas.

Observamos que el destino preferido de los peatones es el Hospital. La tendencia es mayor en usuarios vulnerables. El 60% de ellos se dirige al centro de salud. Mientras que los peatones comunes muestran tendencias más diversas.

Podemos concluir que los usuarios toman la elección de sus rutas tomando en cuenta sus capacidades físicas y sus preferencias, las cuales son: realizar menor esfuerzo, menor tiempo de viaje y/o tener mayor seguridad. Además, también influyen las condiciones de su entorno, tales como tiempos del semáforo y cantidades de los mismos, seguridad al cruzar, velocidades de los vehículos, longitudes de trayectoria y obstáculos en el recorrido.

Si bien es cierto, de los 3 trayectos posibles, el puente peatonal es el más utilizado, esto no demuestra que sea la mejor solución para el tránsito de los peatones. La elección del puente se toma a causa de que las rutas alternas son más largas, tienen más obstáculos, presentan más demoras por los semáforos y presentan mayor riesgo de accidentalidad.

El 15% de los peatones que pueden cruzar imprudentemente, lo hacen. Es así que a pesar de ser un trayecto totalmente arriesgado ellos optan tomarlo debido a que la distancia es más corta y no se requiere hacer el esfuerzo de subir escaleras.

Además, existe un número pequeño de peatones que hace un cruce a nivel excesivamente extenso. Los tiempos de viaje son hasta 4 veces más largos. Esto demuestra que el puente peatonal es totalmente inaccesible para ellos, quizás por dificultades como asma, lesiones, vértigo, restricciones de movilidad entre otros.

Así también, se comprobó que el puente no cumple con los requerimientos mínimos de paso y contrapaso. Sumado a esto, se encuentra el hecho de que no presenta

rampas, haciendo imposible el acceso a personas que llevan coches de bebe, sillas de ruedas o muletas.

Entonces, demostramos que el puente no es óptimo para los usuarios. Porque sus limitaciones propician que los peatones realicen cruces arriesgados. Además, es un trayecto que demanda un gran esfuerzo que muchas veces algunos peatones no pueden realizar.

En cuanto a velocidades observamos que los peatones presentan mayores velocidades cuando cruzan de manera imprudente. Los adultos son los que muestran mayor cambio en su velocidad con respecto a otras rutas. Esto debido a que no presentan dificultades que le permitan acelerar su paso.

Las menores velocidades se registran en el tramo recto del puente. Esto debido a que las personas llegan agotadas a la parte superior o se sientan seguros de los riesgos de atropello. Además, si comparamos los cruces por debajo del puente, observamos que en las veredas las velocidades son menores. Concluimos, también, que los peatones transitan con mayor tranquilidad y seguridad.

De todos los tipos de peatones, los ancianos son los que presentan las menores velocidades. Además, como se observó en las líneas de desea, un 30% de ellos suele cruzar de manera temeraria por debajo del puente. Por lo tanto, podemos considerarlos entre los usuarios más vulnerables.

El diseño vial de la intersección es deficiente. Existen cruces de peatones que se realizan en más de un tramo y no se tienen refugios peatonales con suficientes dimensiones para proteger a los usuarios. El cruce peatonal por la avenida 28 de Julio es de gran riesgo, debido a que el cruce se realiza en 2 etapas y lo único que protege a los peatones es un sardinel de concreto de 30 centímetros. Además, las rampas peatonales no tienen los anchos y pendientes mínimas requeridas para ser accesibles para los usuarios vulnerables.

Luego de realizar los cálculos, se determinó que el tiempo debe ser mayor a 45 segundos para que el usuario de menor velocidad pueda cruzar. Además, el tiempo de verde recomendado que se calculó es 55 segundos. Por lo tanto, dicho tiempo peatonal en el cruce de la avenida Brasil no es el adecuado. Los usuarios más desfavorecidos deben realizar el cruce en 2 etapas, por lo menos.

5.2. Recomendaciones

Los puentes peatonales deben ser construidos como última solución posible para permitir la continuidad de los peatones. Estas deben ser construidas en autopistas, vías expresas y carreteras, mas no en ciudades y menos aún, si una gran parte de peatones que la utilizarán son usuarios vulnerables. Por lo tanto, el puente peatonal debe ser eliminado y debe plantearse un rediseño con consideraciones universales.

El rediseño debe priorizar a los peatones por sobre los vehículos. La infraestructura se realiza en función a las líneas de deseo y no en sentido contrario. Estas nos muestran que el destino principal es el Hospital y es preferido por la mayoría de usuarios vulnerables.

Los tiempos del semáforo deben ser mínimos y estar ajustados a la velocidad de los peatones más desfavorecidos. Por ello, se recomienda aumentar el tiempo de verde peatonal a 45 segundos, cuanto menos.

Los cruceros deben ser adecuados, visibles y deben ir de acuerdo al camino natural de los peatones. Además, los refugios deben tener las dimensiones adecuadas para poder contener a todos los usuarios que esperen el cruce en la hora más crítica.

Por otro lado, debido a la gran altitud del punto de grabación, los videos filmados no tienen la nitidez suficiente para distinguir a los peatones en mayores tipos de los que se realizaron en este estudio. Por lo tanto, se recomienda tener en cuenta estas observaciones para el análisis de este proyecto o futuros proyectos a realizarse en la zona.

De igual manera, tener en cuenta que los permisos otorgados por el Instituto de Salud para realizar las grabaciones fueron mínimos. Solo se permitieron hacer grabaciones de una hora en dos días distintos. Por lo tanto, la muestra se limita a dos horas de grabación. Es así que, se recomienda tener en consideración las limitaciones de medición en este estudio.

Además, luego de concluir el registro de la información visual, se observó que se realizaron modificaciones en la intersección. Se colocaron barreras en el Hospital (entre la pista auxiliar y la vereda del Hospital) y en el paradero frente al mismo. Esto con la finalidad de evitar que los peatones realicen un cruce imprudente y arriesgado por debajo del puente peatonal. Además, se pintó un crucero peatonal en una auxiliar de la avenida Brasil.

Por lo tanto, es necesario dejar en claro que estas modificaciones alterarán los comportamientos peatonales en la zona, sobre todo en el cruce imprudente que se realiza debajo del puente. Tener en cuenta lo explicado para análisis posteriores.



CAPÍTULO 6: BIBLIOGRAFÍA

- A pie, A. de V. (2004). Cuaderno de intervención peatonal: pequeña guía para pensar tus calles desde el punto de vista del peatón. In *Cuaderno de intervención peatonal: pequeña guía para pensar tus calles desde el punto de vista del peatón*. Madrid: A pie.
- Arias, W. (2012). Motivos del desuso de puentes peatonales en Arequipa. *Revista Cubana de Salud Pública*, 38, 84–97.
- Baltes, M., & Chu, X. (2002). Pedestrian level of service for midblock street crossings. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 125–133.
- Camerer, C., Loewenstein, G., & Prelec, D. (2005). Neuroeconomics: How neuroscience can inform economics. *Journal of Economic Literature*, 43, 9–64.
- CESVI. (2010). CESVI analiza el comportamiento de los peatones.
- Chu, X., Guttenplan, M., & Baltes, M. (2004). Why people cross where they do: the role of street environment. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 3–10.
- Conaglen, H., Parsonson, B., & Isler, R. (1998). Child pedestrians' crossing gap thresholds. *Accident Analysis & Prevention*, 30, 443–453.
- CTLC. (2008). *El Rol de los Puentes Peatonales en las Vías Urbanas de Lima y Callao*. Consejo de Transporte de Lima y Callao.
- Daamen, W., & Hoogendoorn, S. (2003). Experimental research of pedestrian walking behavior. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 20–30.
- Daff, R., Cramphorn, B., Wilson, C., & Neylan, J. (1991). Pedestrian behaviour near signalised crossings (Sydney) (Vol. 4). Presented at the Proceedings 16th ARRB conference, part.
- Das, S., Manski, C., & Manuszak, M. (2005). Walk or wait? An empirical analysis of street crossing decisions. *Journal of Applied Econometrics*, 20, 529–548.
- de Lavalette, B., Tijus, C., Poitrenaud, S., Leproux, C., Bergeron, J., & Thouez, J. (2009). Pedestrian crossing decision-making: A situational and behavioral approach. *Safety Science*, 47, 1248–1253.
- Defensoría del pueblo. (2008). El Transporte Urbano en Lima Metropolitana: Un desafío en defensa de la vida. Defensoría del Pueblo.
- Dextre, J. (2003). Facilidades para peatones.
- Dextre, J., & Avellaneda, P. (2014). Movilidad en zonas urbanas. Lima, PUCP.

- Diogenes, M., & Lindau, L. (2010). Evaluation of pedestrian safety at midblock crossings, Porto Alegre, Brazil. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 37–43.
- Echeverry, J., Mera, J., Villota, J., & Zárate, L. (2005). Actitudes y comportamientos de los peatones en los sitios de alta accidentalidad en Cali. *Colombia Med*, 36, 79–84.
- Fontaine, H., & Gourlet, Y. (1997). Fatal pedestrian accidents in France: A typological analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 29, 303–312.
- Fruin, J. (1971). *Pedestrian Planning and Design*. New York: Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners. Inc.
- Gehl, J. (2014). *Ciudades para la gente*. Ediciones Infinito. Buenos Aires.
- Guillén-Zambrano, D. (2014). Estudios del comportamiento peatonal en los cantones: Pasaje y Santa Rosa, provincia de El Oro.
- Harrell, W. (1991). Factors influencing pedestrian cautiousness in crossing streets. *The Journal of Social Psychology*, 131, 367–372.
- HCM. (2010). *Transportation Research Board of the National Academies, 2010*. Highway Capacity Manual.
- Helbing, D., & Molnar, P. (1998). Self-organization phenomena in pedestrian crowds. *arXiv Preprint Cond-mat/9806152*.
- Hidalgo-Solórzano, E., Campuzano-Rincón, J., Rodríguez-Hernández, J., Chias-Becerril, L., Reséndiz-López, H., Sánchez-Restrepo, H., ... Híjar, M. (2010). Motivos de uso y no uso de puentes peatonales en la Ciudad de México: la perspectiva de los peatones. *Salud Pública de México*, 52, 502–510.
- Holland, C., & Hill, R. (2007). The effect of age, gender and driver status on pedestrians' intentions to cross the road in risky situations. *Accident Analysis & Prevention*, 39, 224–237.
- Hoogendoorn, S., & Bovy, P. (2005). Pedestrian travel behavior modeling. *Networks and Spatial Economics*, 5, 193–216.
- Houten, R. (1988). The effects of advance stop lines and sign prompts on pedestrian safety in a crosswalk on a multilane highway. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 21, 245–251.
- IDU. (2011). *Guía Práctica de Movilidad Peatonal Urbana*. Instituto de Desarrollo Urbano.
- Jerez, S., & Torres, L. (2011). *Manual de diseño de infraestructura peatonal urbana*. Tunja: UPTC.
- Jiménez, D. (2010). *Comportamiento Peatonal*.
- Jørgensen, N. (1988). Risky behaviour at traffic signals: a traffic engineer's view. *Ergonomics*, 31, 657–661.

- Li, Y., & Fernie, G. (2010). Pedestrian behavior and safety on a two-stage crossing with a center refuge island and the effect of winter weather on pedestrian compliance rate. *Accident Analysis & Prevention*, 42, 1156–1163.
- Lipovac, K., Vujanic, M., Maric, B., & Nestic, M. (2013). The influence of a pedestrian countdown display on pedestrian behavior at signalized pedestrian crossings. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 20, 121–134.
- Lobjois, R., & Cavallo, V. (2009). The effects of aging on street-crossing behavior: from estimation to actual crossing. *Accident Analysis & Prevention*, 41, 259–267.
- LTNZ. (2006). *Pedestrian Planning and Design Guide*. Wellington: Land Transport New Zealand.
- MAPFRE. (2005). *Estudio Accidentalidad peatonal en núcleos urbanos*.
- Markowitz, F., Sciortino, S., Fleck, J., & Yee, B. (2006). Pedestrian countdown signals: experience with an extensive pilot installation. *Institute of Transportation Engineers. ITE Journal*, 76, 43.
- Martin, A. (2006). *Factors influencing pedestrian safety: a literature review*. TRL.
- Monteagudo, M. (2000). Los ancianos como grupo de riesgo en tráfico: Un estudio descriptivo sobre su comportamiento peatonal e implicaciones para la intervención en Seguridad Vial.
- Monteagudo, M., Chisvert, M., & Sanmartín, J. (2013). ¿ Son prudentes los peatones mayores? Un estudio observacional de la conducta al cruzar la calle/Are older pedestrians cautious? An observational study of street-crossing behaviour. *Securitas Vialis*, 2013, Vol. 15, P. 120-149.
- Moore, R. (1953). Pedestrian choice and judgment. *OR*, 4, 3–10.
- Moyano-Díaz, E., Jucksch Torquato, R., & Bianchi, A. (2014). Aportaciones a las ciencias de la salud: El comportamiento peatonal arriesgado de chilenos y brasileros. *Terapia Psicológica*, 32, 227–234.
- Moyano-Díaz, E. (1997). Teoría del Comportamiento Planificado e intención de infringir normas de tránsito en peatones. *Estudios de Psicología*, 2, 335–348.
- Moyano-Díaz, E. (1999). *Psicología Social y seguridad de tránsito*. Universidad de Santiago.
- Moyano-Díaz, E. (2002). Theory of planned behavior and pedestrians' intentions to violate traffic regulations. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 5, 169–175.
- MTC. (2000). *manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras*. Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.
- Mutto, M., Kobusingye, O., & Lett, R. (2002). The effect of an overpass on pedestrian injuries on a major highway in Kampala–Uganda. *African Health Sciences*, 2(3), 89–93.
- NACTO. (2014). *Urban Street Design Guide*. Island Press.

- ONCE, & COAM. (2011). *Accesibilidad universal y diseño para todos: arquitectura y urbanismo*. Fundación ONCE & Fundación Arquitectura COAM.
- Oxley, J., Fildes, B., Ihsen, E., Charlton, J., & Day, R. (1997). Differences in traffic judgements between young and old adult pedestrians. *Accident Analysis & Prevention*, *29*, 839–847.
- Oxley, J., Ihsen, E., Fildes, B., Charlton, J., & Day, R. (2005). Crossing roads safely: an experimental study of age differences in gap selection by pedestrians. *Accident Analysis & Prevention*, *37*, 962–971.
- Prieto, J. (1984). El papel del psicólogo en la seguridad vial. *Papeles Del Psicólogo*. Madrid.
- RACC, F. (2004). *Criterios de movilidad en zonas urbanas*. Barcelona: Autor.
- Rafaely, V., Meyer, J., Zilberman-Sandler, I., & Viener, S. (2006). Perception of traffic risks for older and younger adults. *Accident Analysis & Prevention*, *38*, 1231–1236.
- Rajalin, S., & Summala, H. (1997). What surviving drivers learn from a fatal road accident. *Accident Analysis & Prevention*, *29*, 277–283.
- Reason, J., Manstead, A., Stradling, S., Baxter, J., & Campbell, K. (1990). Errors and violations on the roads: a real distinction? *Ergonomics*, *33*, 1315–1332.
- Reyes Ortiz, C., Espitia, V., Vélez, L., & Espinoza, R. (2014). Lesiones fatales ocasionadas por vehículo motor a personas mayores de 60 años en Cali, 1993-1997. Retrieved from <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/6956>
- RNE. (2009). Norma A.120 Accesibilidad para personas con discapacidad y de las personas adultas mayores. *Ministerio de Vivienda, Construcción Y Saneamiento*.
- Rodríguez-Hernández, J., & Campuzano-Rincón, J. (2010). Medidas de prevención primaria para controlar lesiones y muertes en peatones y fomentar la seguridad vial. *Revista de Salud Pública*, *12*(3), 497–509.
- Romero, R. (2010). The regulation of pedestrian traffic lights in Spain: Do older people have enough time to cross the road? *Revista Espanola de Geriatria Y Gerontologia*, *45*, 199–202.
- Rosenbloom, T. (2009). Crossing at a red light: Behaviour of individuals and groups. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, *12*, 389–394.
- Sayed, T., Brown, G., & Navin, F. (1994). Simulation of traffic conflicts at unsignalized intersections with TSC-Sim. *Accident Analysis & Prevention*, *26*, 593–607.
- Schmidt, S., & Färber, B. (2009). Pedestrians at the kerb—Recognising the action intentions of humans. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, *12*, 300–310.
- Schoon, J. (2010). *Pedestrian Facilities: Engineering and Geometric Design*. Thomas Telford.

- Schwebel, D., Stavrinou, D., & Kongable, E. (2009). Attentional control, high intensity pleasure, and risky pedestrian behavior in college students. *Accident Analysis & Prevention, 41*, 658–661.
- Seneviratne, P., & Morrall, J. (1985). Analysis of factors affecting the choice of route of pedestrians. *Transportation Planning and Technology, 10*, 147–159.
- Siegler, R., & Richards, D. (1979). Development of time, speed, and distance concepts. *Developmental Psychology, 15*, 288.
- Simpson, G., Johnston, L., & Richardson, M. (2003). An investigation of road crossing in a virtual environment. *Accident Analysis & Prevention, 35*, 787–796.
- Sisiopiku, V., & Akin, D. (2003). Pedestrian behaviors at and perceptions towards various pedestrian facilities: an examination based on observation and survey data. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 6*, 249–274.
- Strawderman, L., Lee, H., & Usher, J. (2010). Utilization of behavioral studies in developing the intermodal simulator for the analysis of pedestrian traffic (ISAPT). *Transportation Planning and Technology, 33*, 281–295.
- Sun, J., Liu, G., Li, K., & Yang, Y. (2010). Survival analysis on pedestrians maximum waiting time.
- Tiwari, G., Bangdiwala, S., Saraswat, A., & Gaurav, S. (2007). Survival analysis: Pedestrian risk exposure at signalized intersections. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 10*, 77–89.
- Tom, A., & Granié, M. (2011). Gender differences in pedestrian rule compliance and visual search at signalized and unsignalized crossroads. *Accident Analysis & Prevention, 43*, 1794–1801.
- Tonucci, F. (1996). *La ciudad de los niños*. Grao.
- Torquato, R. (2011). Percepção de risco e comportamento de pedestres.
- Torquato, R., & Bianchi, A. (2010). Comportamiento de risco do pedestre ao atravessar a rua: um estudo com universitarios. *Transporte: Teoria E Aplicação, 2*, 19–41.
- Troutbeck, R., & Kako, S. (1999). Limited priority merge at unsignalized intersections. *Transportation Research Part A: Policy and Practice, 33*, 291–304.
- Trujillo, R. (2015). Comportamiento de cruce peatonal: un estudio observacional en la ciudad de Ushuaia.
- Tyler, N. (2002). *Accessibility and the bus system: from concepts to practice*. Thomas Telford.
- VAOT. (2002). Pedestrian and Bicycle Facility Planning and Design Manual. Vermont Agency of Transportation.
- Yagil, D. (2000). Beliefs, motives and situational factors related to pedestrians' self-reported behavior at signal-controlled crossings. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 3*, 1–13.

Zhuang, X., & Wu, C. (2011). Pedestrians' crossing behaviors and safety at unmarked roadway in China. *Accident Analysis & Prevention*, 43, 1927–1936.

