

Aplicación de accesibilidad universal como propuesta para reducir el flujo peatonal en un bypass para usuarios que realizan transbordos

Universal accessibility application as a proposal to reduce pedestrian flow in a bypass for users making transfers

Guillermo Sanchez, Bachiller¹, Lesly Cabello, Bachiller¹, Fernando Castro, D. Sc.¹

¹Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú,
U20151b539@upc.edu.pe, U201517097@upc.edu.pe, PCCIFCAS@upc.edu.pe

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.542>
ISBN: 978-958-52071-8-9 ISSN: 2414-6390

Aplicación de accesibilidad universal como propuesta para reducir el flujo peatonal en un bypass para usuarios que realizan transbordos

Universal accessibility application as a proposal to reduce pedestrian flow in a bypass for users making transfers

Guillermo Sanchez, Bachiller¹, Lesly Cabello, Bachiller¹, Fernando Castro, D. Sc.¹

¹Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú,
U20151b539@upc.edu.pe, U201517097@upc.edu.pe, PCCIFCAS@upc.edu.pe

Resumen—Según investigaciones anteriores aplicadas en países como Inglaterra, Alemania y México, la falta de accesibilidad para los usuarios que transitan por infraestructuras peatonales es un problema recurrente ya que los bienes, productos y / o servicios, en muchos casos, se diseñan sin pensar en las dificultades, discapacidades o características que pueda tener el usuario. Con esto, se busca realizar una propuesta donde el objetivo sea priorizar la movilidad del usuario, brindando una mayor calidad de servicio, siendo los espacios urbanos más cómodos y seguros. Para lograrlo, se identificaron las principales deficiencias en las diferentes áreas dentro de la infraestructura peatonal junto con una encuesta del nivel de satisfacción hacia los usuarios. Luego, con la información de las áreas deficientes, se procede a hacer uso del software SketchUp, donde se modela el escenario actual y así observar los cambios que se requieren proponer para lograr este objetivo. Luego, se aplicarán principios de accesibilidad universal como la reubicación del mobiliario urbano y el uso de los espacios con el fin de beneficiar y facilitar el recorrido de todos los usuarios. Finalmente, con la toma de datos del conteo peatonal y el cálculo de las nuevas áreas para la movilidad de los peatones, se logró encontrar el espacio y el flujo peatonal de la propuesta, lo que muestra un gran beneficio para los usuarios que transitan por la infraestructura peatonal.

Palabras claves—Accesibilidad universal, espacio peatonal, flujo peatonal, mobiliario urbano, modelación urbanística.

Abstract— According to past research applied in countries such as England, Germany and Mexico, the lack of accessibility for users who pass through pedestrian infrastructures is a recurring problem since goods, products and / or services, in many cases, are designed without thinking about the difficulties, disabilities or characteristics that the user may have. With this, it seeks to make a proposal where the objective is to prioritize the mobility of the user, providing a higher quality of service, being the urban spaces more comfortable and safe. To achieve this, the main deficiencies in the different areas within the pedestrian infrastructure were identified together with a survey of the level of satisfaction towards users. Then, with the information on the deficient areas, we proceed to make use of the SketchUp software, where the current scenario is modeled and thus observe the changes that are required to be proposed to achieve this objective. Then, universal accessibility principles will be applied such as relocation of urban furniture and use of spaces in order to benefit and facilitate the journey of all users. Finally, with the data collection of the pedestrian count and

the calculation of the new areas for the mobility of pedestrians, it was possible to find the pedestrian space and pedestrian flow of the proposal, which shows a great benefit for the users who pass through the pedestrian infrastructure [1].

Keywords— universal accessibility, pedestrian space, pedestrian flow, urban furniture, urban modeling.

I. INTRODUCCIÓN

Según estudios a futuro, para el 2050 proyecta que la población humana asciende a un alrededor de 6 mil millones de habitantes, siendo las personas con discapacidad representadas en un 15% como parte de esta cifra. Sin embargo, actualmente se evidencia la poca accesibilidad a la mayoría de las infraestructuras urbanas, ya que su diseño sigue siendo en base a un único perfil de peatón reflejado en la siguiente terminología. El término “peatón” al pasar de los años, solo se ha visto relacionado, en cuanto a significado y diseño, a una persona que puede caminar libremente sin dificultad y sin obstáculos que restrinjan su caminata. Dicho enfoque es una visión limitante que distorsiona la realidad, ya que no considera variables como la velocidad al caminar, la capacidad de atención y reacción, la maniobrabilidad, la capacidad de orientación, las capacidades cognitivas, entre otros.

Pero, observamos casos como en ciudades europeas como Londres, se fueron adecuando los diseños de los espacios urbanos a las distintas necesidades que actualmente presenta un usuario como las personas en silla de ruedas, las personas con bultos, madres con hijos o coches de bebés, entre otros. Por lo tanto, una definición más acorde a la realidad actual para peatón sería la siguiente: el peatón es un individuo que circula por la vía pública a pie, que empuja cualquier vehículo ya sean a motor o aquellos que se desplazan en una silla de ruedas. [2]

Ahondando más en cifras, en América Latina y el Caribe, se estima que unos 66 millones de personas viven con al menos una discapacidad. Aunque se haya firmado entre todos los países de la región un convenio de derechos para las personas con discapacidad, con el objetivo de garantizar que

se den intervenciones en los distintos espacios urbanos para brindar mayor accesibilidad y seguridad a los usuarios. [3]

Al igual que otros países de Latinoamérica, en el Perú todavía no se ha concientizado sobre un diseño inclusivo y pocas son las instituciones que se enfocan en diseñar con los parámetros de accesibilidad para todos en los distintos espacios e infraestructuras urbanas. Lo cual se refleja en las estadísticas que se han ido obteniendo mediante entidades que tienen dicho enfoque dentro de su plan de trabajo, entre ellos se destaca a Lima Cómo Vamos. Ellos al buscar la opinión de los usuarios, obtuvieron que el 41,6% de los encuestados encontraban deficientes las veredas y espacios peatonales; así también, que el 49,8% expresó su malestar con el estado de los entornos urbanos referido a su mantenimiento y limpieza. Adicionalmente, la mala ubicación y diseño de paraderos, el mal dimensionamiento de veredas y la falta de mobiliario urbano, incrementan los problemas de movilidad y accesibilidad de los peatones en los entornos urbanos de Lima. Además, la accesibilidad a la infraestructura es uno de los puntos importantes entre los requerimientos que los usuarios desean, en conjunto con un punto de intercambio modal y habilitación de viajes [4].

De acuerdo con los datos anteriores mostrados y las cifras elevadas que se presentan, se denota la presencia de un problema, el cual afecta en mayor medida a los usuarios de los servicios públicos relacionados al transporte, siendo todas aquellas personas que transitan por las calles y vías de la ciudad que requieren trasladarse de un punto a otro por distintos motivos ya sea educación, salud, entretenimiento, entre otros [5].

Por lo tanto, el problema definido en el cual se basará la presente investigación será el estado de los distintos espacios urbanos junto con el mobiliario urbano con el que se cuenta actualmente, siendo la zona de estudio una infraestructura peatonal dentro de un bypass en el centro de la ciudad de Lima. De esta manera, buscar alternativas de reubicación de los distintos elementos urbanos encontrados, la implementación de otros elementos que se consideren necesarios; además, aprovechar los espacios que se encuentren libres, sin algún uso, pero que al adaptarse puedan brindar una mayor área de interacción y tránsito para los usuarios.

Según lo revisado en bibliografías relacionadas a la problemática presentada, se obtuvo lo siguiente:

En el entorno urbano existen distintos factores y características los cuales sirven para analizar el nivel de servicio que se brinda a los usuarios. Uno de ellos que se considera importante son las condiciones físicas que abordan la integridad estructural y la calidad funcional que pueda ofrecer [6]. Debido a que se encuentran problemas de movilidad urbana, proponen el método CPEM. El cual es útil para evaluar la calidad peatonal en un espacio geográfico específico, consistiendo en la toma de decisiones de los usuarios según la relación que tenga con el entorno urbano y las condiciones que motiven o no a su desplazamiento por dicho lugar. Además, de basarse en cuatro factores:

accesibilidad, seguridad, comodidad y atracción del entorno urbano [7].

Del mismo modo, cabe mencionar a la arquitectura que se encuentran presente en los espacios urbanos. De acuerdo con ello, también la arquitectura del entorno se da a partir de la vivencia que tenga el usuario con su entorno y que el usuario es el actor principal en el cual se deba estar enfocado para realizar cualquier proyecto de diseño urbano [8]. Asimismo, estos espacios puedan ser adaptados para los distintos tipos de usuarios sin necesidad de hacer cambios específicos o muy especializados, sino que permita la practicidad y funcionalidad para una mayor accesibilidad peatonal [9].

Luego de esta introducción (primera parte), el artículo contará con la siguiente estructura de acuerdo con los cinco bloques siguientes. La segunda parte, explica el procedimiento adoptado para el análisis de la situación actual de la infraestructura peatonal con la toma de datos y su proceso. La tercera parte, consiste en la caracterización de la infraestructura peatonal haciendo uso del software SketchUp Pro sobre el escenario actual y el escenario a proponer. En la cuarta parte se aplicará los principios de accesibilidad universal en el modelo propuesto. Por último, en la quinta parte se realizará la comparación del espacio peatonal de la situación actual y de los obtenidos en la propuesta, además de un presupuesto estimado para implementación de este proyecto. Exponiendo después las principales conclusiones y recomendaciones.

II. PROCEDIMIENTO

Primero se realiza el estudio de campo para encontrar en la zona de estudio las principales fuentes de insatisfacción y deficiencias de la estructura y entorno urbano. Como segundo paso se realiza el conteo peatonal donde se halla la máxima demanda peatonal horaria (HMDP). Luego, se realiza el reacondicionado de mobiliario y la habilitación de espacios urbanos, priorizando al usuario para que pueda transitar sin obstáculos por los caminos de la zona de estudio. Finalmente, se aplica el nivel de servicio de la zona de estudio sin mejoras para luego comparar con el nivel de servicio siendo aplicada la propuesta con cambio de mobiliario y brindando mayores espacios públicos para los peatones.

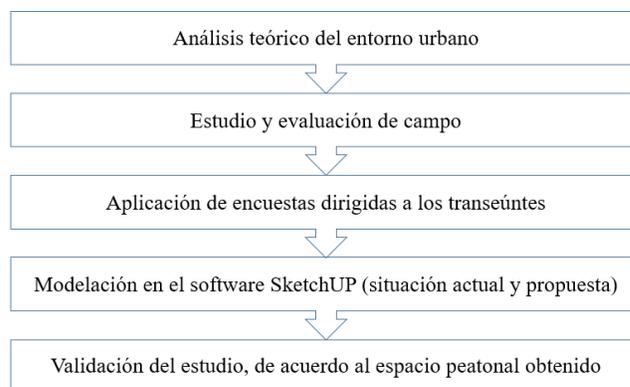


Fig. 1 Procedimiento de investigación

A. Herramientas

- SketchUp

Programa de modelación en 3D que se utiliza en el campo de la ingeniería y arquitectura donde permite conceptualizar edificios, entornos urbanos, automóviles, entre otras infraestructuras. Este software brinda un detalle alto en el modelado y es de fácil manejo por lo que atrae mucho la atención de los usuarios.

- Guías de diseño de entornos urbanos

En esta sección se usaron las guías de diseño de infraestructura peatonal como la “Guía práctica de la movilidad peatonal” de Bogotá, “Discapacidad y accesibilidad” de Perú y “Guía de diseño de infraestructura peatonal” de Colombia, las cuales brindan parámetros mínimos de diseño para aceras, rampas, pasos peatonales, barandas, escaleras, iluminación, etc. Además, tienen capítulos específicos para parámetros de diseños inclusivos como dimensiones óptimas para la movilidad y acceso de personas en sillas de ruedas o señaléticas que ayuden a la orientación de personas ciegas.

- Highway Capacity Manual 2010

Guía estadounidense que brinda herramientas de validación como la aplicación del nivel de servicio la cual depende de los parámetros de espacio y flujo peatonal.

B. Metodología

Se comienza realizando un estudio de campo en el bypass ubicado en la Panamericana Sur a la altura de av. Primavera, con el fin de identificar los principales factores que no brindan una movilidad adecuada a los peatones al transitar por todo el espacio urbano. Para ello se muestra las siguientes imágenes que revelan el estado de la zona de estudio.

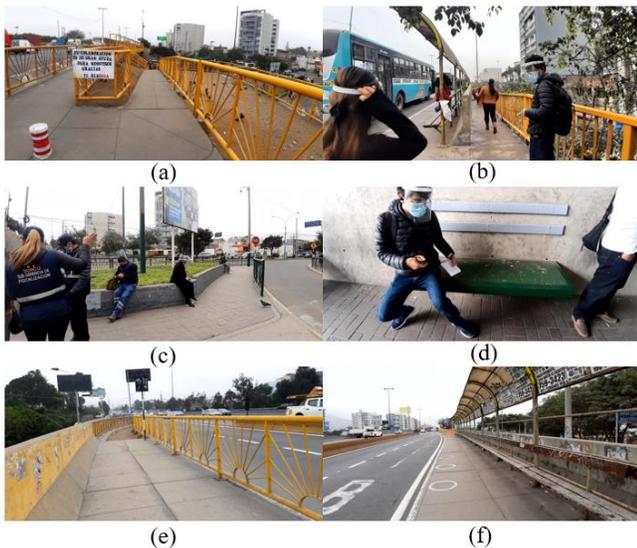


Fig. 1. (a) Zona aledaña al paradero sur obstaculizada y con espacios inaccesibles. (b) Dimensión de una rampa de acceso. (c) Zona de espera en el paradero este con mobiliario inadecuado. (d) Bancas de espera sin cumplir requerimientos mínimos. (e) Espacios sin utilizar (f) Estado actual de un paradero.

Con las imágenes anteriores se refleja la situación en lo que respecta a la deficiente distribución y aprovechamiento de espacios durante el recorrido por la zona de estudio. Además, de una mala ubicación de mobiliario y mal dimensionamiento de rampas y zonas de acceso. En las figuras (a) y (e) se observa que son espacios dentro de la infraestructura peatonal que no tiene función alguna debido a las rejas que limitan su ingreso y no llevan al peatón hacia ningún destino, obstaculizando el objetivo del peatón el cuál es llegar a su destino. En la figura (b) observamos que la dimensión de la rampa de acceso desde el paradero hacia la zona inferior cuenta con un metro de ancho, que según las distintas guías revisadas esa medida es apta solo para una persona con movilidad no restringida, lo que demuestra que dicho acceso no sería como para un usuario con discapacidad o movilidad restringida. Por otro lado, en la figura (c) destaca un área verde el cual es utilizado por los peatones como zona de espera y en la hora pico de tránsito peatonal, dificultando la visualización y acceso. Mientras tanto, en la figura (d) las bancas de espera se encuentran en pésimas condiciones e incluso sus dimensiones no corresponden a las mínimas necesarias para brindar confortabilidad al usuario. Por último, en la figura (f) se muestra las cabinas de paraderos en malas condiciones.

Junto con el estudio en campo, para contar con una información como parámetro sobre las personas que transitan por la zona y tener un mayor conocimiento de cuánto es su magnitud, se realizó un conteo peatonal, obteniendo el VHMD (volumen horario de máxima demanda) y la hora pico donde se halla el mayor flujo peatonal.

TABLA I
CONTEO PEATONAL EN LA ZONA DE ESTUDIO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA MÁXIMA DEMANDA PEATONAL

| Formato de conteo peatonal en hora punta | Lugar de estudio: Bypass de la Panamericana Sur con la av. Primavera | | | | |
|--|--|-----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| | Fecha: 18/08/2020 | | | | |
| | Peatones por hora norte | Peatones por hora sur | Peatones por hora este | Peatones por hora oeste | Número total por hora en el bypass |
| 6:00-7:00 am | 570 | 533 | 289 | 329 | 1721 |
| 7:00-8:00 am | 578 | 535 | 324 | 350 | 1787 |
| 8:00-9:00 am | 483 | 498 | 289 | 281 | 1551 |
| 9:00 - 10:00 am | 547 | 501 | 258 | 266 | 1572 |

Obteniendo como resultado del conteo peatonal es que para la hora pico, identificada desde las 7:00 hasta las 8:00 de la mañana, se halla una muestra de un total de 1787 personas que transitan por el bypass siendo considerado como valor de la máxima demanda peatonal, revelando que la zona de estudio es un escenario crítico.

III. CARACTERIZACIÓN

Para el siguiente paso, se procede a realizar la caracterización tridimensional de la infraestructura con la ayuda del software SketchUp, donde primero se modeló como base la situación actual y a partir de dicho modelo base se procede a aplicar la reubicación y adición de mobiliario considerado necesario en zonas estratégicas para no obstaculizar la movilidad del peatón, cambiar los mobiliarios que se encontraban en mal estado y utilizar las zonas que no tenían función alguna en beneficio de los usuarios.

Se muestra a continuación el escenario propuesto:



Fig. 3. Remodelación del espacio alrededor del paradero sur

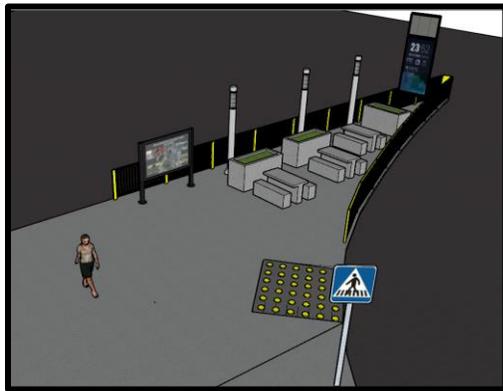


Fig. 2. Habilitación de espacios en la zona del paradero este

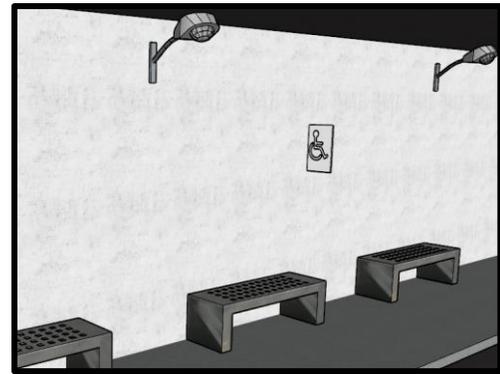


Fig. 3. Cambio de mobiliario y señalización en las zonas de espera



Fig. 6. Cambio de mobiliario y señalización en los paraderos

De las imágenes mostradas anteriormente, se detalla lo siguiente:

- En la fig. 3 se aprecia el retiro de las rejas que impedía el paso hacia espacios que podrían ser aprovechados como zonas de esparcimiento y recreación para todos los usuarios, contando con bancas, un letrero de indicación al usuario sobre los recorridos disponibles dentro la infraestructura peatonal, buscando la reducción del flujo peatonal.
- En la fig. 4 de igual manera que en el anterior se realizó un cambio del área verde que era utilizado como zona de espera, retirándolo y siendo reemplazado por bancas de menor dimensión y mayor funcionalidad para el peatón, además de colocar distintos ornamentos verdes para mejorar el aspecto del lugar.
- En la fig. 5, se cambió las bancas colocadas actualmente por unas que, si cumplen con lo requerido, además de establecerlas con un espaciado que permita a la persona en silla de ruedas ubicarse allí y maniobrar sin alguna dificultad.
- En la fig. 6 se modificó el mobiliario de paradero por uno que cuente con espacio accesible para la persona en silla de ruedas o personas que se trasladen con coches de bebés, bultos, entre otros y no incomode el transitar de los demás usuarios. Además, de implementar señalización peatonal necesaria para todos los usuarios.

Debido a las modificaciones realizadas se obtuvo un aumento en las áreas peatonales como un beneficio

consecuente a una mejor funcionalidad de la infraestructura. De acuerdo con ello, se obtiene los siguientes resultados mostrados en la siguiente tabla:

TABLA II
CONTRASTE ENTRE LAS ÁREAS DEL ESCENARIO ACTUAL Y PROPUESTO ESTABLECIDOS POR ZONAS DE LOS PARADEROS

| | Actual Área (m ²) | Propuesto Área (m ²) | Aumento porcentual por área |
|------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| Zona Sur | 395.12 | 548.05 | 39% |
| Zona Norte | 270.39 | 469.76 | 74% |
| Zona Este | 764.20 | 893.06 | 17% |
| Zona Oeste | 272.75 | 373.93 | 37% |
| Total | 1702.46 | 2284.80 | 34% |

IV. APLICACIÓN

Es considerado el valor de 1787, a motivo de que es la cantidad que representa la mayor demanda peatonal en la hora pico evaluada.

$$n = \frac{z^2 \times (p - p^2)}{e^2} \div \left(1 + \left(\frac{z^2 \times (p - p^2)}{e^2 \times N} \right) \right) \quad (1)$$

Aplicando (1) para el cálculo de tamaño de muestra y teniendo en cuenta los siguientes valores como un margen de error del 5% y un nivel de confianza del 95%, se tuvo como resultado un valor representativo de 347 encuestas que se realizarán a los usuarios. Sin embargo, se optó por realizar 365 encuestas, siendo el modelo a aplicar una encuesta revelada.

Del total de los 365 encuestados, se obtuvieron los siguientes resultados: el 80% no considera inclusiva la infraestructura peatonal. Además, el 85.2% menciona que los mobiliarios se encuentran en malas condiciones y son más un impedimento que un apoyo para los usuarios. También, el 82% de encuestados considera que las zonas del bypass no se encuentran bien utilizadas para el beneficio del peatón. Por último, el 90% de los usuarios considera que la infraestructura es inaccesible para personas con discapacidad o movilidad reducida, por lo que se concluye que la infraestructura es inaccesible y no satisface las necesidades de todos los usuarios.

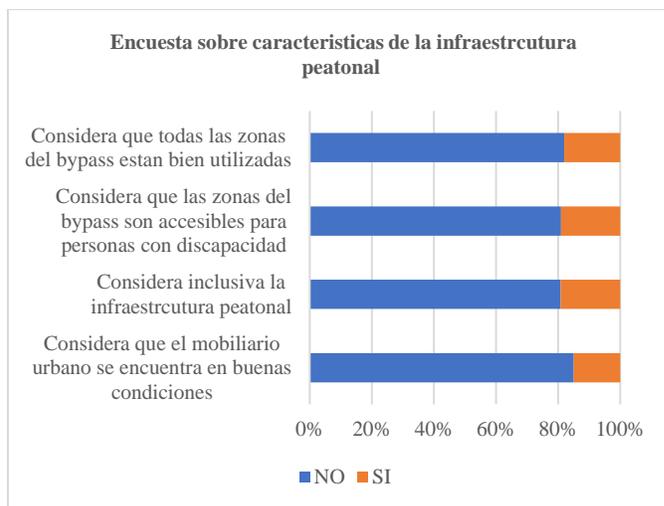


Fig. 7. Resultados de encuesta revelada aplicada a los usuarios

Se aplicó una encuesta para saber el nivel de accesibilidad con el que cuenta la infraestructura peatonal y cuáles son los principales problemas que tiene para poder así ver soluciones y lograr mejorar el tránsito por la zona para todo tipo de usuario.

Con los pasos anteriores, ya teniendo los datos del número de peatones y con la ayuda del software sketchup en la modelación se pudo hallar las áreas de los principales caminos peatonales.

Luego se aplicó el nivel de servicio del HCM 2010, para con ello poder validar la propuesta, presentando un aumento en el nivel de servicio el cual es representado por dos variables las cuales abarcan el espacio y el flujo peatonal, presentados en la tabla 3, los cuales se comparan con la tabla que brinda el HCM 2010 donde nos da un rango para poder clasificar nuestro valor hallado con la propuesta de investigación y ver si hay mejora o no.

TABLA III
ESPACIO Y FLUJO PEATONAL POR ZONA EN UN ESCENARIO ACTUAL

| Situación actual en hora pico | Áreas peatonales del bypass de estudio | | | |
|-------------------------------|--|------------------------|---|-------------------------------|
| | Demanda peatonal (peatón) | Área (m ²) | Espacio peatonal (m ² /peatón) | Flujo peatonal (peatón/min/m) |
| Zona sur | 535 | 395.12 | 0.74 | 80 |
| Zona norte | 578 | 270.39 | 0.47 | 83 |
| Zona este | 324 | 764.20 | 2.36 | 24 |
| Zona oeste | 350 | 272.75 | 0.78 | 50 |
| Total | 1787 peatones | | | |

TABLE IV
ESPACIO Y FLUJO PEATONAL POR ZONA EN UN ESCENARIO PROPUESTO

| | Áreas peatonales del bypass de estudio | | | | |
|------------|--|--------------------------------|------------------------|---|--------------------------------|
| | Demanda peatonal (peatón) | Demanda peatonal real (peatón) | Área (m ²) | Espacio peatonal (m ² /peatón) | Flujo peatonal (peatón/min /m) |
| Zona sur | 535 | 455 | 461.09 | 1.01 | 68.00 |
| Zona norte | 578 | 520 | 331.45 | 0.64 | 70.55 |
| Zona este | 324 | 382 | 898.90 | 2.35 | 20.40 |
| Zona oeste | 350 | 430 | 372.10 | 0.86 | 42.50 |
| Total | 1787 | personas | | | |

Teniendo en cuenta los datos de wayfinding que es uno de los principios de la metodología accesibilidad universal, lo cual indica que se puede redistribuir a los peatones y así disminuir los flujos peatonales y aumentar espacios peatonales, se tiene en cuenta que con la propuesta el 15% de los usuarios de las zonas norte y sur, las cuales son las de mayor demanda peatonal, se redistribuirán a las zonas este y oeste para así poder obtener un mejor flujo peatonal en todas las zonas del bypass sin afectar su recorrido y que puedan llegar a su mismo destino.

V. VALIDACIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos gracias al desplazamiento de obstáculos en la trayectoria del peatón, señalización para mostrarles rutas alternas que no influirán en su tiempo de llegada y al aprovechamiento de espacios sin utilizar se pudo mejorar el espacio peatonal general de las cuatro zonas del bypass en un 21.07% lo cual se mide en metros cuadrados por peatón.

TABLE V
VALORES DE MEJORA CON RESPECTO AL ESPACIO PEATONAL

| Espacio Peatonal real (m ² /peatón) | Espacio Peatonal propuesta (m ² /peatón) | % de mejora | Porcentaje Promedio |
|--|---|-------------|---------------------|
| 0.74 | 1.01 | 37.29% | 21.07% |
| 0.47 | 0.64 | 36.20% | |
| 2.36 | 2.35 | 0% | |
| 0.78 | 0.86 | 11% | |

En las zona norte y sur del bypass las cuales abarcan rutas muy transitadas y con paradero de buses llenos cada día se vio una mejora del espacio peatonal (m²/peatón) en 37.29% y 36.20% respectivamente.

De igual forma, el flujo peatonal se redujo en un 15% a lo largo de las distintas zonas del bypass gracias a la inclusión del sistema de accesibilidad universal.

Además, el costo-beneficio del presente proyecto de investigación es realizado a partir de un presupuesto a mano alzada con datos obtenidos del Ministerio del Ambiente que presenta una guía de costos.

TABLE VI
VALORES DE COSTO DE MANTENIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

| | Zona de estudio actual | Propuesta de investigación |
|--|------------------------|----------------------------|
| Mantenimiento de zonas urbanas en la zona de estudio por año | USD 1,800,000.00 | USD 1,400,000.00 |
| Costos de implementación | - | USD 600,000.00 |
| TOTAL | USD 1,800,000.00 | USD 2,000,000.00 |

Como se puede observar en la tabla anterior, el mantenimiento anual de la zona de estudio actualmente es de alrededor de USD 1.8 millones correspondiente a zonas urbanas e industriales y con la propuesta se reduciría a aproximadamente 1.4 millones sin olvidar que la implementación de la propuesta costaría alrededor de 0.6 millones la cual es un pago único.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos en el análisis del problema, la propuesta de tesis y validación de esta se concluyó que:

La utilización de espacios que no tenían función alguna, afectó en el aumento del área peatonal existente a cada una de las cuatro zonas de la infraestructura peatonal en un 21%, lo que se vería reflejado en el aumento de la movilidad de las personas por los caminos peatonales.

La redistribución en zonas estratégicas y cambio de mobiliario, le brinda mayor satisfacción a los usuarios peatones que transitan por la zona del bypass, sin mencionar la comodidad, aumento de la seguridad por añadir luminarias y la no obstrucción de su movilidad.

En lo que respecta a costo beneficio en mantenimiento, el costo del mantenimiento anual se vería reducido en 23% aplicada la propuesta de investigación.

Se recomienda que la propuesta sea complementada con sistemas de orientación que ayuden al peatón a escoger las mejores rutas y así también se podría redistribuir el flujo peatonal de zonas muy congestionadas a zonas menos transitadas, lo cual aumentaría la movilidad peatonal y reduciría el flujo peatonal en las zonas con mayor demanda. Así también, se podría hacer uso de distintos equipos que se implementen a la infraestructura ya construida como ascensores o plataformas salva escaleras para las personas con silla de ruedas como una medida alterna para no incurrir en gastos extraordinarios como el que involucraría una reconstrucción.

REFERENCIAS

- [1] Fendley, T. (2009). Making sense of the city A collection of design principles for urban wayfinding. *Information Desing Journal*, 17(2), 91-97. Recuperado de <https://doi.org/10.1075/idi.17.7.03fen> [Consulta: 26 de febrero del 2021].
- [2] Jiménez, D., De la Fuente, Y. Hernández, J. (2018). Diversity of "Pedestrians on Wheels", new Challenges for Cities in 21st Century. *Studies in Health Technology and Informatics*, 256, 2-3. Recuperado de <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-923-2-357> [Consulta: 26 de febrero 2021]
- [3] Orellana, D. Bustos, M. Palacios, M. Cabrera, N. Hermida, M. (2020). Walk'n'roll: Mapping street-level accessibility for different mobility conditions in Cuenca, Ecuador. *Journal of Transport and Health*, 16, 3-4. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jth.2020.100821> [Consulta: 26 de febrero 2021]
- [4] Tsami, M., Adamos, G., Nathanail, E., Budilovich, E., Yatskiv, I., Magginas, V. (2018). A decision tree approach for achieving high customer satisfaction urban interchanges. *Transport and telecommunication*, 19(3), 194-197. Recuperado de <https://doi.org/10.2478/tjt-2018-0016> [Consulta: 28 de febrero del 2021]
- [5] Talavera, R. Soria, J. Valenzuela, L. (2014). Pedestrian quality as a method to evaluate urban mobility environments [La calidad peatonal como método para evaluar entornos de movilidad urbana]. *Documents d'Analisi Geografica*, 60 (1),162-165. Recuperado de <https://doi.org/10.5565/rev/dag.55> [Consulta: 26 de febrero 2021].
- [6] Kockelman, K. Heard, L. Kweon, Y. Rioux, T. (2002). Sidewalk cross-slope design: Analysis of accessibility for persons with disabilities. *Transportation Research Record*, 1818, 109-110. Recuperado de <https://doi.org/10.3141/1818-17> [Consulta: 26 de febrero 2021].
- [7] Talavera, R. Soria, J. Valenzuela, L. (2014). Pedestrian quality as a method to evaluate urban mobility environments [La calidad peatonal como método para evaluar entornos de movilidad urbana]. *Documents d'Analisi Geografica*, 60 (1),162-165. Recuperado de <https://doi.org/10.5565/rev/dag.55> [Consulta: 26 de febrero 2021].
- [8] Choi, I.-K. (2015). Designing a multi-input modality architecture for universal accessibility. *MobileHCI 2015 - Proceedings of the 17th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services Adjunct*, 24, 890-891. Recuperado de <https://doi.org/10.1145/2786567.2786932> [Consulta: 2 de Enero 2021].
- [9] Schmitt, L. Delbosc, A., Currie, G. (2019). Learning to use transit services: adapting to unfamiliar transit travel. *Transportation*, 46 (3), 1033-1035. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s11116-018-9880-9> [Consulta: 10 de Enero 2021].