

Universidad de Costa Rica

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil

**Evaluación de las condiciones de infraestructura para el desarrollo de
movilidad activa en los alrededores del Nodo Corredor de Alta Integración
ubicado en el Parque Kennedy, San Pedro de Montes de Oca**

Trabajo de Graduación

Que para obtener el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil

Presenta:

Jesús E. Pacheco Moraga

Directora de Proyecto de Graduación:

Ing. Diana Jiménez Romero, MSc, MBA

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

Este Trabajo Final de Graduación fue aceptado por el Comité Asesor como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería Civil.



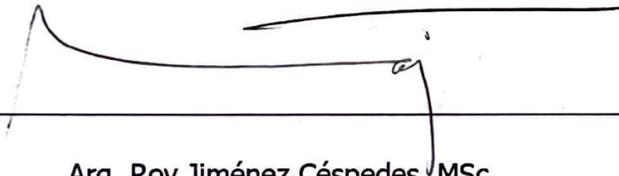
Ing. Diana Jiménez Romero, Msc, MBA.

Directora del Comité Asesor



Ing. Jonathan Agüero Valverde, Ph.D.

Asesor



Arq. Roy Jiménez Céspedes, MSc.

Asesor



Jesús E. Pacheco Moraga

Sustentante

Derechos de propiedad intelectual

Fecha: 05 de julio de 2023

El suscrito, Jesús E. Pacheco Moraga, cédula 7-0261-0191, estudiante de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, con número de carné B55261, manifiesta que es autor del Proyecto Final de Graduación Evaluación de las condiciones de infraestructura para el desarrollo de movilidad activa en los alrededores del Nodo Corredor de Alta Integración ubicado en el Parque Kennedy, San Pedro de Montes de Oca, bajo la dirección de la Ing. Diana Jiménez Romero, MSc, MBA, quién en consecuencia tiene derechos compartidos sobre los resultados de esta investigación.

Asimismo, hago traspaso de los derechos de utilización del presente trabajo a la Universidad de Costa Rica, para fines académicos, docencia, investigación, acción social y divulgación.

Nota: De acuerdo con la Ley de Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, artículo 7 (versión actualizada el 02 de julio de 2001), “no podrá suprimirse el nombre del autor en las publicaciones o reproducciones, ni hacer en ellas interpolaciones, sin una conveniente distinción entre el texto original y las modificaciones o adiciones editoriales”. Además, el autor conserva el derecho moral sobre la obra, artículo 13 de esta ley, por lo que es obligatorio citar la fuente de origen cuando se utilice información contenida en esta obra.

Dedicatoria

A mi familia, por estar presente y apoyarme.

A mis mentores de vida, que me han ayudado a tomar decisiones importantes y me han acompañado al desenvolvimiento de estas, mi abuelo, el Dr. Abel Pacheco de La Espriella y mi padre el Ing. Sergio Pacheco Muñoz.

Agradecimientos

Al comité asesor, por orientarme a encontrar la mejor vía para el desarrollo del proyecto, especialmente a la directora, Ing. Diana Jiménez Romero.

A las instituciones públicas o entes gubernamentales que han contribuido al desarrollo de este proyecto, el Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM) y la Municipalidad de Montes de OCA.

Al Ing. Edgar Matamoros, por ser un apoyo y consejero durante el tiempo en el que estuve desarrollando esta investigación.

A las personas que me colaboraron en la recaudación de información de campo, sin cuyo trabajo y apoyo este producto no sería posible y cuya intención de contribuir era honesta: Kevin Solano, Tracy Romero, Sergio Pacheco, Andrea Zúñiga, entre otros que se mostraron siempre dispuestos.

A la Universidad de Costa Rica, por darme la oportunidad de llevar la carrera de Ingeniería Civil con profesores y equipos de alta calidad, además de haberme brindado la ocasión de haber contado con el apoyo de grandes personas que son ahora ingenieros o están en proceso de serlo, aportando trabajo honesto y responsable al país o fuera de él: Felipe Castro, Sebastián Sáenz, Jay Pérez, Erick Ramírez y todas aquellas grandes personas que me encontré en el proceso.

Tabla de contenido

1. Conceptualización.....	1
1.1. Justificación.....	1
1.1.1. Problema específico	1
1.1.2. Importancia	3
1.1.3. Antecedentes teóricos y prácticos del problema.....	9
1.2. Objetivos.....	11
1.2.1. Objetivo general	11
1.2.2. Objetivos específicos.....	11
1.3. Marco teórico e hipótesis	11
1.3.1. Determinantes espaciales de la movilidad	11
1.3.2. Movilidad activa y vehículos de movilidad personal (VMP)	13
1.3.3. Proyecto de modernización del transporte público modalidad autobús y los Nodos Corredor de Alta Integración.....	14
1.3.4. Parámetros para la evaluación de las condiciones de infraestructura	18
1.4. Delimitación del problema.....	22
1.4.1. Alcance.....	22
1.4.2. Limitaciones	22
1.5. Metodología.....	23
1.5.1. Primera fase: Selección de los parámetros o índices para la evaluación y del sitio de estudio	23
1.5.2. Segunda fase: Recopilación de información en campo	23
1.5.3. Tercera fase: Evaluación del Nodo Corredor de Alta Integración Parque Kennedy...24	
1.5.4. Cuarta fase: Conclusiones generadas de la investigación.....	24
2. Delimitación de área de estudio y parámetros para la evaluación	26

2.1. Determinación del radio de evaluación y consideraciones.....	26
2.2. Determinación de los parámetros de evaluación.....	32
3. Resultados generales obtenidos.....	45
4. Identificación de rutas con posibles altos flujos peatonales y resultados obtenidos para estas rutas.....	60
5. Conclusiones y recomendaciones para investigaciones futuras	74
5.1 Conclusiones.....	74
5.2 Recomendaciones	77
6. Fuentes de Bibliográficas.....	79
7. Anexos	83

Tabla de Figuras

Figura 1. Pirámide invertida de la movilidad	4
Figura 2. Mapa general del distrito de San Pedro	7
Figura 3. Sigma Business Center (izq.) y San Pedro Business Center (der.) Fuente: (CINDE, 2022)	8
Figura 4. Distancias caminables.....	13
Figura 5. Nodos de integración en el Área Metropolitana de San José.....	16
Figura 6. Identificación de nodos de integración con el tren interurbano.....	17
Figura 7. Detección de obstáculos	19
Figura 8. Metodología de trabajo para la investigación	25
Figura 9. Área de influencia del nodo corredor Parque Kennedy según la Secretaría de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transporte.....	27
Figura 10. Diseño de infraestructura física del nodo de integración Parque Kennedy	28
Figura 11. Vista actual del nodo de integración Parque Kennedy	28
Figura 12. Estación de tren UCR.....	29
Figura 13. Selección de aceras a ser evaluadas en el radio del Nodo Corredor de Alta Integración Parque Kennedy.....	30
Figura 14. Cuadrantes trazados para la evaluación mediante el ÍMA	32
Figura 15. Delimitación de acera plateada por el IFAM mediante el ÍMA.....	41
Figura 16. Documento para recopilación de información en campo (1)	42
Figura 17. Documento para recopilación de información en campo (2)	43
Figura 18. Documento para análisis de intersecciones	44
Figura 19. Resultados Índices de Ancho (IA)	47
Figura 20. Resultados Índices de Obstáculo (IO).....	48

Figura 21. Ejemplo de obstáculo.....	49
Figura 22. Resultados Índices de Arbolado (IA)	50
Figura 23. Ejemplo de alero considerado como techo	51
Figura 24. Resultados Índices de Iluminación (ÍI)	53
Figura 25. Resultados Índices de Accesibilidad (IAC).....	55
Figura 26. Ejemplo para índice de accesibilidad y de condición.....	56
Figura 27. Resultados Índices de Condición de Acera (ÍCA).....	58
Figura 28. Resultados de Índices de Cruces (IC).....	59
Figura 29. Rutas desde puntos de interés hasta el parque Kennedy, identificadas mediante "My Maps" de Google.....	62
Figura 30. Rutas desde puntos de interés hasta la estación de tren UCR.....	67

Tabla de Cuadros

Cuadro 1. Criterios para el cálculo del índice de ancho	33
Cuadro 2. Coeficiente de obstáculos	34
Cuadro 3. Criterios para el cálculo de índice de arbolado / techado	34
Cuadro 4. Criterios para el cálculo del índice de iluminación.....	35
Cuadro 5. Criterios para el cálculo del índice de accesibilidad universal, rampas de acceso	36
Cuadro 6. Criterios para el cálculo del índice de accesibilidad universal, pendiente longitudinal	36
Cuadro 7. Coeficiente por cantidad deterioros o irregularidades	37
Cuadro 8. Criterios para el índice de condición de acera en concreto	37
Cuadro 9. Criterios para el índice de condición de acera en adoquín	38
Cuadro 10. Criterios para índices de cruces por señalización	39
Cuadro 11. Criterios para índices de cruces por tipo de control de tránsito	39
Cuadro 12. Criterios para índice de cruces por cantidad de carriles a cruzar	40
Cuadro 13. Resultados preliminares de los datos recopilados	46
Cuadro 14. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Escuela Roosevelt - Parque Kennedy.....	62
Cuadro 15. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Mall San Pedro - Parque Kennedy	63
Cuadro 16. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta San Pedro Bussiness Center - Parque Kennedy.....	64
Cuadro 17. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Parroquia San Pedro Apóstol - Parque Kennedy.....	64
Cuadro 18. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Universidad de Costa Rica- Parque Kennedy.....	65

Cuadro 19. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Liceo Jose Joaquín Vargas Calvo - Parque Kennedy	66
Cuadro 20. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Calle de la Amargura - Parque Kennedy.....	66
Cuadro 21. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Escuela Roosevelt - Estación de tren UCR	68
Cuadro 22. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Mall San Pedro - Estación de tren UCR	68
Cuadro 23. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta San Pedro Bussiness Center - Estación de tren UCR.....	69
Cuadro 24. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Parroquia San Pedro Apóstol - Estación de tren UCR.....	69
Cuadro 25. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Universidad de Costa Rica (Edificio de Estudios Generales) - Estación de tren UCR.....	70
Cuadro 26. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Liceo Jose Joaquín Vargas Calvo - Estación de tren UCR	70
Cuadro 27. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Calle de la Amargura - Estación de tren UCR.....	71
Cuadro 28. Promedio de índices por ruta.....	72

Tabla de Anexos

Anexo 1. Fotografías tomadas durante levantamiento de información.....	83
Anexo 2. Tablas de resultados de índices en aceras evaluadas.....	88
Anexo 3. Tabla de evaluación de índice de cruces.....	98

Pacheco Moraga, Jesús Enrique

Evaluación de las condiciones de infraestructura para el desarrollo de movilidad activa en los alrededores del Nodo Corredor de Alta Integración ubicado en el Parque Kennedy, San Pedro de Montes de Oca

Proyecto de Graduación – Ingeniería Civil – San José. C.R.:

J. Pacheco M., 2023

xi, 78, [22]h; ils. col. – 36 refs.

Resumen

En el presente proyecto se realiza una evaluación de la infraestructura para la promoción de la movilidad activa, principalmente de la caminabilidad y de la conectividad mediante cruces, en un radio de evaluación de 500m desde dos centros: la estación de tren de la Universidad de Costa Rica y el centro del Nodo Corredor de Alta Integración Parque Kennedy que se expone en el Sistema de Integración de Transporte Público para el Gran Área Metropolitana 2020-2030 (SITGAM 2020-2030). Cuya finalidad es la de brindar información sobre la condición de la infraestructura para el fomento de la movilidad activa en el radio de influencia del nodo antes mencionado para establecer una ruta de intervención y mejora.

Para dicha evaluación se muestra una trayectoria donde se realiza una selección del nodo a evaluar entre los nodos de integración de transporte público expuestos en el SITGAM 2020-2030, luego se define el uso del Índice de Movilidad Activa (ÍMA) para realizar dicha evaluación, consecuentemente, se realiza la evaluación en los radios de influencia antes mencionados y finalmente se sugieren vías peatonales requieren intervención para mejorar la conectividad peatonal en la actualidad, pero sobre todo, una vez puesto en funcionamiento el proyecto Sectorización.

Con esta investigación se promueve la visión integral del transporte público no solo en el trayecto estación-estación si no desde los potenciales orígenes o destinos de una parte importante de los usuarios del transporte público, elevando así la importancia de la infraestructura pública para el fomento de la movilidad activa como un catalizador para la atracción de usuarios al sistema de transporte público. Además, se establece el uso del ÍMA como una herramienta para la evaluación de los nodos de integración. J.E.P.M.

MOVILIDAD ACTIVA; ACCESIBILIDAD; INFRAESTRUCTURA PEATONAL;

Ing. Diana Jiménez Romero, Msc, MBA.

Escuela de Ingeniería Civil

1. Conceptualización

1.1. Justificación

1.1.1. Problema específico

Los procesos de urbanización generados durante las últimas cuatro décadas en la Gran Área Metropolitana (GAM) de Costa Rica han mostrado una tendencia orientada al esparcimiento de la mancha urbana debido a la deficiencia en las regulaciones del uso del suelo y la falta de políticas públicas que promuevan la densificación de los núcleos urbanos como solución habitacional (Pujol & Pérez, 2012). Esta expansión ha traído consigo externalidades negativas en términos ambientales, sociales y económicos. Una ejemplificación de dichas externalidades es el debilitamiento del sistema de transporte público, el cual se ha visto afectado por el incremento del vehículo privado como medio de transporte de preferencia en las ciudades dispersas. Las consecuencias de este cambio en la distribución modal van desde el aumento en la congestión de las vías, hasta repercusiones en la accesibilidad al transporte tanto público como privado, y en el ambiente. A manera de ejemplo, según Miralles-Guasch & Cebollada (2003), un automóvil utiliza 6,19 kilogramos equivalentes de petróleo (KEP) para cada 100 viajeros/km, lo cual lo convierte en un medio de transporte ineficaz en comparación con el autobús que tan solo requiere 1,46 KEP por 100 viajeros/km.

Según el informe de auditoría operativa sobre la integración del transporte público en la GAM N.º DFOE-IFR-IF-00012-2019, realizado por la Contraloría General de la República (2019), la condición actual del sistema de transporte público por modalidad autobús de la GAM se caracteriza por bajos niveles de eficacia en la integración operacional y por deficiencias en el acceso a la información de rutas operacionales por parte del usuario, además de un nivel incipiente-medio en la integración física del sistema. En dicho informe se destaca también que el sistema de transporte público actual cuenta con un nivel de 0% de eficacia en cuanto a la accesibilidad de las personas a este, lo que implica que no existen las condiciones de infraestructura óptimas para propiciar un correcto acceso al sistema de transporte público desde el punto de origen del viaje (Contraloría General de la República de Costa Rica, 2019)

La situación antes expuesta se ha convertido en un factor fundamental cuando el usuario selecciona su medio de transporte para desplazamientos cotidianos. La complejidad que implica realizar ciertos trasbordos, la condición de la infraestructura alrededor de las paradas de

autobús, la dificultad para acceder a información en tiempo real de los ofrecimientos del servicio y la alta percepción de inseguridad por parte de los usuarios en paradas poco concurridas e iluminación insuficiente, son algunas de las razones por las cuales en los años 90's el transporte público por modalidad autobús en el Área Metropolitana de San José (AMSJ) pasó de tener una participación en la repartición modal de casi 80% de los viajes a cerca de un 55% (LCR Logística, 2021).

Es indispensable analizar la problemática desde una visión integral que entienda la relación inseparable entre la vivienda y el transporte, donde es claro que para garantizar la eficiencia del sistema de transporte público se requiere de una demanda de este en núcleos densificados, pues para que este sea rentable, la densidad es un factor predominante. Asimismo, no es posible considerar políticas de renovación o rehabilitación en los centros urbanos si estos no están respaldados por un sistema integrado de transporte público que contemple las verdaderas necesidades de movilidad del usuario, desde el instante que sale de su hogar, hasta la llegada a su punto de destino.

A pesar de que existen iniciativas documentadas por parte de instituciones estatales que abordan la problemática de la movilidad a un nivel urbano e interurbano, estas se han orientado principalmente al uso del vehículo motorizado como principal medio de transporte y son escasas las políticas públicas que impliquen cambios considerables en las condiciones de infraestructura para el fomento de la movilidad activa. El enfoque debe ser a una menor escala, donde se analicen los diferentes componentes que influyen en la decisión de un ciudadano de realizar un viaje en bicicleta, caminando o en algún otro medio no motorizado. La decadencia en las condiciones de las aceras, el diseño desconsiderado con el peatón que va desde las dimensiones de esta hasta las irregularidades que pueden ser encontradas en un tramo de 100m, así como la deficiencia de la señalización vial en defensa del peatón producto de una cultura carro centrista, han hecho que ciudades como San José, Costa Rica, se vuelvan complejas para ser transitadas por personas adultas mayores o personas con discapacidad.

En Costa Rica, antes de que entrara en vigencia en el 2021 la Ley N.º 9976, denominada "Movilidad Peatonal", se asignaba la responsabilidad de la ejecución, confección y diseño de las aceras públicas a los responsables jurídicos de las propiedades colindantes a la vía vehicular. Esto ha generado que las aceras en las ciudades costarricenses tengan la característica de ser irregulares, de presentar incumplimientos respecto a la Ley N.º 7600, Igualdad de

Oportunidades para las personas con discapacidad, y no garantizar un seguimiento de normativas para el correcto diseño de aceras. Además, el atribuir la responsabilidad del mantenimiento y reconstrucción de aceras a propietarios, se convierte en una dificultad para el seguimiento de la condición de las aceras y afecta la correcta asignación de responsabilidades respecto al estado de la infraestructura peatonal. La Ley N.º 9976 no exime, sin embargo, a los propietarios de financiar la infraestructura, pues la misma expone que las municipalidades deben crear los mecanismos de cobro para financiar la confección y ejecución de las aceras.

En el documento que analiza el índice de envejecimiento cantonal desarrollado por la Unidad de Análisis Prospectivo y Política Pública del Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (Mideplan) se declara que, mediante la proyección efectuada por el INEC en el 2011, para el 2020 el país contaba un 8.9% de su población en la categoría de Personas Adultas Mayores (65 años o más) lo cual indica que Costa Rica demográficamente se encuentra en un proceso de envejecimiento es entonces donde se establece la importancia de que "las mejores decisiones que se vayan a tomar para la atención de esta población a un futuro muy cercano, se deben tomar hoy" (MIDEPLAN, 2021) haciendo referencia a decisiones vinculadas a la educación, salud, infraestructura, entre otras.

Respecto al cantón de Montes de Oca específicamente, para el X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda 2011, el cantón contaba con una población total de 49 132 habitantes (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2011). Según el índice de envejecimiento cantonal 2015, 2020 y 2025, para el 2020 este cantón se posicionó como el cantón con más Población Adulta Mayor (PAM), donde dicho cantón contaba con un 12.56% de su población en condición de envejecimiento, es decir, con 65 años o más. Esto implica una necesidad de crear infraestructura para fomentar el movimiento y la actividad de este porcentaje importante de la población. Si se mejora la infraestructura para el fomento de la movilidad activa, esta población podría continuar en su desarrollo activo como ciudadanos.

1.1.2. Importancia

Para el año 2000 cerca de un 47% de la población mundial habitaba en zonas urbanas. Ya para el año 2018, se estima que más de la mitad de la población mundial vivía en zonas urbanas (alrededor de un 55%) y según proyecciones realizadas por la División de población de las Naciones Unidas, para el 2040 se estima que cerca del 65% de la población mundial vivirá en

zonas urbanas (United Nations, 2018). El creciente esparcimiento de la mancha urbana producto del crecimiento demográfico y de las migraciones desde zonas rurales a zonas urbanas, trae consigo la necesidad de establecer redes de infraestructura y servicios que no siempre han seguido una planificación estratégica, lo que ha generado resultados espontáneos de urbanización que se ajustan principalmente a la aleatoriedad que produce el valor del suelo, el ofrecimiento de servicios y oportunidades laborales, es decir, a merced del mercado. Es por esto que surge la necesidad de orientar el estudio y la gestión de las ciudades hacia la optimización racional de los recursos, la planificación de servicios de transporte enfocados en el habitante y la densificación como una premisa fortalecedora de los dos enunciados anteriores. Las ciudades deben ser amigables con el habitante, espacios óptimos para el desarrollo humano y gestionadas conscientemente respecto al ambiente.

El cambio en el enfoque de la movilidad generado a partir de inicios del siglo XXI con la aparición de la Pirámide Invertida la Movilidad y otras conceptualizaciones que plantean el peatón y los medios de movilidad activa como medios de transporte principales, ha producido un mayor desarrollo en las discusiones sobre cómo mejorar las condiciones de infraestructura y la determinación de factores que influyen en la selección de un medio de movilidad activa dentro de la selección modal (Alegre & Alarcón, 2016). Además, este cambio de perspectiva ha hecho se discuta ampliamente sobre la importancia de la movilidad activa en las políticas en favor de la densificación, así como la accesibilidad a espacios públicos.

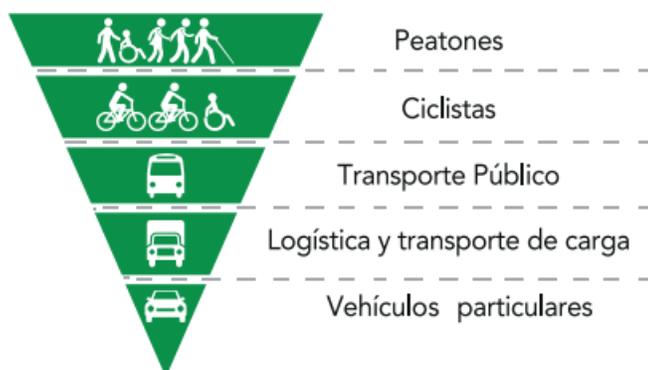


Figura 1. Pirámide invertida de la movilidad

Fuente: Alegre & Alarcón, 2016

En la Nueva Agenda Urbana (NAU), establecida a partir de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III), se define como interés

común el derecho a la ciudad; en cuya defensa se promulga la igualdad en el aprovechamiento y uso de las ciudades. Para que cada ciudadano pueda hacer valer dicho derecho, es fundamental contar con asentamientos humanos justos, seguros, sanos, accesibles, asequibles, resilientes y sostenibles (Naciones Unidas, 2017). Una de las herramientas para la garantía de dichas características deseables es la correcta ejecución de políticas públicas orientadas a la promoción de una movilidad urbana que sea sostenible e integrada y que tome en consideración factores como la edad y el género. Asimismo, el desarrollo de soluciones estratégicas enfocadas en las problemáticas de movilidad es un medio para alcanzar el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible y la Agenda 2020-2030; específicamente en lo que respecta al objetivo 11 “Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles”. Mismo que, tangencialmente contribuye al alcance de otros objetivos relacionados con salud, disminución de las desigualdades, acción por el clima e igualdad de género.

La entrada en vigencia de la Ley N.º 9976 (Movilidad Peatonal) responsabiliza al Ministerio de Obras públicas y Transportes (MOPT) y a sus consejos “la construcción y el mantenimiento de las aceras y sus componentes en la red vial nacional” (Ley N.º 9976, 2021). De la misma forma, aquellas vías que corresponden a la red vial cantonal, es responsabilidad de las corporaciones municipales el “diseño, la construcción, la conservación, el señalamiento, la demarcación, la rehabilitación, el reforzamiento, la reconstrucción, la concesión y operación de este espacio, que incluye tanto las aceras propiamente como todos los elementos de las infraestructuras peatonales necesarios para asegurar una movilidad inclusiva, como infraestructura verde, iluminación y otros elementos, y considerando los criterios de accesibilidad contemplados por la Ley 7600” (Asamblea Legislativa de Costa Rica, 2019).

Entre las metas y proyectos del eje de Planificación del Transporte y la Movilidad del Programa para un Sistema Integrado de Transporte Público Masivo para la GAM SITGAM 2020-2035, se encuentran algunas asociadas al repoblamiento y la densificación de las zonas de influencia del transporte público, especialmente en los nodos de integración. Para garantizar el desarrollo orientado al transporte y una correcta integración de los habitantes al sistema de transporte público, es necesario que las condiciones de los entornos de los nodos de integración sean óptimas para que los habitantes accedan a ellos mediante formas de movilidad activa. Asimismo, la investigación enfocada en la promoción de la movilidad no motorizada aporta insumos para el cumplimiento de metas propuestas en el SITGAM 2020-2030. Las metas

globales a las que dicho tipo de investigación contribuye directamente son las de "Alcanzar un porcentaje mínimo del 80% en el índice de integración física del sistema al 2035", "Alcanzar un 65% del reparto modal de los usuarios utilizando el transporte público en la GAM al 2035" y "Disminuir los GEI producto de los sistemas de transporte en la GAM horizonte 2035" (Ministerio de Obras Públicas y Transporte , 2020).

El SITGAM 2020-2030 presta especial atención a los nodos de integración que se observan en los alrededores de las estaciones del sistema integrado de transporte propuesto, pues estas son zonas de impacto y además zonas de especial relevancia respecto a la alimentación del sistema de transporte público. Se entiende entonces por nodo de integración como los "puntos donde la red de transporte público genera espacios que permiten acceder a mayor cantidad de destinos y medios de transporte, gracias a la posibilidad de intercambio modal", pero estos nodos también representan áreas de influencia de posibles orígenes-destino, y el usuario podría realizar movilidad activa para llegar a su destino una vez que llegue a la estación física. Es entonces menester analizar los nodos de manera integral, como zonas de impacto y condicionantes del uso del transporte público, pues si estos son accesibles y la experiencia del usuario es satisfactoria desde que sale de su origen hasta llegar a su destino, cada vez el transporte público será una mejor opción para los ciudadanos.

En este estudio se presta atención a los Nodos Corredor de Alta Integración y en especial al Nodo Corredor de Alta Integración Parque Kennedy, ubicado en el cantón de Montes de Oca, San José. Estos nodos tienen la característica de que están definidos por la ruta del tren entre Pavas y Tres Ríos, inscrita en la GAM. El nodo corredor de Alta Integración Parque Kennedy tiene la particularidad ser uno de los 8 nodos con tipo de integración completa según el STIGAM, es decir, que por este nodo pasan rutas del tren interurbano, y dos tipos de rutas del Proyecto de Modernización del Transporte Público Modalidad Autobús (sectorización), troncales y secundarias (MOPT, 2020).

El cantón de Montes de Oca está compuesto por los distritos San Pedro, Sabanilla, Mercedes y San Rafael. Según el trabajo desarrollado por la Secretaría de Planificación Sectorial donde se analizan los nodos de integración en radios de influencia de 250 y 500m, el radio de influencia del nodo corredor de alta integración parque Kennedy influye en el distrito de San Pedro, principalmente en los barrios Saprissa, Roosevelt, La Granja, Los Yoses y Alameda, entre otros. Este radio además influye en la Universidad de Costa Rica. En la Figura 2 se observa área que

comprende el distrito de San Pedro. Se establece como centro de nodo el parque Kennedy, ubicado en las cercanías de la actual sede de la Municipalidad de Montes de Oca

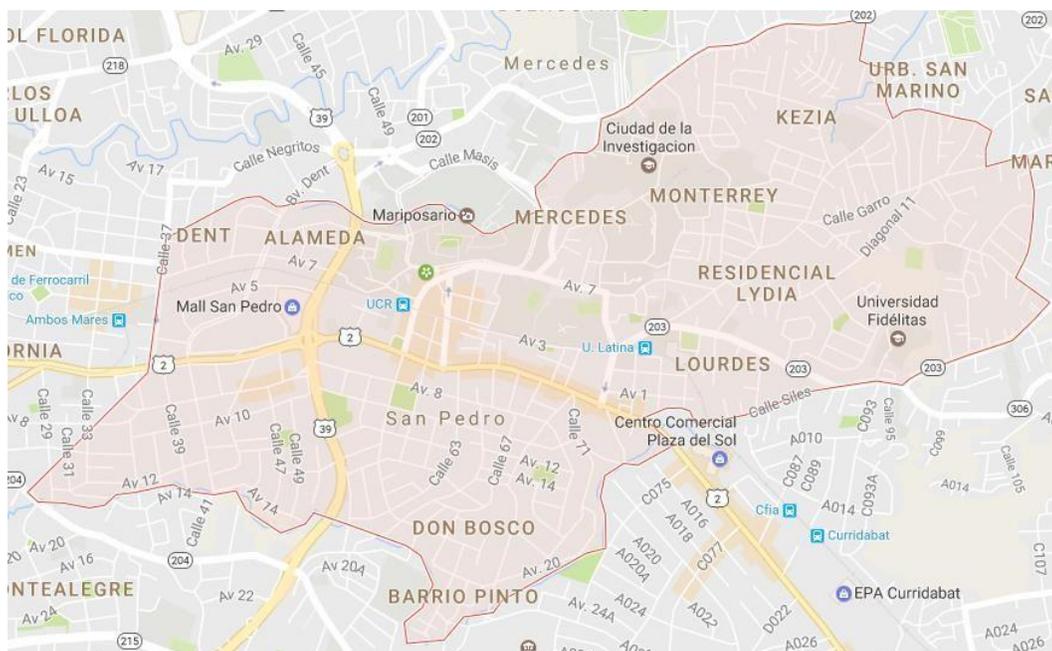


Figura 2. Mapa general del distrito de San Pedro

Fuente: Google Maps, 2023

Dentro de la zona de influencia expuesta por la Secretaría de Planificación Sectorial, se pueden encontrar instituciones o edificios de gran afluencia de personas o de relevancia gubernamental y social tales como la Sede Rodrigo Facio de la Universidad de Costa Rica (UCR), el Mall San Pedro, el edificio sede de la municipalidad de Montes de Oca, espacios de recreación juveniles, entre otros. Para el 2021, la Sede Rodrigo Facio contaba con más 34 800 estudiantes (Universidad de Costa Rica, 2023), de los cuales un 46% contaba con algún tipo de beca socioeconómica, un indicador que podría insinuar potenciales usuarios de transporte público debido a su condición económica (Universidad de Costa Rica, 2022). Según Fallas, un estudio realizado por UNIMER para el diario El Financiero con una muestra de 800 hombres y mujeres de 18 a 93 años de diferentes estratos socioeconómicos dentro la GAM, para el 2017, el Mall San Pedro se posicionaba como el complejo comercial más visitado (El Financiero, 2017). Además, actualmente esta zona se encuentra en crecimiento en cuanto a desarrollo de edificaciones de carácter laboral como centros de oficinas, sírvase de ejemplo el San Pedro Business Center, inaugurado en el 2019, o bien algunos complejos que están al borde de la

circunferencia como el Sigma Business Center, que contiene instituciones de gobierno y empresas privadas.

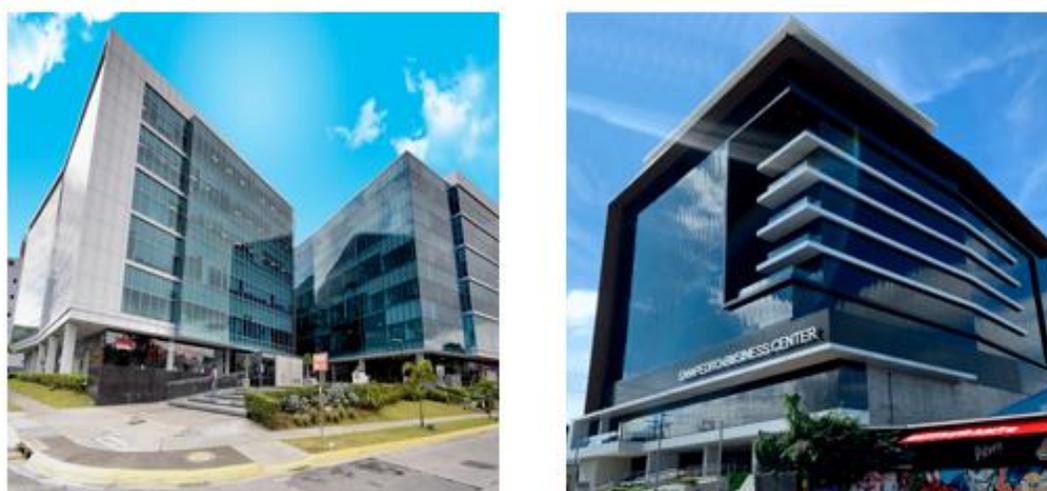


Figura 3. Sigma Business Center (izq.) y San Pedro Business Center (der.) Fuente: CINDE, 2022

Este nodo es además uno de los nodos con mejor índice de potencial desarrollo orientado al transporte (DOT) con un 0.720 (Jiménez, 2020).

Es crucial entonces, a la hora de analizar los nodos de integración, valorar y estudiar el entorno de estos y rescatar el potencial de desarrollo de algunos orientados a la evolución del transporte público y de las metas del país en esta temática. Platearse entonces no solo que estas son zonas de intercambio modal, si no también fuentes de origen destino que influyen en el uso del transporte público y que, además, son zonas de potencial crecimiento una vez implementado el proyecto de sectorización. Las personas que son usuarias del transporte público y aquellas que comenzarán a usar dicho medio a partir de la implementación de la sectorización, deben encontrar en el espacio de influencia de los nodos, infraestructura segura y óptima para la movilidad activa. Que su experiencia de movilidad sea agradable no solo en cuanto a la comodidad por condiciones físicas de infraestructura, si no que se sientan seguros y que sea placentero el recorrido.

La ejecución de investigación orientada a estas temáticas también contribuye, indirectamente en el cumplimiento de metas asociadas al aumento de la densidad habitacional en las zonas de influencia del transporte público masivo, pues promover condiciones de infraestructura

óptimas para la movilidad activa puede a su vez generar mayor interés en habitar los núcleos urbanos y hacer de estos centros más habitables, seguros y sostenibles (Gehl, 2010).

1.1.3. Antecedentes teóricos y prácticos del problema

El presente proyecto busca aportar al cumplimiento de las metas establecidas en el SITGAM 2020-2030. Dicho programa fue elaborado por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y toma como principal antecedente técnico el Programa Regional Urbano de la Gran Área Metropolitana (PRUGAM), del cual tomaría todos los insumos técnicos producidos vinculados al ordenamiento territorial, el establecimiento de directrices de desarrollo urbano para la cabecera de provincia ubicadas en la GAM, la propuesta para la integración del transporte público, entre otros (MOPT, 2020). El sistema troncalizado basado en sectores y subsectores que se plantea en el SITGAM 2020-2030, fue definido en el PRUGAM a partir de un exhaustivo análisis de demanda del transporte público en la GAM, que utilizó como base la encuesta origen destino más extensa realizada hasta el momento (MOPT, 2020).

Uno de los productos del PRUGAM que pudo quedar plasmado gracias al proceso de análisis de escenarios e integración de estudios, es la estructuración de una red de movilidad no motorizada que defina los estándares requeridos para la peatonización y una propuesta de ciclovías para cada cabecera de provincia de la GAM (Baldares, 2011). A partir del mismo, las municipalidades han logrado contar con lineamientos para la creación de planes de movilidad activa y en general, no motorizada. Otro aporte de gran relevancia producto del PRUGAM es el cambio hacia la visualización de la relación intrínseca entre el desarrollo humano y el transporte, y la importancia de reconocer estas dos temáticas como binomios inseparables.

Respecto al análisis de los nodos de integración expuestos en el SITGAM 2020-2030 existen estudios de gran relevancia que han contribuido a la caracterización de dichos nodos. Roy Allan Jiménez (2020) realizó una caracterización de las zonas de influencia del Proyecto de Reorganización del Transporte Público modalidad autobús del AMSJ. En este estudio se caracteriza desde una perspectiva urbana y funcional el entorno de las estaciones y paradas del sistema de transporte público mediante indicadores que aspiran a promover políticas que faciliten el Desarrollo Orientado al Transporte Masivo. El análisis se hace para dos radios de proximidad, 250m y 500m, y es a partir de este que se establecen los niveles de integración presentes en los nodos.

Por otro lado, Jordy Borbón (2020) ejecutó, mediante la Secretaría de Planificación Sectorial del MOPT, una evaluación de la condición de las aceras en los nodos que se consideran de relevancia para la primera etapa del Proyecto de Sectorización del AMSJ. En este informe se estudió estado de las aceras que serán utilizadas para el intercambio de pasajeros entre las diferentes rutas de bus que convergen en el nodo y con el tren interurbano (Borbón, 2020).

Daniela Segura (2019) realiza una investigación cuya finalidad era evaluar desde la metodología del Desarrollo Orientado al Transporte (DOT) la zona de influencia de la troncal de transporte público San José- Sabanilla- La Campiña. El proyecto de Segura tenía finalidades similares a las de la presente investigación y tomaba en consideración variables como la densidad, la caminabilidad de la zona y las condiciones para el uso de bicicletas como medio de transporte en la zona de influencia de la ruta troncal ante mencionada. A su vez, esta ruta troncal es definida de igual forma en el SITGAM 2020-2030.

El Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) realizó una Guía de Inventario y Evaluación de Aceras (2017) en la que se establecen lineamientos para la evaluación estructural y funcional de las aceras a partir de factores que influyen en el incremento del tránsito de peatones. Esta guía tiene como objetivo también identificar las deficiencias en la red de aceras y suministrar información para el mantenimiento e intervención de la infraestructura peatonal.

Félix Torres (2019) desarrolló una metodología para la estimación del índice de caminabilidad utilizando como casos de estudio la ciudad de Cartago en Costa Rica y la ciudad Potchefstroom, Sudáfrica. A partir de este índice, es posible englobar factores como uso de suelo, accesibilidad, iluminación y percepción de seguridad para así evaluar un sitio a partir de la intensidad de que una persona realice o no un desplazamiento caminando, o bien, caracterizar la experiencia del recorrido.

En cuanto a la accesibilidad e involucramiento de la bicicleta como opción de movilidad, Vicente Hernández (2014) establece una metodología para el desarrollo intermodal bicicleta-transporte público, en la que analiza la influencia de la bicicleta en los radios de influencia de las estaciones de transporte público y su rol en la selección modal de un sistema integrado.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar las condiciones de infraestructura para el desarrollo de movilidad activa en los alrededores del Nodo Corredor de Alta Integración ubicado en el Parque Kennedy, Montes de Oca y expuesto en el SITGAM 2020-2030 para la identificación de calles que requieren intervención prioritaria.

1.2.2. Objetivos específicos

- Seleccionar parámetros para la evaluación de las condiciones físicas para el desarrollo de movilidad activa en los Nodos Corredor de Alta Integración.
- Evaluar las condiciones físicas para el fomento de la movilidad activa en un radio 500m desde dos centros de relevancia del Nodo Corredor de Alta Integración Parque Kennedy haciendo.
- Sugerir una ruta de intervención para el mejoramiento de las condiciones físicas del entorno en la zona evaluada.

1.3. Marco teórico e hipótesis

1.3.1. Determinantes espaciales de la movilidad

La movilidad es la cualidad movable de una persona, es el medio por el cual se realiza un desplazamiento desde un origen hacia un destino. Dicho desplazamiento se realiza con una intención y una necesidad, ya sea acceder al trabajo, a un centro de estudio, lugares de recreación, entre otros. Esto abre paso para definir la demanda de transporte, que anuncia, a manera rudimentaria, que los viajes son hechos y distribuidos basados en el deseo de una persona por llegar a un lugar (Cervero & Kockelman, 1997). La característica principal de la movilidad es que se enfoca en la persona y en la cantidad total de desplazamientos que requiere para llegar a su destino. Por ejemplo, un ciudadano debe transportarse hacia su trabajo todos los días, para esto sale de su casa, camina 500m y se introduce en el sistema de transporte público, en el cuál realiza un trasbordo para conseguir llegar a la estación próxima al lugar donde labora, una vez ahí, camina 300m más para lograr llegar a su destino. La suma de desplazamientos, desde la perspectiva de la cantidad total de movimientos que implica su recorrido, es el análisis en el cual la movilidad se enfoca.

La distancia máxima que una persona está dispuesta a caminar es relativa pues depende de diversos factores tanto en términos de la persona y sus condiciones, como de las características del espacio construido de la ruta que se tomará. No es la misma experiencia de caminata la de una persona de 19 años, que la de una persona de 65 años. Según Jan Gehl, respaldado por estudios de evaluación de aceptabilidad y confort de la ciudadanía en el espacio público, una distancia aceptable para que una persona haga un recorrido es de 500m, sin embargo, él mismo enuncia que si el espacio construido no es cómodo, es poco interesante o hasta inseguro, dicha distancia podría bajar a 200m o 300m (Gehl, 2010). Por otro lado, aproximaciones que sugieren que una persona está dispuesta a caminar 10 minutos para hacer un recorrido. Bajo este enunciado, si se supone una velocidad constante de 1.4m/seg, se dice que en cerca de 5min una podría recorrer 400m, así mismo, en los 10min supuestos, una podría alcanzar 800m de recorrido, lo cual según Talen, es una distancia máxima para dirigirse a un sitio habitualmente (Talen & Koschinsky, 2014).

Por su parte, el Proyecto Nodos desarrollado por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes sugiere que el tiempo máximo a recorrer por parte de un peatón para acceder al transporte público es una caminata 15 min. En este análisis, que define los radios de influencia del sistema de autobuses para el Área Metropolitana de San José (AMSJ), se sugiere una velocidad promedio de 1 a 1.5 m/s. Bajo esta suposición, la distancia máxima a recorrer caminando es de 900 m (Jiménez, 2020).

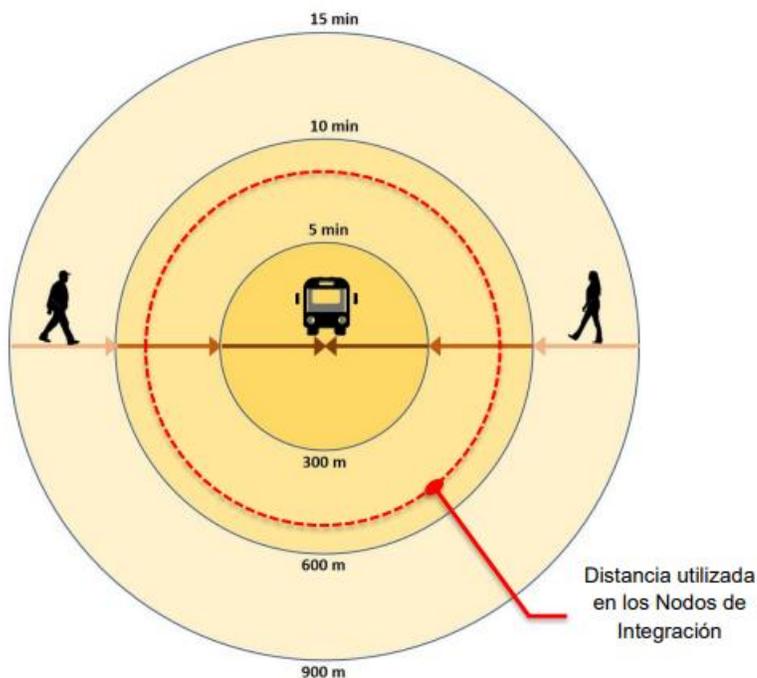


Figura 4. Distancias caminables

Fuente: Jiménez, 2020

Los desplazamientos hechos por una persona pueden realizarse a partir de distintos medios de transporte (bus, carro, bicicleta) y según Cervero & Kockelman (1997) la elección del medio de transporte y más aún, la demanda del transporte está determinada por 3 factores espaciales: densidad, diversidad y diseño. La densidad implica acortar las distancias entre orígenes y destinos, la diversidad aporta en la selección de un medio para movilizarse y el diseño del espacio (tómese como infraestructura) puede facilitar o promover la elección de un medio de movilización de preferencia, como la bicicleta o caminar. Bajo este supuesto se plantea que condiciones óptimas de infraestructura pueden favorecer en la elección de medios de transporte no motorizados para la ejecución de los desplazamientos.

1.3.2. Movilidad activa y vehículos de movilidad personal (VMP)

La ley de movilidad y seguridad ciclística define la movilidad activa como el “uso de cualquier medio de transporte no motorizado para desplazarse de un lugar a otro” (Ley N° 9660, 2019), es decir, este término incluye el uso de bicicletas, silla de ruedas, patinetas o el hecho de caminar. Se reconoce esta forma de movilidad como de gran relevancia puesto que su elección

brinda beneficios en cuanto al bienestar de los ciudadanos y contribuye en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Se puede identificar la movilidad activa a partir de los medios que utilizan la energía del cuerpo humano como principal fuente de locomoción (Rios Llamas & Hernández-Vázquez, 2022).

De igual forma, el creciente desarrollo tecnológico ha contribuido a generar medios de movilidad personal que no son dependientes en su totalidad de la energía humana. Los vehículos de movilidad personal (VMP) son vehículos propulsados mediante un motor eléctrico o de propulsión asistida que han aparecido en las últimas décadas como opciones para reducir las emisiones de CO₂ producidas por el sector transporte y que se consideran convenientes para viajes personales de corta distancia (Quoc et al., 2015).

1.3.3. Proyecto de modernización del transporte público modalidad autobús y los Nodos Corredor de Alta Integración

El proyecto de modernización del transporte público modalidad autobús, denominado también Sectorización, se retomó como uno de los proyectos estratégicos del eje de planificación del transporte y la movilidad del SITGAM 2020-2030. Sectorización consiste en la reorganización del transporte público en el área metropolitana mediante unidades operativas geográficas llamadas sectores y subsectores. Dichas unidades están relacionadas a partir de una jerarquización de rutas bajo un esquema de "troncalizado". La idea consiste en la confección de un esquema que esté compuesto por rutas principales (troncales) alimentadas por secundarias (alimentadoras) y que dichas conexiones entre rutas se lleven a cabo en nodos de integración que permitirían al usuario realizar trasbordos dentro del sistema de transporte público por autobús o bien, seleccionar otro modo de transporte en caso de requerirlo (MOPT, 2020).

En el SITGAM 2020-2030 se definen los nodos de integración como los espacios físicos de la red de transporte público en los cuales el usuario puede acceder a la mayor cantidad de destinos y medios de transporte mediante la intermodalidad (MOPT, 2020). Para la identificación de los nodos de integración se realiza un traslape entre la red ferroviaria expuesta en el proyecto del Tren Eléctrico Metropolitano y las rutas jerarquizadas de autobús del proyecto de Sectorización y se define un radio de influencia de 500 m. Estos nodos se dividen en los siguientes tipos:

- Nodos Centro Urbano de Intercambio
- Nodos Barriales Alimentadores
- Nodos Casco Urbano
- Nodos Casco Urbano Periférico
- Nodos Centro Histórico
- Nodos de Transición y Nexo
- Nodos Terminal Periférica
- Nodos Corredor de Alta Integración

De todos los nodos expuestos, son de especial interés los Nodos Corredor de Alta Integración pues presentan un muy alto nivel de integración en intermodalidad entre modos de transporte, además de coincidir con el trazado del tren entre Pavas y Tres Ríos (MOPT, 2020). Los nodos que se caracterizan por ser de este tipo son: Jacks, Contraloría, Barrio Cuba, Pacífico, Plaza Víquez, Atlántico, Parque Kennedy, U Latina, CFIA y Parque de Tres Ríos. Según el Proyecto Nodos, realizado por la Secretaría de Planificación Sectorial, de los 10 nodos antes mencionados, hay 7 nodos con un muy alto nivel de integración, esto quiere decir que, según Jiménez (2020), “funcionan como intercambiadores entre los tres niveles del sistema de transporte donde confluyen cuatro rutas o más” (p.22). Los 7 nodos que nos son considerados de muy alto nivel de integración son: Contraloría, Barrio Cuba, Plaza Víquez, Parque Kennedy, Universidad Latina, Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos y Parque de Tres Ríos.

En la Figura 5 se muestran los nodos de integración mediante una clasificación de color que ayuda identificarlos dentro del GAM. Aquellos nodos que interactúan con el tren interurbano son demarcados en la Figura 6, de estos 17 demarcados, 10 corresponden a los Nodos Corredor de Alta Integración descritos anteriormente.

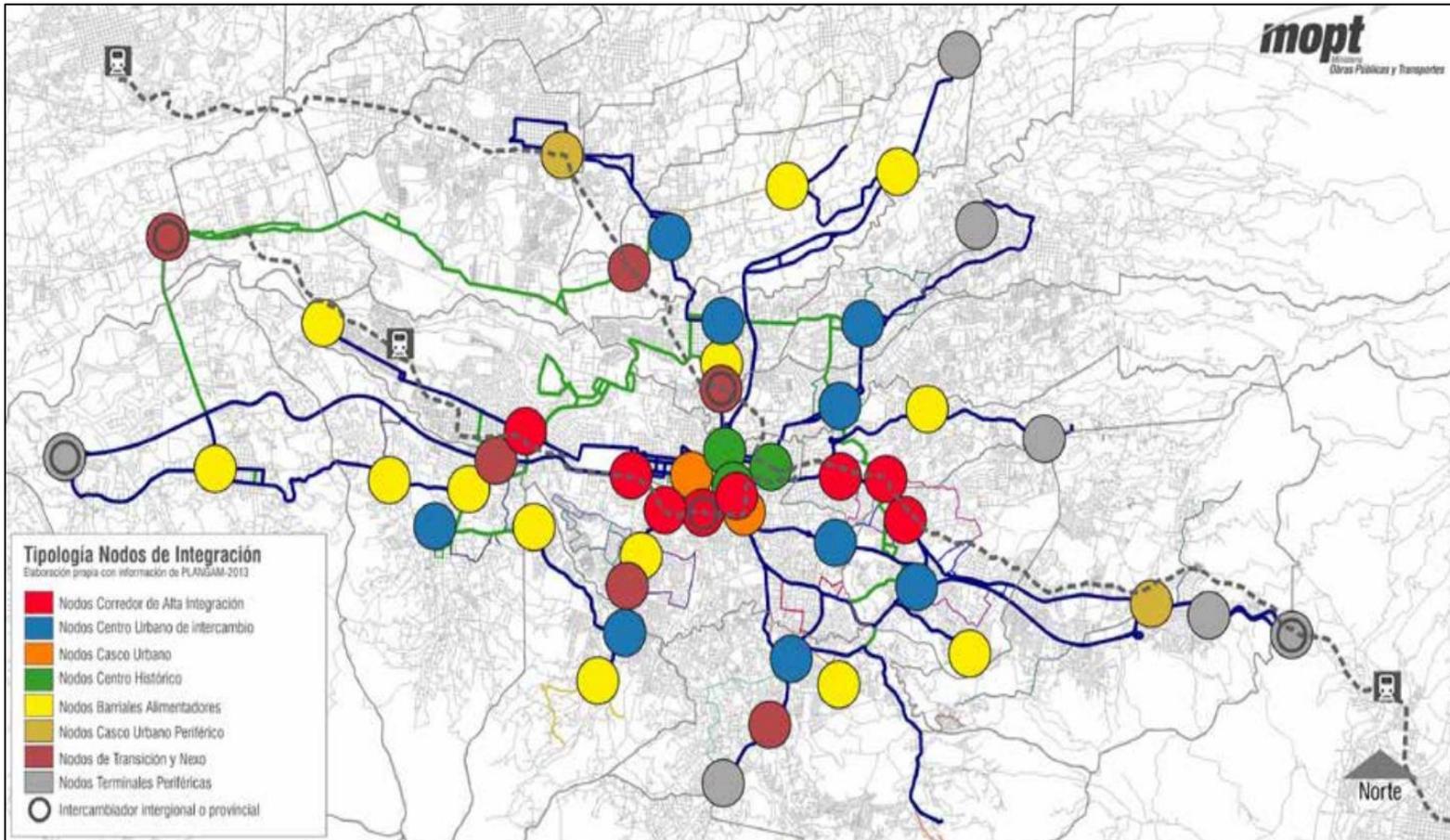


Figura 5. Nodos de integración en el Área Metropolitana de San José

Fuente: Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2020

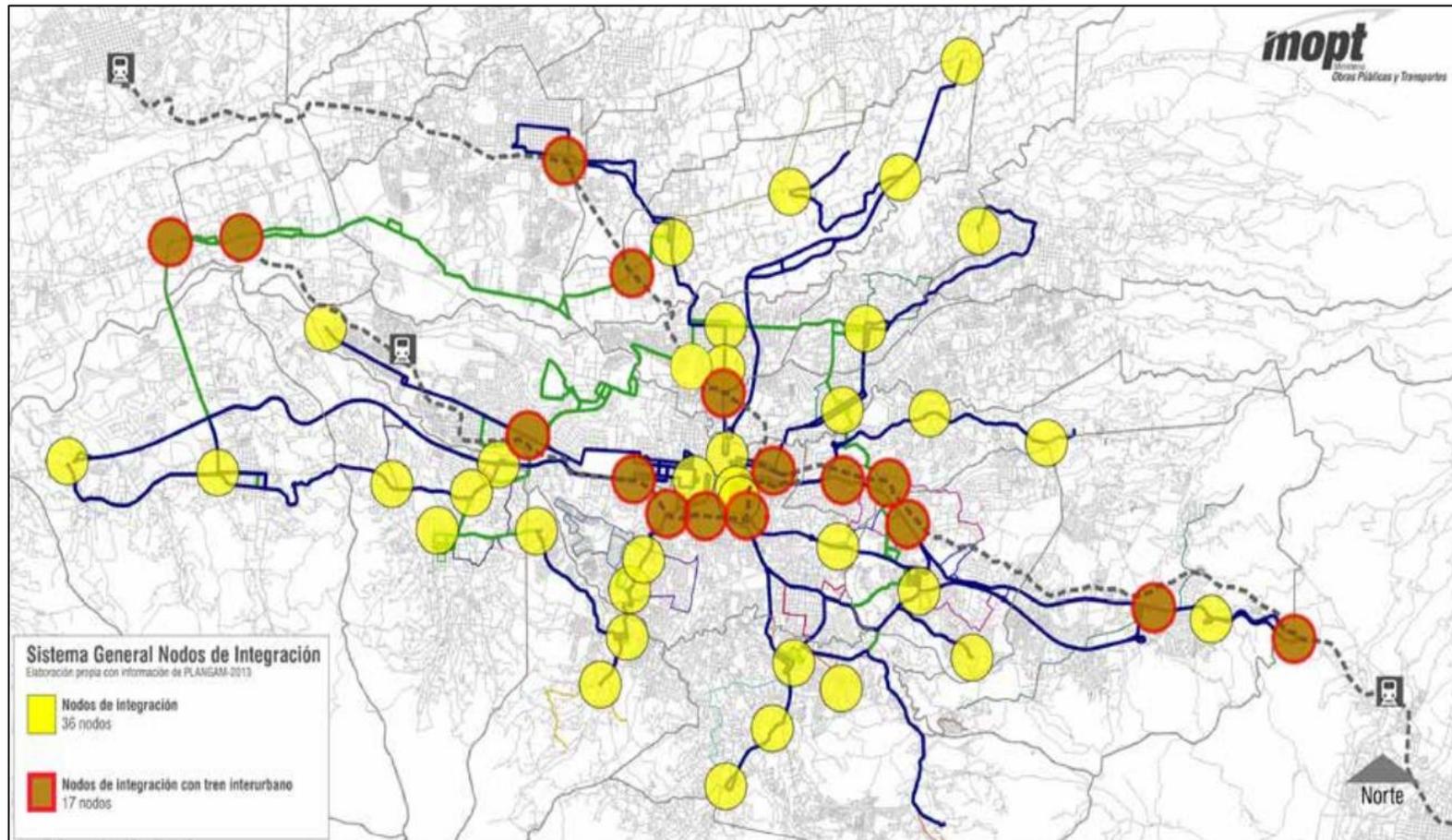


Figura 6. Identificación de nodos de integración con el tren interurbano
Fuente: Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2020

1.3.4. Parámetros para la evaluación de las condiciones de infraestructura

Existen distintas variables que influyen en la selección modal. Particularmente en el caso de la movilidad activa, las condiciones de infraestructura peatonal o ciclística pueden ser decisivas para el fomento de esta modalidad. Según Torres (2019), factores como el ancho de la acera, la iluminación peatonal, la presencia de arbolado y zonas techadas, la percepción de seguridad y la presencia de obstrucción en el camino, pueden ser algunas de las variables que influyan en la intención de una persona de realizar un recorrido de corta distancia caminando.

El espacio físico para utilizar por el ciudadano depende del medio que seleccione para la movilización. Si una persona decide caminar, la infraestructura óptima para hacerlo debe ser mediante una vía exclusiva, que lo separe de los vehículos. Las características de estas vías están reglamentadas y se establecen condiciones mínimas para el diseño y confección de estas. La norma INTE W9:2022 establece las dimensiones requeridas para las vías de circulación peatonales horizontales, en esta se enuncia que las aceras deben contar con un ancho mínimo libre de obstáculos de 1,20 m, sin embargo, en zonas de alto flujo peatonal el ancho mínimo libre de obstáculos debe ser de 1,8 m. Además, deben contar con áreas de descanso a una separación máxima de 100 m con un ensanche de 0,5 m por 1,8 m en dirección de la acera. En esta norma también se establecen pendientes máximas de 2% tanto longitudinal como transversalmente y se plantea que la diferencia de nivel entre la acera y la calzada debe ser inferior a 0,18 m y superior a 0,15 m, entre otras características de diseño (INTECO, 2022). A parte de estas consideraciones en la etapa de diseño, y que pueden ser evaluadas fácilmente en una vía ya construida, las condiciones de la infraestructura se ven afectadas de gran medida por el estado estructural de la acera, en donde los deterioros se pueden categorizar y evaluar. La norma INTE W9:2022 hace referencia también a la presencia de obstáculos en la vía, donde se enuncia que la presencia de un obstáculo debe anunciarse si este se encuentra por debajo de los 2,20m de altura libre o bien, si existe un obstáculo que se muestre a 0,15m separado de un plano lateral y que sea por arriba de 0,10m de altura (INTECO, 2022). La siguiente figura ejemplifica las condiciones de obstáculo antes expuestas.

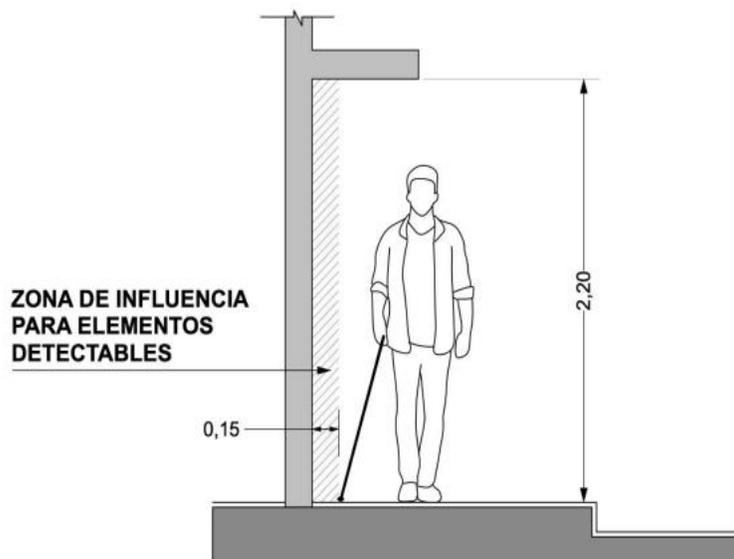


Figura 7. Detección de obstáculos

Fuente: INTECO, 2022

El Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) desarrolló el Índice de Condición de Aceras (ICA), cuya finalidad es precisamente evaluar el estado de una vía peatonal en función de los deterioros, el desempeño y los factores de actividad. Para esto, la medición de los parámetros se divide en tres evaluaciones: estructural, funcional y factor de actividad. En la primera evaluación se valoran los deterioros de la superficie de la acera que afectan el tránsito del usuario, para lo cual se establecen tipos de deterioros comunes en dependencia del material de la acera que se está evaluando. Para la guía de evaluación se consideraron dos materiales posibles: concreto colado y adoquines de concreto. Los parámetros para evaluar dependen de qué material es. Para el caso del concreto se observan deterioros como huecos, desnudamientos, escalonamiento, grietas y drenaje o sedimentos. En el caso de los adoquines, se evalúa bacheo, las depresiones, confinamiento, pérdida de arena y la pérdida de adoquines. Para la evaluación de funcionalidad de la acera se considera la accesibilidad, existencia de obstrucciones, tapas o rejillas, ancho libre de acera y pendientes. Finalmente, la tercera evaluación de este índice contempla las actividades que se desarrollan que atraen viajes de peatones. Algunos de los parámetros a evaluar en esta sección son: acceso a servicios gubernamentales, terminal de buses, proximidad a escuelas, centros de salud, actividades generadoras de tránsito, centros de recreación zonas residenciales densas, y la clasificación vial de la ruta (LanammeUCR, 2017).

El ICA toma en consideración los deterioros estructurales que puedan presentarse en las aceras. Para ello, se considera si la acera es de losas de concreto o está compuesta de adoquines de concreto. En el caso de las losas de concreto, los deterioros más comunes a presentarse son: acumulaciones de sedimentos, grietas, huecos u orificios, escalonamientos, bacheos y desnudamientos. Otros tipos de deterioros que se presentan comúnmente y que no son especificados en el ICA, pueden ser los generados por depresiones o hundimientos, así como aquellos que surgen al realizar una mala reparación o bacheo. Por otro lado, se categorizan los deterioros en los adoquines como: bacheos, depresiones, fallas en el confinamiento, pérdida de arena en las juntas de los adoquines y la pérdida de adoquines en el pavimento (LanammeUCR, 2017).

El ICA es un índice valioso para la evaluación de la infraestructura, sin embargo, carece de parámetros que consideren la experiencia del peatón desde una perspectiva psicológica. En este no se toma en consideración qué tan cómoda o segura se siente una persona al transitar por la ruta. Tampoco se contempla si la acera está expuesta a sol o lluvia, o si tiene espacios para descansos.

El Índice de Caminabilidad desarrollado por Felix Torres (2019) estudia 10 indicadores provenientes de distintas metodologías con la intención de converger en un índice que determine qué tan estimuladas se sienten las personas para caminar en un sitio. Estos indicadores los enuncia como índices y son los siguientes:

- Índice de ancho de acera
- Índice de arbolado y techo
- Índice de iluminación peatonal
- Índice de accesibilidad
- Índice de facilidad de cruce
- Índice de Obstáculos
- Índice de proximidad
- Índice de seguridad
- Índice de flujo de peatones
- Índice de Condición de Aceras

Como se logra observar en el listado anterior, este índice toma en consideración la condición estructural y el estado de las vías peatonales y para ello, utiliza el Índice de Condición de Aceras desarrollado por LanammeUCR (2017).

El Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM), en colaboración de la Agencia Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ), desarrolló el Índice de Movilidad Activa (IMA). El IMA toma como referencia los índices antes mencionados para establecer una forma de evaluación estándar de una zona de estudio. Este índice se divide en tres módulos para el análisis, estos módulos son los correspondientes al Índice de Caminabilidad y Accesibilidad Universal, Índice de Compatibilidad para Bicicletas y el Índice de Espacios Públicos (Instituto de Fomento y Asesoría Municipal, 2020).

El primer módulo evalúa las variables que influyen en que una persona decida o no transitar por una acera, tomando en consideración sus condiciones físicas para realizar el recorrido. Algunos de los parámetros que se toman en consideración para la evaluación son las dimensiones de la acera, caracterización de los obstáculos en la ruta, condiciones de arbolado y techo, condiciones de iluminación y características estructurales de la acera. Estos factores se muestran determinantes en la experiencia del usuario al realizar un recorrido pues influyen en su percepción de la seguridad y comodidad al realizar el recorrido. Los índices que componen el módulo y son de carácter obligatorio para la evaluación se expresan a continuación:

- Índice de Ancho
- Índice de Obstáculos
- Índice de Arbolado / Techo
- Índice de Iluminación
- Índice de Accesibilidad Universal
- Índice de Condición
- Índice de Cruces

Para el caso de las bicicletas, contemplando la intención de que el ciudadano se incorpore al sistema de transporte público, existen variables que pueden afectar su decisión modal. Entre las variables que se podrían definir como influyentes están el radio o distancia a recorrer, las características topográficas del área (pendientes) y las facilidades para la integración al sistema, es decir, que el usuario pueda dejar su bicicleta en un sitio seguro o bien, cargarla

consigo dentro del sistema (Hernández, 2014). Por otro lado, para el caso de los vehículos de movilidad personal VMP, sobresalen factores como la condición de las superficies de rodamiento, las obstrucciones en el camino y la iluminación en la zona. Es importante destacar que, dependiendo de la legislación del país respecto a estos temas, el VMP podrá movilizarse en zonas peatonales o bien, en las vías vehiculares, por lo que para estudiar los parámetros es necesario definir las vías para el VMP.

1.4. Delimitación del problema

1.4.1. Alcance

El trabajo se centra en la evaluación de las condiciones de infraestructura peatonal necesaria para una integración intermodal que involucre medios de movilidad activa presentes en los alrededores del Nodo Corredor de Alta Integración ubicado en el parque Kennedy, Montes de Oca y expuesto en el SITGAM 2020-2030.

La evaluación se realiza únicamente en el Nodo Corredor de Alta Integración ubicado en el Parque Kennedy, Montes de Oca y tendrá su foco de análisis en la condición de las vías exclusivas para peatones y de carácter público en un radio de 500m tomando como centros la estación de tren de la Universidad de Costa Rica y el parque Kennedy.

Las conclusiones obtenidas de esta investigación responden a la condición de la infraestructura en el momento en que se realiza el levantamiento de información. Cualquier modificación a la infraestructura que se realice posteriormente a la recopilación de datos queda excluida de la presente evaluación.

La investigación se enfoca en la evaluación de la infraestructura y no aspira a estudiar la demanda de movilidad activa en estos nodos. Se toma como supuesto una afluencia considerable de usuarios al sitio al ser estos futuros nodos de alta integración.

1.4.2. Limitaciones

Al tratarse de un enfoque de investigación relativamente reciente en el país, la información teórica orientada a las temáticas movilidad abordadas en la presente investigación es reducida, sin embargo, la actualidad de dichas fuentes se considera una ventaja.

A la hora de la realización de trabajo de campo respecto a los parámetros a evaluar, se debe considerar que el recurso humano es escaso, por lo que la cantidad de información recopilada podría no ser de la magnitud deseada.

Debido al contexto pandémico mundial producto del virus SARS-CoV-1, la programación del trabajo de campo es afectada, influyendo así en la correcta ejecución del cronograma de la investigación.

1.5. Metodología

1.5.1. Primera fase: Selección de los parámetros o índices para la evaluación y del sitio de estudio

En esta fase se recopila la información para la definición física y geográfica del Nodo Corredor de Alta Integración Parque Kennedy. Una vez se identifica el sitio, se procede a seleccionar el método para la evaluación de las condiciones para el fomento de la movilidad activa.

En este proyecto, se hace uso del Índice de Movilidad Activa (ÍMA) desarrollado por el Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM), institución la cual provee una herramienta digital mediante sistemas de información geográfica que brinda la posibilidad de plasmar las evaluaciones en una escala de color según la calificación obtenida en cada índice. Es importante mencionar, que en la plataforma del ÍMA se debe ingresar con un usuario y una contraseña propio del gobierno local donde se esté realizando la evaluación, es por esto que se debe establecer una comunicación entre el investigador y el municipio para que este les facilite la información para que la plataforma sea utilizada en nombre del mismo.

En esta fase se estudian los parámetros que se toman en consideración en el ÍMA para así identificar qué se necesita para lograr llevar a cabo una evaluación efectiva. Además, se delimita cuáles serán las vías por evaluar y se identifican las mismas.

1.5.2. Segunda fase: Recopilación de información en campo

Una vez definidos los parámetros y el método de evaluación, se considera si es suficiente la información sobre las características físicas del sitio, su infraestructura y condición de vías. En caso de que la información no sea basta, se recurre a una verificación y recopilación de datos en campo en el área delimitada.

Al definir que es necesario recopilar información de campo, se confecciona una herramienta para la medición de las variables que influyen en los índices según lo estipula el ÍMA. Se determina una nomenclatura para cada acera a ser evaluada, se define el área de influencia y de evaluación y consecuentemente se procede a recaudar la información de campo en documentos físicos para luego ser digitalizada en una hoja de Excel y finalmente, introducirlos en la plataforma del IFAM, acera por acera.

1.5.3. Tercera fase: Evaluación del Nodo Corredor de Alta Integración Parque Kennedy

En esta etapa se procede a evaluar las condiciones de infraestructura del Nodo Corredor de Alta Integración Parque Kennedy a partir de los valores otorgados a los parámetros definidos con anterioridad. Se define si el nodo cuenta con las condiciones óptimas para el desarrollo de movilidad no motorizada como opción para la integración al sistema de transporte público y se destacan los resultados relevantes obtenidos.

Para esto se utiliza la herramienta para el manejo de los datos que provee el IFAM, la cual genera los resultados del ÍMA y los expone en mapas. Todos los datos recopilados en campo y mediante otras vías deben ser ingresados para así generar los resultados de manera gráfica.

1.5.4. Cuarta fase: Conclusiones generadas de la investigación

En esta fase se describen las conclusiones más relevantes de la evaluación, se exportan los datos para poner a disposición de la población y se abre la discusión sobre cuáles serían las mejores rutas de intervención para la mejora de las condiciones de las aceras y las vías públicas en general. En esta fase del proyecto también se discuten las oportunidades de mejora para que el proyecto pueda replicarse de manera más efectiva y beneficiosa en otros nodos de los expuestos en el SITGAM 2020-2030.

En la Figura 8 se observa un diagrama de flujo que explica el procedimiento de que se debe seguir para llevar a cabo una evaluación de este tipo. El procedimiento puede ser replicado para cualquier nodo de integración, sin importar el municipio o zona donde este esté ubicado.

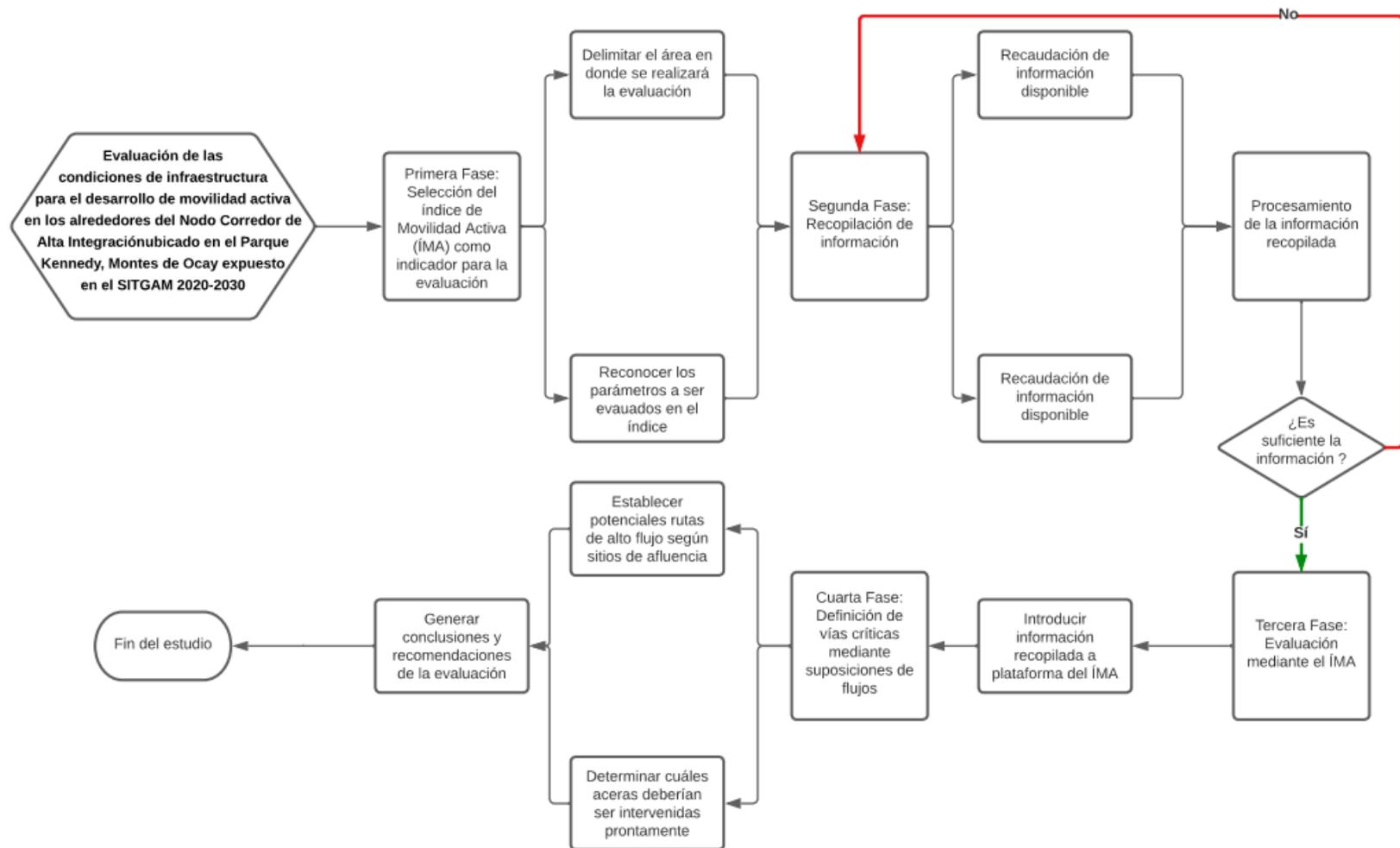


Figura 8. Metodología de trabajo para la investigación

2. Delimitación de área de estudio y parámetros para la evaluación

2.1. Determinación del radio de evaluación y consideraciones

Para la determinación del radio de evaluación se tomó como referencia el radio de influencia que expone la Secretaría de Planificación Sectorial del MOPT, la cual establece el uso de dos radios para la evaluación de los nodos, uno de 250 m y otro de 500 m. Para efectos de este proyecto, se considera como referencia el radio de 500 m, ya que este se encuentra más cercano a las necesidades de movilidad presentes en la actualidad, en función de la accesibilidad al transporte público. Además de que este radio está más cercano a las distancias máximas de caminabilidad expuestas anteriormente en este documento.

En el caso del radio de influencia seleccionado en el Proyecto Nodos para el Nodo Corredor de Alta Integración Parque Kennedy, se tomó como punto central la esquina sur del parque Kennedy, sin embargo, para el estudio aquí expuesto se tomaron 2 centros de interés para así exponer un radio de 500m respecto a cada centro. El centro 1 es la parada de tren de la estación UCR, esto debido a que se considera como prioritario la accesibilidad al tren como medio de transporte público por su importancia actual a nivel interurbano y las proyecciones institucionales del Instituto Costarricense de Ferrocarriles (INCOFER) en usar la infraestructura ferroviaria existente para la implementación del Tren Eléctrico Interurbano. Además, actualmente el tren interurbano es un medio de transporte público que tiene vía exclusiva y que contribuye a la disminución de la congestión vial en la ciudad. El centro 2 es el expuesto en el Proyecto Nodos, de la Secretaría de Planificación Sectorial, el parque Kennedy. Nodo que es de gran relevancia para el proyecto de Modernización del Transporte Público Modalidad Autobús. En la *Figura 9* se muestra la influencia de 250m y 500m determinada en el Proyecto Nodos.

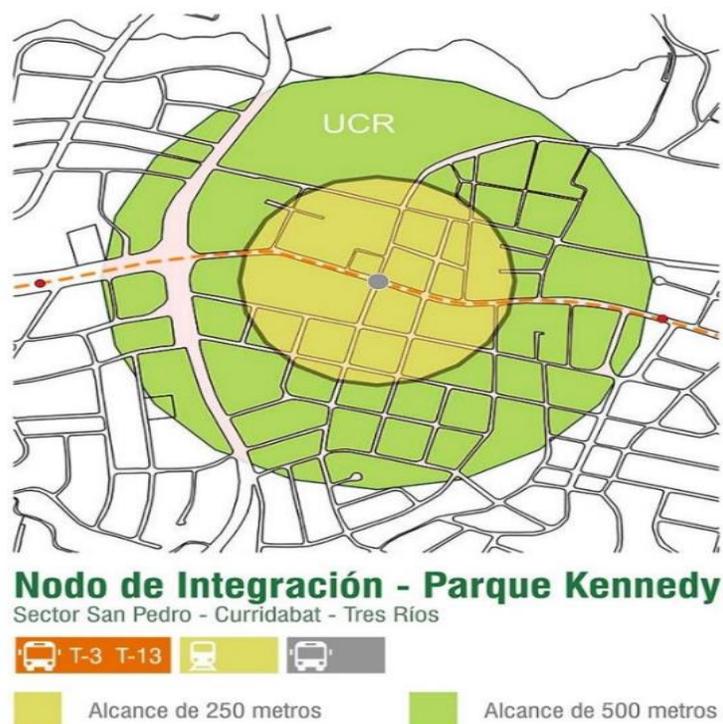


Figura 9. Área de influencia del nodo corredor Parque Kennedy según la Secretaría de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transporte

Fuente: Jiménez, 2020

El Proyecto Nodos muestra además un ejemplo del paso de las rutas de autobús del proyecto de sectorización y cómo serían las estaciones abiertas de este nodo una vez entre en funcionamiento el proyecto. Como este está focalizado en el parque Kennedy, se excluye de la propuesta visual la estación de tren de la UCR. Este diseño preliminar se puede observar en la *Figura 10*, donde se muestran algunos de los espacios peatonales para el intercambio modal. Esta estación recibiría las rutas de carácter secundario o alimentadoras y una parada por sentido para las rutas primarias o troncales.



Figura 10. Diseño de infraestructura física del nodo de integración Parque Kennedy

Fuente: Jiménez, 2020

En la *Figura 11* se puede observar la condición actual del centro del nodo estipulado en el Proyecto Nodos, la fotografía tomada es desde la esquina diagonal al parque Kennedy y acera que se encuentra frente al Outlet Mall.



Figura 11. Vista actual del nodo de integración Parque Kennedy

De igual forma, en la *Figura 12* se muestra la condición actual de la estación de tren de la universidad de Costa Rica.

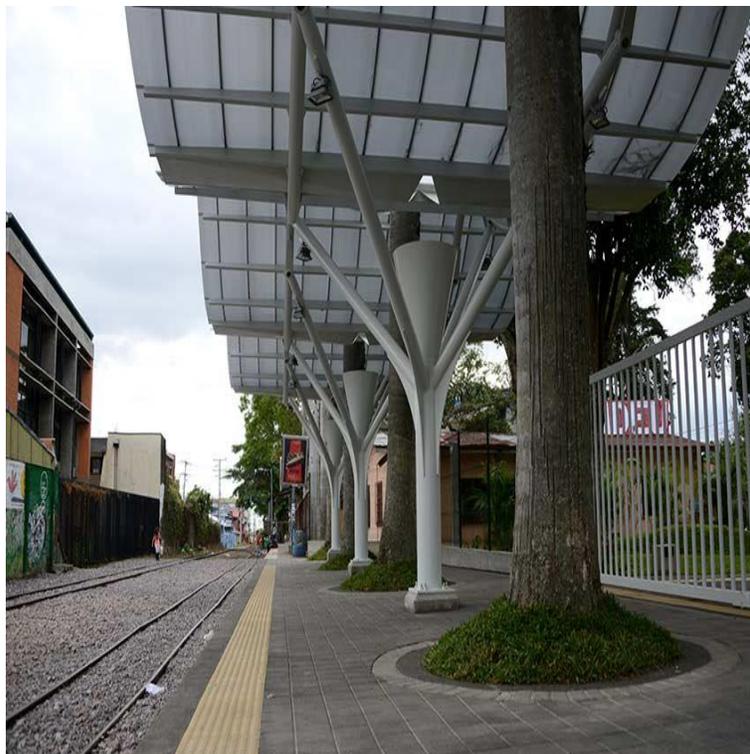


Figura 12. Estación de tren UCR

En la Figura 13 se muestran los radios de influencia estipulados y la nomenclatura utilizada para recaudación de información en campo. Para la obtención del radio se utilizó el sistema de información geográfica QGIS utilizando coordenadas CR05 / CRTM05. Nótese que en la selección de aceras quedaron excluidas las vías dentro de la Universidad de Costa Rica, esto se debe a que, para el enfoque del presente proyecto, es competencia la evaluación de las vías cuya responsabilidad de intervención es de la Municipalidad de Montes de Oca, o bien, del Ministerio de Obras Públicas y Transporte, de acuerdo con lo establecido en la Ley N.º 9976 (Movilidad Peatonal).

El sector C corresponde al más amplio en ser evaluado y, además, es el que presenta mayor cantidad de edificaciones de carácter habitacional. Por otro lado, el sector A contiene dentro de su área de influencia la Universidad de Costa Rica. Esta propiedad es de relevante importancia pues dentro de ella se encuentran vías peatonales y vehiculares. A pesar de ser una propiedad privada, la Universidad de Costa Rica mantiene muchos de sus accesos peatonales completamente abiertos las 24h del día, lo cual hace que su infraestructura peatonal sea utilizada no solo por los universitarios o administrativos, sino también por los ciudadanos de Montes de Oca en general. Debido a que este proyecto limita su alcance a la evaluación de rutas de uso peatonal y de carácter público, no se procederá con la evaluación de estas vías peatonales, mas es evidente que dichas vías son de crucial importancia para la movilidad activa en la zona.

Una vez definido el espacio físico que se considera debe ser evaluado se procede a delimitar dicho espacio en la plataforma del Índice de Movilidad Activa (IMA) para crear el proyecto en cuestión. Para esto se toman en consideración principalmente aquellos cuadrantes que se encuentran incluidos en su totalidad dentro de los radios de influencia. Si el cuadrante en cuadrante cuenta con la mayoría de sus aceras fuera del radio de influencia, este no se tomaría en consideración pues puede afectar en la medición del proyecto como producto. La excepción a este caso se encuentra en el cuadrante que contiene las aceras A.80, A.11, A.35.1 y A.35.2, pues estas aceras se consideran de gran relevancia ya que podrían presentar grandes flujos peatonales al ser la infraestructura vial que bordea la Universidad de Costa Rica y, además, que en la acera A.80 se encuentra la estación de tren de la Universidad de Costa Rica que se muestra en la *Figura 12*. Para este cuadrante, solo se tomó en consideración para la evaluación las aceras que se encuentran en su totalidad dentro de los radios de influencia.

En la siguiente figura, se muestra el resultado del trazado de los cuadrantes a ser evaluados mediante el ÍMA debido a las circunstancias antes expuestas.

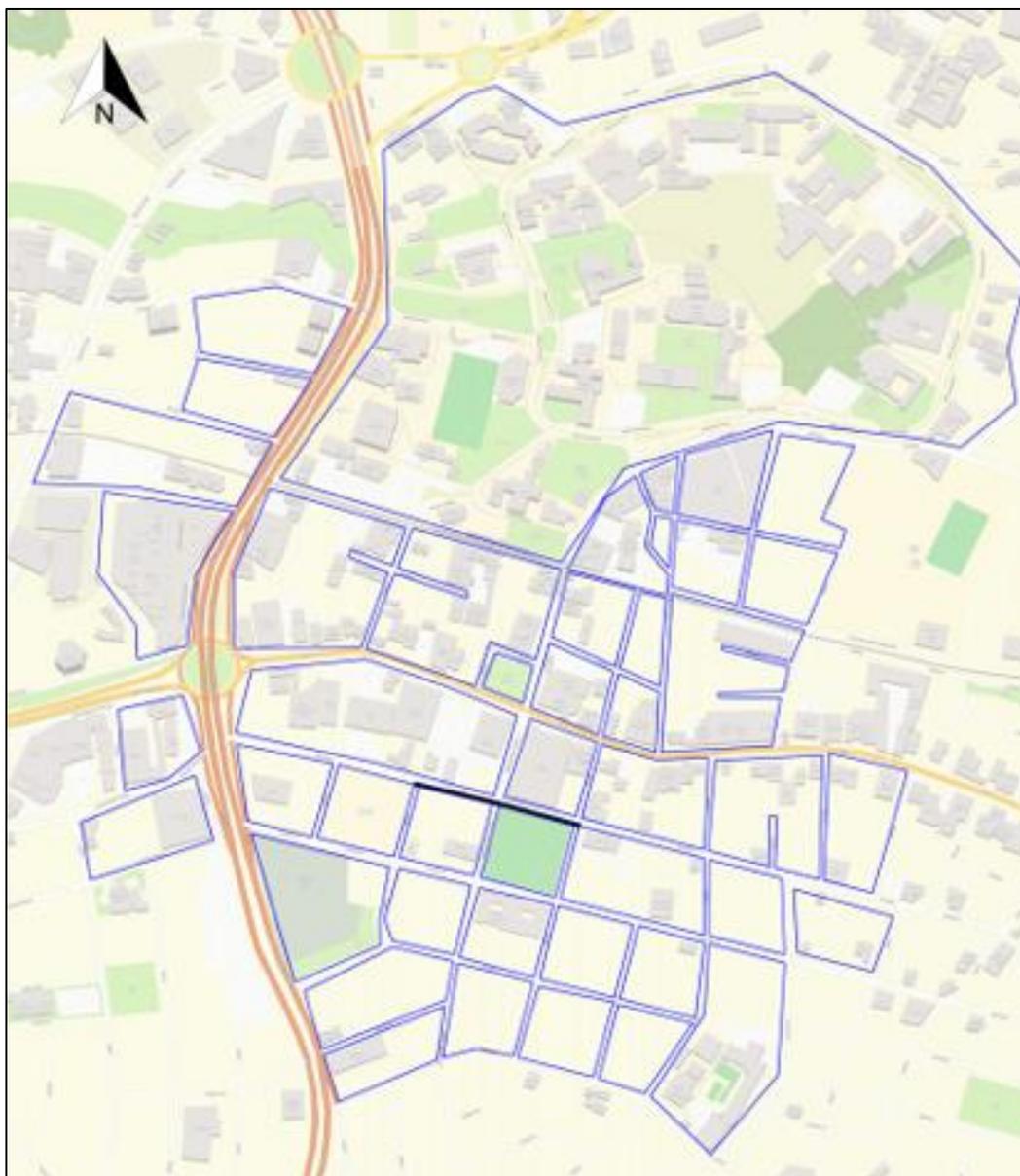


Figura 14. Cuadrantes trazados para la evaluación mediante el ÍMA

2.2. Determinación de los parámetros de evaluación

Se utiliza el módulo 1 del Índice de Movilidad Activa (IMA) desarrollado por IFAM para el levantamiento de información de campo y correspondiente evaluación del Nodo Corredor de Alta Integración. Esta elección se debe a que dicho índice contempla variables que se consideran de gran relevancia para el fomento de la movilidad activa como lo es el estado estructural de la acera, la iluminación, los obstáculos presentes en la misma, entre otros.

Dicho módulo, está compuesto por los índices mencionados anteriormente en este documento y para los cuales se presentarán los criterios de evaluación a considerar para la obtención del IMA.

- Índice de Ancho

El puntaje obtenido para este índice depende directamente del ancho medido en campo. En el siguiente cuadro se muestran los criterios para la evaluación del índice.

Cuadro 1. Criterios para el cálculo del índice de ancho

Ancho de Acera	Puntaje
1.6m > Ancho medido ≥ 1.2m	250 x (ancho medido) – 120
1.2 m > Ancho medido	250 x (ancho medido)
No existe acera	0

Fuente: IFAM, 2020

- Índice de Obstáculos

Para este índice se debe definir el tipo de obstáculo presente en la acera según una lista predeterminada, en caso de que el obstáculo no pertenezca a la lista, se procede a seleccionar "otro". Las variables para considerar para este índice son: ancho de obstáculo, ancho transitable junto al obstáculo y cantidad total de obstáculos presentes.

Para calcular el índice, se toma en consideración el obstáculo crítico, es decir, aquel que representa una mayor dificultad para el tránsito del peatón pues obstruyen un mayor porcentaje de la acera y disminuye el espacio de tránsito libre.

El valor del índice se toma como el valor absoluto del porcentaje transitable, el cual se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Índice por tamaño de obstáculo} = \frac{\text{Ancho libre de obstáculo}}{\text{Ancho de acera}} \times 100$$

La cantidad total de obstáculos se considera para así disminuir el porcentaje mediante un coeficiente. En el siguiente cuadro se muestra la influencia que ejerce la cantidad de obstáculos en el puntaje final del índice mediante el coeficiente asociado.

Cuadro 2. Coeficiente de obstáculos

Cantidad de obstáculos	Coeficiente (C)
1	1
2 a 3	0,8
4 a 6	0,6
7 a 9	0,4
>10	0,2

Fuente: IFAM, 2020

Se tiene entonces que el puntaje para el índice de obstáculos es el total de la multiplicación del índice por tamaño de obstáculo por el coeficiente de penalización por cantidad de obstáculos.

$$\text{Índice de obstáculo} = \text{Índice por tamaño de obstáculo} \times C$$

- Índice de Arbolado / Techo

Se considera que una acera está techada o arbolada si la altura del techo o el follaje es superior a 2,20m. Caso contrario, los elementos son considerados obstáculos. La puntuación para este índice se toma como se enuncia en el siguiente cuadro.

Solo se considera como techo de acera aquella infraestructura que fue diseñada directamente para esa función. Se descarta dentro de la evaluación, los aleros de casas que cumplen dicha función pues esta infraestructura depende de las intenciones del propietario y no de los intereses del gobierno municipal.

Cuadro 3. Criterios para el cálculo de índice de arbolado / techado

Tipo de techo	Criterio	Puntaje
Arbolado	>40% del largo de la acera	100
	<40% del largo de la acera	0
Techo	>70% del largo de la acera	80
	<70% del largo de la acera	0
Ambos	>40% del largo de la acera	100
	<40% del largo de la acera	0

Fuente: IFAM, 2020

- Índice de Iluminación

Para este índice se considera si el alumbrado está diseñado para alumbrar la acera o bien, para alumbrar la superficie de rodamiento para el paso vehicular. En el caso de ser alumbrado vehicular se considera un coeficiente de penalización de $C=0,8$, en el caso de que sea peatonal el coeficiente se vuelve 1. También se considera si el alumbrado se encuentra en la misma acera o en la acera de enfrente. Si el alumbrado está en la misma acera el coeficiente es 1, si está en la acera de enfrente es 0,7.

Otra variable de relevancia en este índice es la cantidad de alumbrado presente en la acera. La puntuación se otorga según la siguiente tabla.

Cuadro 4. Criterios para el cálculo del índice de iluminación

Cantidad de alumbrado	Puntuación
$>T1$	100
$T2 < X < T1$	50
$<T2$	0

Fuente: IFAM, 2020

Donde X corresponde a la cantidad de alumbrado real u observado en campo y T1 y T2 se describen a continuación.

$$T1 = \frac{\text{Longitud de acera}}{15}$$

$$T2 = \frac{\text{Longitud de acera}}{25}$$

- Índice de Accesibilidad Universal

Este índice evalúa la condición de la acera en cuanto la consideración para que esta sea utilizada por una persona con alguna discapacidad. Entre los elementos con los que debe contar la acera para optar por una buena puntuación en este rubro está el hecho de contar con rampas de acceso, que estas tengan antideslizante, así como contar con indicadores táctiles para no videntes. Las pendientes de la acera, tanto longitudinal como transversalmente también son consideradas. Estas características influyen directamente en la experiencia de un usuario con discapacidad y son elementos decisivos en cuanto a la decisión de realizar un viaje o no, o bien, de hacerlo de manera insegura al utilizar la calzada vehicular. En las siguientes tablas se estipulan los criterios de puntuación según los factores antes descritos.

Cuadro 5. Criterios para el cálculo del índice de accesibilidad universal, rampas de acceso

Característica de las rampas	Criterio	Peso de puntuación
Estado de la rampa de acceso	Malo	6.25
	Bueno	12.5
Pendiente	>10%	6.25
	≤ 10%	12.5
Ancho	<1.2m	6.25
	≥1.2m	12.5
Condición	Sin antideslizantes	6.25
	Con antideslizantes	12.5

Fuente: IFAM, 2020

Para el caso de los indicadores táctiles para personas no videntes, si estos existen y son continuos, se le otorga un peso de 50, si son discontinuos, el puntaje es de 25 y en el caso de que no existan, el puntaje es de 0.

El valor crítico para la pendiente transversal es de 2%. Si la acera tiene una pendiente transversal inferior a 2%, la puntuación tiene un peso de 50. Caso contrario, la acera recibe una puntuación de 0 para esta variable. Este enunciado coincide con lo estipulado en la norma INTE W9:2002, donde se establece una pendiente máxima de 2% tanto longitudinal como transversalmente (INTECO, 2002).

Los criterios para la evaluación de la pendiente longitudinal se observan en la siguiente tabla.

Cuadro 6. Criterios para el cálculo del índice de accesibilidad universal, pendiente longitudinal

Pendiente longitudinal	Peso
<2%	50
2%<x<6%	40
6%<x<10%	30
10%<x<12%	20
>12%	0

Fuente: IFAM, 2020

- Índice de Condición de aceras

Este índice pretende evaluar la condición de infraestructura de las aceras desde el análisis de la cantidad y características de los deterioros o irregularidades presentes en la misma. Para

ello primero se debe diferenciar el material del que está hecha la acera, si ésta es de concreto, adoquín o asfalto. Los tipos de deterioros o irregularidades a evaluar para el caso de las aceras hechas de concreto son los siguientes:

- Acumulación de sedimentos
- Grietas
- Huecos
- Escalones
- Bacheos
- Desnudamiento
- Depresiones

Cuadro 7. Coeficiente por cantidad deterioros o irregularidades

Cantidad	Coeficiente
≤1	1
1 a 3	0,8
4 a 6	0,6
7 a 9	0,4
>10	0,2

Fuente: IFAM, 2020

Para cada una de las diferentes variables se considera el nivel de gravedad de esta, por ejemplo, al evaluar un hueco se toma como el hueco más grave aquel que cuenta con el mayor ancho y la mayor profundidad. Esto debido a que, según sus dimensiones, más complicado puede llegar a ser para un peatón obviarlo. En el siguiente cuadro se puede observar el peso que se le otorga a cada irregularidad en función de su nivel de criticidad.

Cuadro 8. Criterios para el índice de condición de acera en concreto

Tipo de irregularidades	Coeficiente	Peso
Sedimentos	<10 cm	0
	10cm <x<2,5 cm	Pendiente de la recta
	>30cm	12
Grietas	<1 cm	0
	1cm <x<2,5 cm	Pendiente de la recta
	>2,5 cm	20

Tipo de irregularidades	Coficiente	Peso
Huecos	<10 cm	0
	10cm <x< 30 cm	Pendiente de la recta
	>30cm	20
Escalonamientos	<2 cm	0
	2cm <x< 5 cm	Pendiente de la recta
	>5cm	28
Bacheo	Bueno	0
	Malo	20

Fuente: IFAM, 2020

Para el caso de las aceras hechas con adoquín, los deterioros o irregularidades a considerar son los siguientes:

- Acumulación de sedimentos
- Escalonamiento
- Bacheo
- Separación de adoquines
- Falta de adoquines
- Depresiones
- Confinamiento

Para el caso de las aceras de adoquín se plantean los siguientes criterios.

Cuadro 9. Criterios para el índice de condición de acera en adoquín

Tipo de irregularidades	Coficiente	Peso
Desnudamiento	Mínimo	0
	Moderado	10
	Severo	20
Separación de adoquines	<1 cm	0
	1cm <x<2,5 cm	Pendiente de la recta
	>2,5 cm	20
Falta de adoquines	<1	8
	1 a 3	18
	>3	28
Depresiones	<1,5 cm	0

Tipo de irregularidades	Coficiente	Peso
	1,5cm < x < 3 cm	Pendiente de la recta
	>3cm	28
Confinamiento	<1 cm	0
	1 cm < x < 1,5cm	Pendiente de la recta
	>1,5 cm	8

Fuente: IFAM, 2020

- Índice de Cruces

Este índice evalúa la condición de los cruces en cada intersección y toma en consideración elementos como si la intersección es semaforizada o no, si existe un paso peatonal o si al menos cuenta con una señal de alto. Además, considera accesibilidad universal pues evalúa los accesos de la acera a la intersección.

Cuadro 10. Criterios para índices de cruces por señalización

Tipo de señalización del cruce peatonal	Peso
Horizontal	50
Vertical	50
Horizontal y vertical	100
No hay	0

Fuente: IFAM, 2020

Cuadro 11. Criterios para índices de cruces por tipo de control de tránsito

Tipo de control de tránsito vehicular	Peso
Paso a nivel de acera	100
Paso a nivel de acera y semáforo	100
Semáforo y reductor de velocidad	90
Semáforo	80
Reductor de velocidad	70

Fuente: IFAM, 2020

Adicionalmente, se toman en cuenta factores como la cantidad de carriles que una persona debe cruzar para sobrepasar la intersección.

Cuadro 12. Criterios para índice de cruces por cantidad de carriles a cruzar

Cantidad de carriles a cruzar	Isla	Peso
1	No	-
2	No	-
3	No	-
4	No	0
4	Sí	100

Fuente: IFAM, 2020

Al tener un mapeo general de los requerimientos básicos planteados por el ÍMA para la recopilación de información de capa para el módulo 1, se procede a crear un instrumento para la toma de datos en campo. Haciendo una separación entre las condiciones y características de la acera y las de la intersección.

Para el levantamiento de información en campo se utilizó el documento expuesto en la Figura 16 y Figura 17, desarrollados con el fin de realizar de la manera más eficiente el trabajo de campo. Aparte de los parámetros expuestos en el IMA, se involucró en la recopilación en campo si existen parqueos en la acera y si estos parqueos son para un vehículo o corresponden a un acceso para varios vehículos. Esta variable se considera de relevancia pues influye en el flujo de peatones y eventualmente la entrada de un vehículo puede considerarse un obstáculo momentáneo.

Al realizar la recopilación de información en el campo se hizo necesario el involucramiento de variables asociadas a las ya estipuladas por el IMA. A manera de ejemplo, según la Guía Del Usuario, documento que indica el procedimiento para el ingreso de datos en la herramienta web del IFAM, se estipula que el ancho de acera corresponde la distancia que existe entre un borde de propiedad y la superficie de rodamiento de vehículos, tal como se muestra en la Figura 15. Sin embargo, la acera se define como una zona transitable por un peatón, por lo que, al analizar la figura expuesta por la guía, el ancho a considerar sería propiamente el ancho cuya superficie es de concreto. Así mismo, al realizar la evaluación del índice de condición de acera, en el apartado para seleccionar el tipo de material, solo se consideran materiales como concreto, adoquín o asfalto, por lo que se descartaría considerar como acera un área verde. A pesar de lo anterior, se decide tomar ambas distancias pues puede llegar a ser de utilidad contar con dicha información.



Figura 15. Delimitación de acera plateada por el IFAM mediante el ÍMA

Fuente: IFAM, 2020

Es importante mencionar que a pesar de que se procedió a realizar la recopilación de información en campo con las herramientas antes descritas, el IFAM provee la facilidad de que el levantamiento se realice digitalmente mediante un dispositivo electrónico desde el campo, ya sea una tableta o un teléfono celular inteligente. Esto haría más sencillo el proceso, sin embargo, al estar en proceso de implementación la plataforma, existen algunas deficiencias en cuanto a la facilidad de uso que podrían llegar a complicar la captación de los datos, además de que se requiere estar vinculado a una red de internet.

El recopilar la información mediante los documentos expuestos a continuación brinda además la posibilidad de captar datos generales más allá de los necesarios para el ÍMA, lo cual ayuda a exponer mejor la realidad respecto al estatus de la infraestructura peatonal y contextualizar de mejor manera el área de estudio.

Levantamiento de información para evaluación del Índice de Caminabilidad en el Nodo Corredor de Alta Integración Parque Kennedy				
0.0	Datos generales de la acera			
0.1	Código de cuadrante			
0.2	Código de acera			
0.3	Longitud a evaluar			
1.0	Índice de Ancho de Acera			
1.1	Número de Medición	1	2	3
1.2	Ancho de acera (m)			
1.3	Ancho mínimo calculado para el tramo			
2.0	Índice de Obstáculos			
2.1	Número de obstáculo (obstáculos críticos)	1	2	3
2.2	Tipo de obstáculo (Panel publicitario/Basurero/Panel de parada de autobús/Otro)			
2.3	Ancho de obstáculo (m)			
2.4	Ancho transitable junto al obstáculo (m)			
2.5	Cantidad total de obstáculos en la acera			
3.0	Índice de Arbolado y Techo			
3.1	¿La acera cuenta con cubierta arbolada por encima de los 2.20m de altura desde el nivel de acera? (sí/no). Si la respuesta es no, obviar punto 3.2	Sí	No	
3.2	Longitud de la cobertura arbolada			
3.3	¿La acera cuenta con un tramo techado por encima de los 2.20m de altura desde el nivel de acera? (sí/no). Si la respuesta es no, obviar punto 3.4	Sí	No	
3.4	Longitud de tramo techado (m)			
4.0	Índice de Iluminación			
4.1	¿Existe iluminación pública dirigida hacia la acera o pasos peatonales? (sí/no)	Sí	No	
4.2	¿Existe iluminación pública dirigida hacia la calzada vehicular? (sí/no)	Sí	No	
4.3	Ubicación del alumbrado que ilumina la acera (misma acera/ acera de enfrente)			
4.4	Cantidad de alumbrado (cantidad de postes de luz)			
5.0	Índice de Accesibilidad Universal			
5.1	Estado de la rampa de acceso a calzada (Bueno/malo)			
5.2	Pendiente de la rampa de acceso a calzada (%)			
5.3	Ancho de rampa de acceso a calzada (m)			
5.4	¿La rampa de acceso a la calzada cuenta con antideslizante? (Sí/no)			
5.5	¿Existen indicadores táctiles en la acera? (Sí/no) Si la respuesta es no, obviar punto 5.6	Sí	No	
5.6	¿Los indicadores táctiles son continuos a lo largo de toda la acera? (Sí/no)	Sí	No	
5.7	Pendiente transversal de la acera (%)			
5.8	Pendiente longitudinal de la acera (%)			
6.0	Índice de condición de acera			
6.1	Tipo de material de la acera. Si el material es concreto, responder puntos del 6.2 al 6.17. Si el material es adoquín, responder puntos del 6.18 al 6.29. Si el material es asfalto, obviar todos los siguientes puntos	Concreto	Adoquín	Asfalto
			Otro	
		<u>Concreto</u>		

Figura 16. Documento para recopilación de información en campo (1)

6.2	Cantidad de acumulaciones de sedimentos, en caso de que existan				
6.3	Espesor máximo de la acumulación de sedimentos, en caso de que existan (cm)				
6.4	Cantidad de grietas existentes a lo largo de la acera				
6.5	Espesor de la grieta más grande (cm)				
6.6	Cantidad de huecos existentes en la acera				
6.7	Profundidad mayor de hueco (cm)				
6.8	Ancho del hueco de mayor tamaño en la acera (cm)				
6.9	Cantidad de escalones				
6.10	Altura máxima de escalón (cm)				
6.11	Cantidad de bacheos				
6.12	Estado predominante de los baches (bueno/malo)				
6.13	Cantidad de desnudamientos de material que se observan en la acera				
6.14	Estado predominante de los desnudamientos de material (severo/moderado/mínimo)				
6.15	Cantidad de depresiones existentes en la acera				
6.16	Profundidad máxima de las depresiones (cm)				
6.17	Cantidad de irregularidades en la acera. Considerese como irregularidad la existencia de sedimentos, bacheos, huecos, escalonamientos, grietas, entre otros.				
<u>Adoquines</u>					
6.18	Cantidad de acumulaciones de sedimentos, en caso de que existan				
6.19	Espesor máximo de la acumulación de sedimentos, en caso de que existan (cm)				
6.20	Cantidad de escalones				
6.21	Altura máxima de escalón (cm)				
6.22	Cantidad de bacheos				
6.23	Estado predominante de los baches (bueno/malo)				
6.24	Cantidad de irregularidades por separación de adoquines				
6.25	Separación de adoquines máxima (cm)				
6.26	Cantidad de adoquines faltantes en la acera				
6.27	Cantidad de irregularidades por falta de confinamiento				
6.28	Espesor máximo de irregularidad por falta de confinamiento (cm)				
6.29	Cantidad de irregularidades en la acera. Considerese como irregularidad la existencia de sedimentos, bacheos, huecos, escalonamientos, grietas, entre otros.				
7.0	Características de accesos vehiculares en acera				
7.1	Cantidad de accesos vehiculares en la acera				
7.2	Cantidad de accesos vehiculares para viviendas (unifamiliar principalmente)				
7.3	Cantidad de accesos vehiculares para zonas de parqueos				
7.4	Número de zona de parqueo	1	2	3	4
7.5	Cantidad de parqueos en cada zona de parqueo				

Figura 17. Documento para recopilación de información en campo (2)

En la sección de anexos se comparte evidencia fotográfica del levantamiento realizado en campo y ejemplos de los datos físicamente recopilados en campo.

A parte de la información recopilada para evaluar la condición de las aceras para el fomento de la movilidad activa, se realizó una evaluación de las condiciones de las intersecciones, considerando si estas están semaforizadas o no, si cuentan con rampas de acceso, así como si éstas tienen pasos peatonales, entre otras variables. En la Figura 18 se muestra el documento utilizado para el análisis de las intersecciones.

0.0	Datos generales del Cruce		
0.1	Aceras entre las cuales se encuentra el cruce	1	2
0.2	Posición del cruce respecto a aceras (Perpendicular/Paralela-Final e inicio de acera)		
1.0	Índice de Cruces		
1.2	¿Existe señalamiento vertical que indique la presencia del cruce peatonal? (Sí/no)	Sí	No
1.3	¿Existe señalamiento horizontal que indique la presencia del cruce peatonal? (Sí/no)	Sí	No
1.4	¿El paso peatonal está a nivel de acera? (Sí/no)	Sí	No
1.5	¿Existe un semáforo? (Sí/no) En caso de que no, obviar punto 7.6	Sí	No
1.6	¿El semáforo cuenta con una fase peatonal? (Sí/no)	Sí	No
1.7	¿Existen reductores de velocidad para vehículos? (Sí/no)	Sí	No
1.8	Cantidad de carriles que una persona tiene que cruzar		
1.9	¿Existe isla para peatones? (Sí/no)	Sí	No

Figura 18. Documento para análisis de intersecciones

Estas herramientas para la recopilación de información pueden ser utilizadas de manera física o digital y se consideran suficientes para poder realizar la evaluación del ÍMA en la sección de caminabilidad siempre y cuando no se consideren factores de flujos peatonales.

Una vez identificadas las variables a ser evaluadas, se procede a realizar la evaluación en campo de las aceras seleccionadas. Para el ingreso de los datos a la plataforma del IFAM se requiere del ingreso mediante un usuario de un ente municipal. Para este proyecto, debido a que el área de estudio se encuentra inscrita dentro del territorio de la Municipalidad de Montes

de Oca, se procede a elaborar un perfil y usuario para este ente gubernamental. Una vez creado el perfil, definido el cuadrante, recopilada la información de campo y digitalizada, se procede a introducir dicha información en la plataforma ÍMA del IFAM para así obtener resultados gráficos y la ponderación de los índices, así como una evaluación general de las aceras a disposición de la población.

3. Resultados generales obtenidos

Una vez recopilados los datos, se precede a filtrar y digitalizar los mismos para así obtener un panorama general del estado de las aceras y las condiciones para la movilidad activa en la zona de estudio. Estos datos primeramente son ingresados en una matriz de interacción donde se les otorgan valores fijos a los diferentes parámetros de estudio y así poder realizar un análisis gráfico comparativo para encontrar aquellas zonas críticas y aquellas con las mejores condiciones.

De la digitalización de los datos y la revisión de estos se pueden obtener algunos resultados preliminares que serán expuestos a continuación.

Se tiene que un 61% de las aceras evaluadas cumple con el ancho mínimo de 1,2 m establecido por la norma INTE W9:2022, sin embargo, al evaluar el ancho mínimo para altos flujos estipulado en la norma (1,8 m), solamente un 14% cumple. Del total de las aceras, el 99% cuenta con suficiente espacio entre calzada vehicular y propiedad para llegar a cumplir con el ancho mínimo de la norma, pero solo un 61% podría llegar los 1,8 m.

Respecto al índice de arbolado y techo, un 16% cuenta con arbolada como forma de protección contra el sol o lluvia y un 2% cuenta con techo.

Sucede de manera similar cuando se considera el índice de iluminación, pues de todos los registros, solamente un 12% cuenta con iluminación que sea exclusivamente para la infraestructura peatonal.

En cuanto al Índice de Accesibilidad, un 52% cuenta con alguna rampa de acceso a la acera, un 43% de las aceras cuenta con rampa en buen estado y solo un 15% de ellas cuenta con antideslizantes en la rampa de acceso. El 19% de las aceras cuenta con indicadores táctiles y el 52% de estas que cuentan con indicadores, los tienen de manera continua, es decir, a lo largo de toda la acera.

Cuadro 13. Resultados preliminares de los datos recopilados

Cuadro de resultados preliminares	
Rubro	Valor porcentual
Cumplimiento de ancho mínimo (1,20 m)	61%
Potencial cumplimiento por ancho de propiedad (1,20 m)	99%
Cumplimiento de ancho mínimo para espacios de altos flujos peatonales (1,8 m)	14%
Potencial cumplimiento por ancho de propiedad para altos flujos peatonales (1,8 m)	61%
Aceras que cuentan con arbolado	16%
Aceras que cuentan con techado	2%
Aceras que cuentan con iluminación peatonal	12%
Aceras que cuentan con rampa de acceso	52%
Aceras que cuentan con rampa de acceso en buen estado	43%
Aceras que cuentan con rampa de acceso con antideslizante	15%
Aceras que cuentan con indicadores táctiles	19%
Aceras que cuentan con indicadores táctiles continuos a lo largo de la misma	10%
Aceras sin obstáculos	38%

Una vez realizado un análisis cualitativo de los resultados obtenidos se procede a ingresar los datos en la herramienta web desarrollada por el Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM) de Índices de Movilidad Activa (íMA). La herramienta web antes mencionada permite vincular los datos obtenidos con mapas georeferenciados, lo cual ayuda a visualizar y diagnosticar de manera sencilla el estado de las aceras de un área de estudio (IFAM, 2020). La información será ingresada mediante la plataforma desarrollada por el IFAM y utilizando el usuario proporcionado por la Municipalidad de Montes de Oca, esto debido a que la herramienta fue diseñada para ser utilizada exclusivamente por gobiernos municipales.

Mediante el proceso expuesto, se pretende validar la funcionalidad de la herramienta desarrollada por el IFAM en el análisis de los nodos de integración expuestos en el SITGAM 2020-2030 utilizando como ejemplo el Nodo Corredor de Alta Integración ubicado en el Parque Kennedy, Montes de Oca. Además, la información recopilada, aparte de ser de gran utilidad para la corroboración del índice como un instrumento de evaluación de la condición de las vías para el fomento de la movilidad activa en los nodos corredor de alta integración, podrá ser almacenada y utilizada directamente por la municipalidad al tener ya un radio evaluado y acceso directo a dicha información.

Para el caso del Índice de Ancho, la mayoría de las aceras presentan una evaluación entre 0 y 70, esto debido a que sus anchos mínimos son inferiores a 1.7m y no cuentan con franjas de equipamiento. En la Figura 19 se muestran los resultados generales obtenidos para este índice. Es importante destacar que aquellas aceras que se muestran de color negro en este índice son porque no presentan infraestructura peatonal como tal. Además, los demás índices son dependientes de este, no es posible caracterizar o evaluar una acera si no presenta índice de condición de acera. Es decir, si en la Figura 19 se muestra una acera en color negro, en las demás evaluaciones no será considerada.

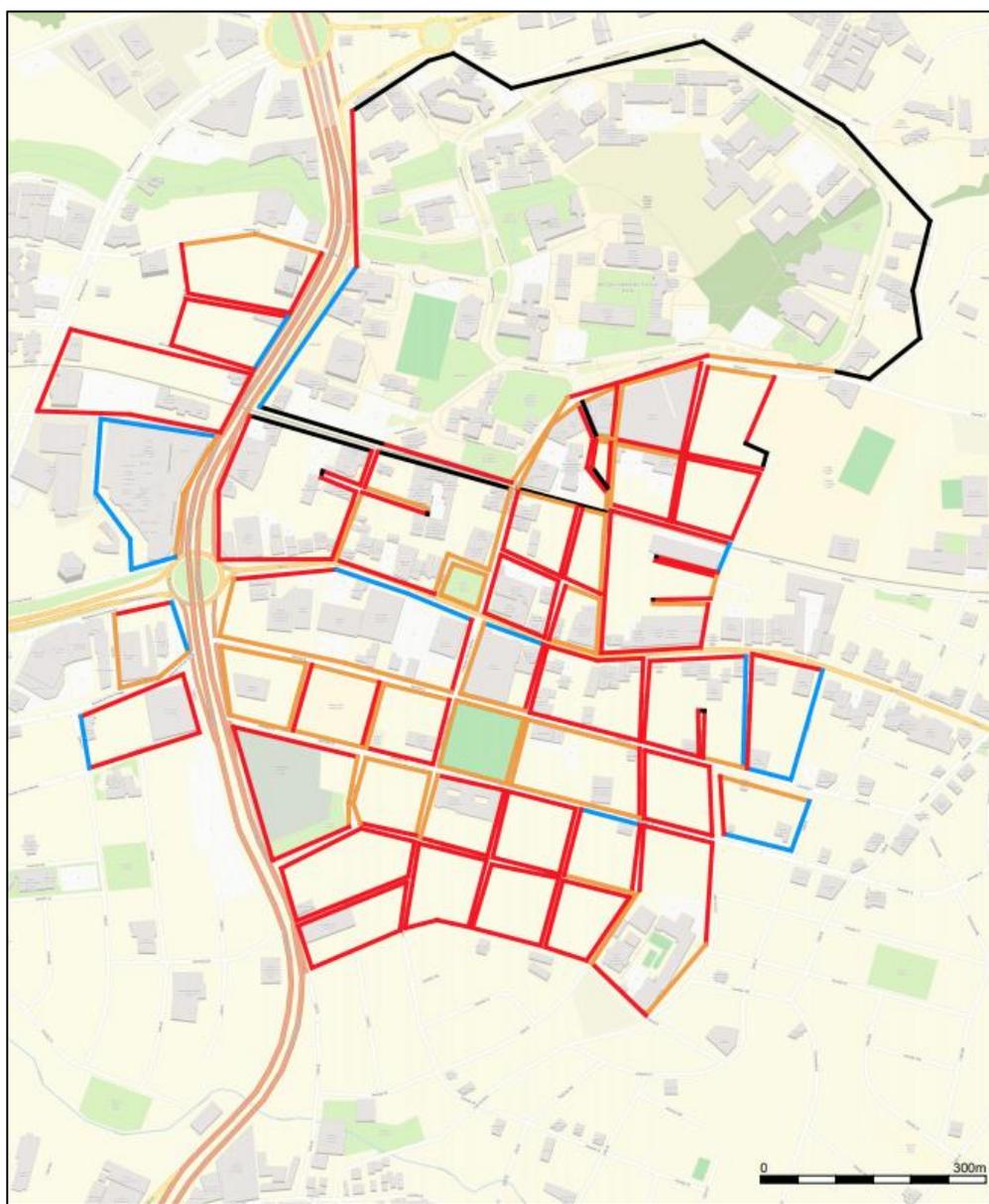


Figura 19. Resultados Índices de Ancho (IA)

Para el caso del índice de obstáculos se muestran mejores resultados. En la Figura 20 se observa que cerca de un 38% de presenta una puntuación de este índice de 99 a 100 puntos, lo cual indica que estas aceras no cuentan con obstáculos en su ancho transitable. Esto no exime el hecho de que la acera cuente con obstáculos en su franja de equipamiento, sin embargo, esto no afecta pues no obstruye la calzada destinada al tránsito peatonal.

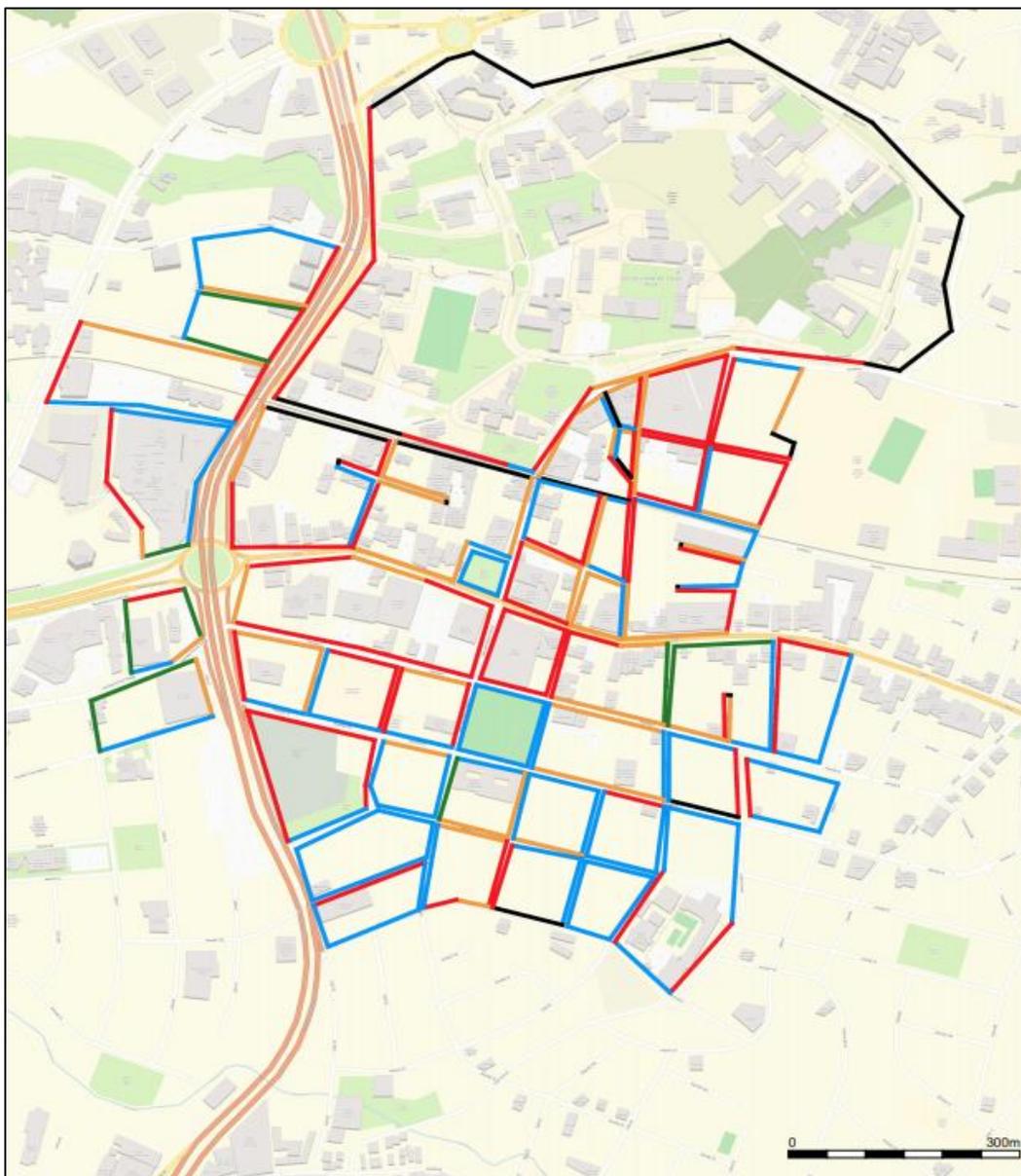


Figura 20. Resultados Índices de Obstáculo (IO)

En la Figura 21 se puede observar cómo un obstáculo puede disminuir considerablemente en el ancho de acera transitable. En este caso, la acera se ve disminuida en más de un 50%, incluso cuando la misma cuenta con una franja para equipamiento o área verde. Este ejemplo es crucial puesto que muestra como una buena intención, para mejorar la condición de arbolado de las vías públicas, puede afectar en la infraestructura peatonal. Para la selección de los árboles a colocar en las vías peatonales, se debe tomar en consideración el ancho máximo del tronco y la especie de árbol, pues sus raíces pueden deteriorar la infraestructura peatonal y generar afectaciones, además de que pueden representar un riesgo para la seguridad vial. Es observado en ocasiones que una selección de árboles sin fundamento biológico o ambiental podría representar incluso repercusiones en la calzada vehicular generando levantamientos que pueden provocar accidentes o una constante intervención para reparaciones. Así mismo, levantamientos en las aceras pueden provocar accidentes e imposibilitar el tránsito para una persona con condiciones limitadas de movilidad.



Figura 21. Ejemplo de obstáculo

Para el caso del índice de arbolado, se observa que el mapa obtenido no brinda información relevante puesto que como se comentó anteriormente, un 84% de las aceras levantadas no cuenta con un arbolado y un 98% no cuenta con techado que sea significativo para cubrir a

una persona del sol o bien, de la lluvia. Se destacan los resultados obtenidos en las aceras C.99.1, C.37.1 y A.35.2, donde la cubierta de arbolado es mayor al 40% del largo de la acera. Para los pocos casos en los que se presenta un techado, el mismo es menor a un 70% del largo de la acera, por lo que su puntaje es 0 y se compara con aquellas aceras que no tienen nada de techado.

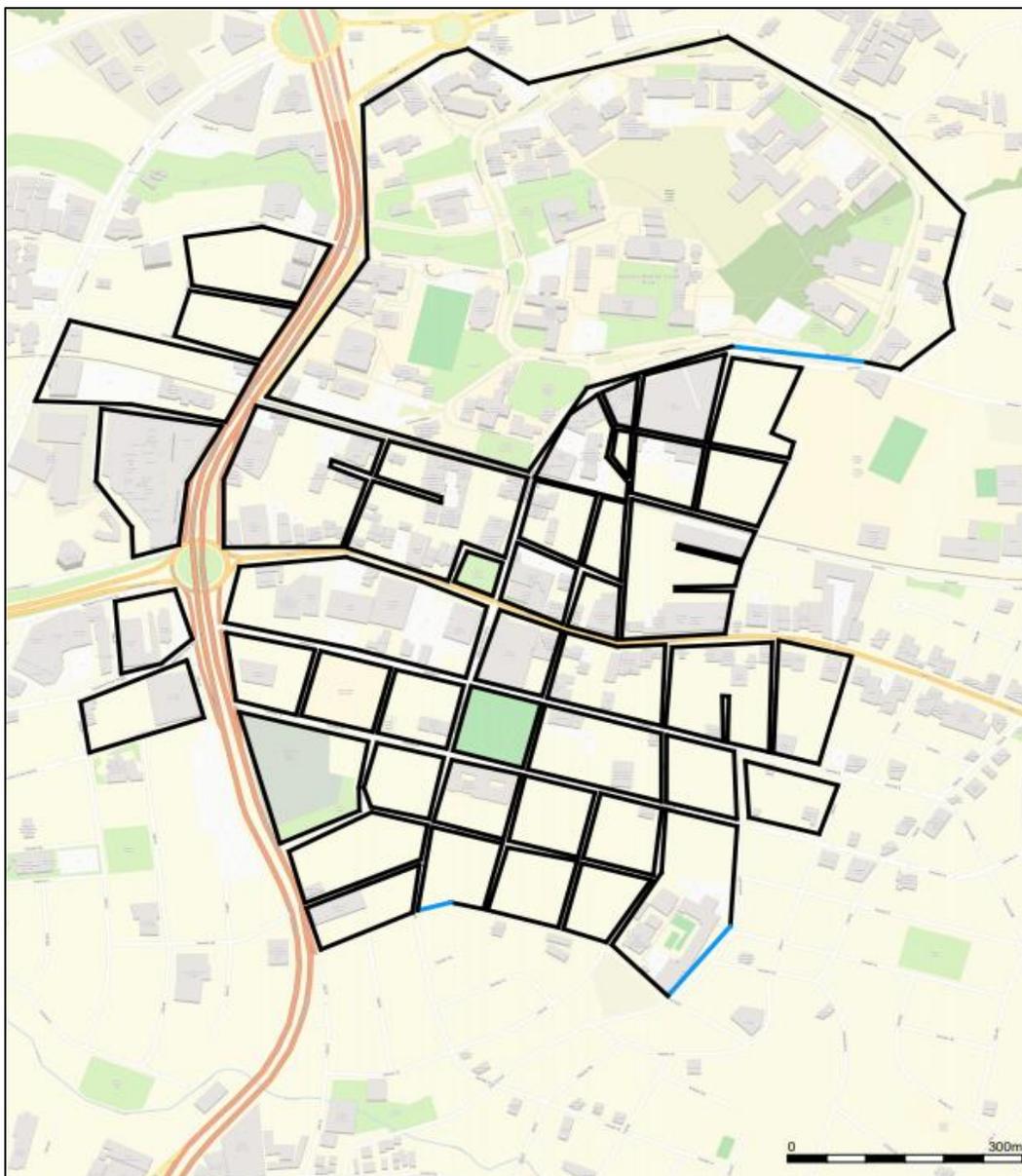


Figura 22. Resultados Índices de Arbolado y Techado (IAT)

Los programas de reforestación en vías públicas son esenciales para mejorar esta condición, sin embargo, estos deben ser realizados con asesoría de biólogos, ingenieros forestales o carreras afines pues pueden brindar soluciones que no afecten considerablemente al ambiente

al utilizar especies autóctonas y además, que diseñen con propuestas que no impacten la infraestructura como se mencionó anteriormente. Los árboles, aparte de brindar cobertura para resguardarse contra la lluvia, son también agentes reguladores de temperatura, lo cual mejora la experiencia de los transeúntes.

En el caso del Índice de Arbolado se tomaron en consideración algunos casos en los que, a pesar de ser un alero de una propiedad, este se consideró como un techo para la vía peatonal, puesto que efectivamente cumple la función a lo ancho de la acera. Este caso se observa en la *Figura 23*.



Figura 23. Ejemplo de alero considerado como techo

Este factor es de gran relevancia puesto que, en San José, Costa Rica, se dan temporadas largas de lluvia y muchas veces esto influye en la selección modal ya que la intensidad de la precipitación es tal, que para un usuario es imposible resguardarse en su totalidad con un paraguas. En los momentos de lluvia, el uso de vehículo privado o de transporte público de uso individual como los taxis, incrementa. A modo de ejemplo, se puede observar como en la

plataforma Uber, cuya función es la de ofrecer servicios de transporte privado mediante una relación de oferta y demanda, se incrementa la tarifa de uso cuando existen situaciones climáticas de este tipo. Según la empresa y las relaciones de mercado en las que se fundamenta, cuando existe un aumento en la demanda del servicio, incrementa el costo de viaje, ya que la oferta no es suficiente para solventar dicha demanda (Uber, 2018). Este fenómeno económico se puede traducir a que la decisión de caminar un tramo del trayecto hacia la estación del tren o autobús se puede ver truncada por las condiciones climáticas, ya que se genera un incremento de demanda de viajes motorizados.

Es crucial entonces entender el uso del transporte público no solo desde estación a estación, sino también los trayectos en general que debe experimentar un usuario del transporte público para poder hacer uso de este.

Otro factor que influye directamente en la experiencia del usuario es la iluminación de las vías. Esto repercute en la percepción de seguridad por parte de un peatón al transitar por vía pública en horas de la noche. Según diversos estudios, entre los que se puede mencionar el desarrollado por Diego Alexander Montealegre en la ciudad de Cali, Colombia (Fernandez, 2015) se puede identificar que una mala iluminación influye directamente en sensación de inseguridad de un ciudadano, lo cual a su vez puede afectar directamente en su decisión de si caminar o no hacia su estación de transporte público más cercana.

En la Figura 24 se muestran los resultados obtenidos respecto al índice de iluminación. Se puede observar que son muy pocas las aceras que cumplen con una condición mínima de iluminación, donde se muestran de color rojo aquellas aceras que cuentan con una calificación de 0 a 70 respecto a este índice. La acera que se muestra en color naranja es porque posee una calificación de 70 a 90.

Este índice se ve muy influenciado por la condición de si la acera cuenta o no con iluminación de uso exclusivamente peatonal, ya que, a pesar de que considera en ocasiones cuando se cuenta con iluminación vehicular, la calificación máxima que puede recibir con esta condición es de 80 puntos, dado a que el coeficiente según el tipo es de 0.8 para alumbrado vehicular y 1 para alumbrado peatonal. Así mismo, afecta considerablemente si el alumbrado se encuentra en la misma acera o en la acera de enfrente, y en la gran mayoría de las vías evaluadas solo se encuentra alumbrado en una de las dos aceras de la sección de calle.

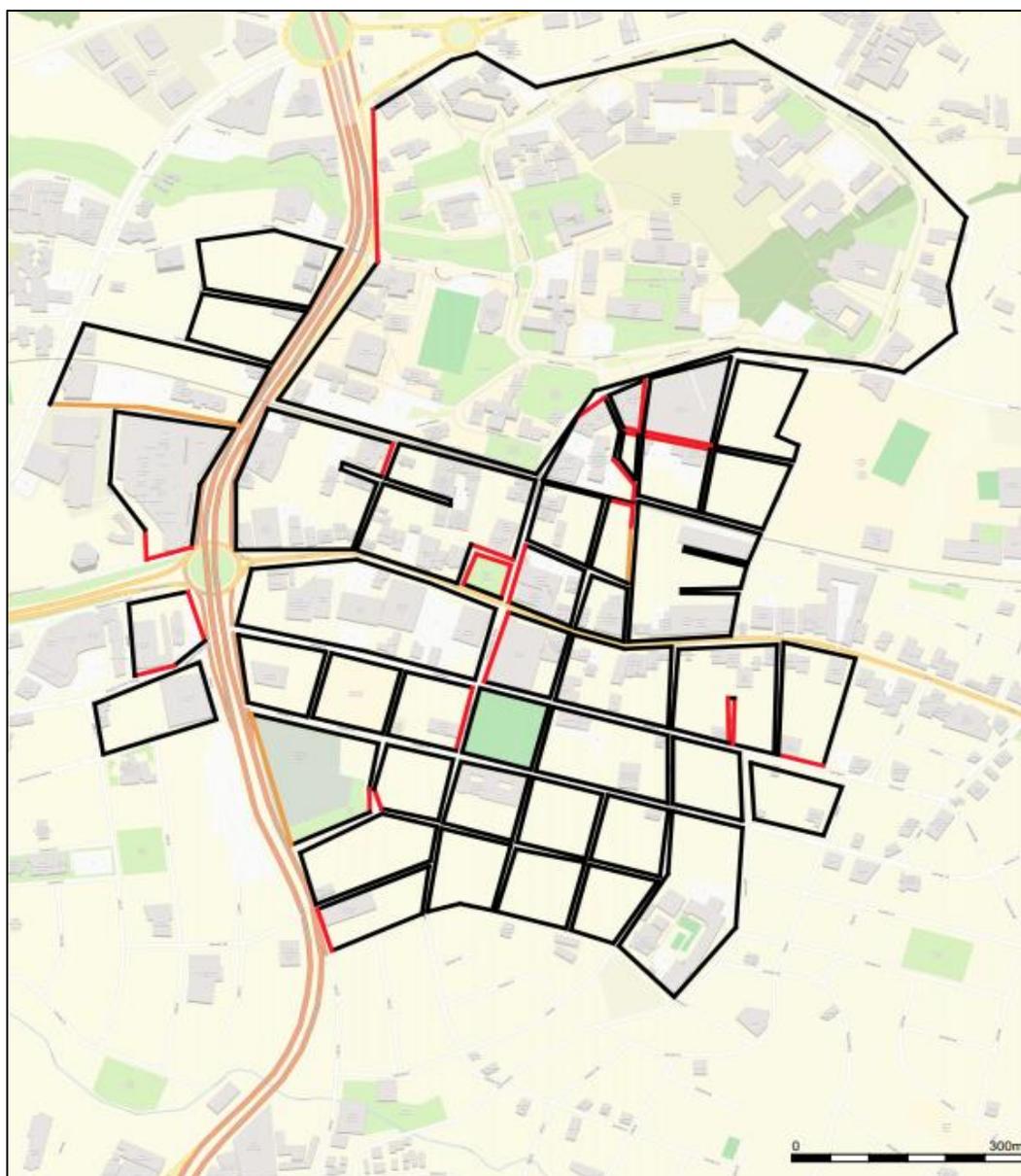


Figura 24. Resultados Índices de Iluminación (ÍI)

La percepción de inseguridad en el transporte público, no solo al utilizar el mismo, sino también en todo el recorrido peatonal o bimodal que implica la selección de este medio de transporte, representa un reto en América Latina para el incremento de la demanda de transporte público. La poca iluminación puede dar cabida a situaciones de acoso, robos, entre otras que vulnerabilizan y afectan a los usuarios. Según un estudio realizado en el Área Metropolitana de Buenos Aires que evalúa el impacto de la percepción de la inseguridad en el transporte público, un 27 % de las personas encuestadas afirmó haber cambiado su selección modal al haber escuchado o vivenciado alguna experiencia de acoso, robo o peleas. En este estudio también

se menciona que un 17.8% de los encuestados contribuyó a determinar que la situación de oscuridad “porque es de noche” sea el principal aspecto que genere sensación de inseguridad dentro del transporte público. Dentro de este análisis también se plantea que el tercer aspecto que genera sensación de inseguridad es la caminata hacia la parada o estación de tren, influenciada por el entorno y la iluminación (Pereyra, Gutiérrez, & Nerome, 2018). Es decir, la escasez de iluminación influye en la percepción de inseguridad del ciudadano no solo durante el uso del transporte público, sino en toda la experiencia del usuario.

En el ÍMA también se evalúa la condición de accesibilidad que tiene una acera. Este índice toma en consideración qué tan fácil es para una persona con alguna discapacidad de movimiento el utilizar la vía peatonal. Se evalúa la pendiente de la acera tanto transversal como longitudinal, si la acera cuenta con acera para acceder a ella desde algún punto, o bien, si la vía cuenta con paneles para personas no videntes, entre otras variables. Este índice no solo evalúa la accesibilidad para personas con discapacidad, sino también para cualquier persona con dificultad de movimiento como un adulto mayor.

Para el caso de este índice se tienen condiciones favorables en algunas aceras cercanas a los centros de evaluación, es decir, a las potenciales zonas de estación de transporte público en consideración. En la Figura 25 se puede observar que existen aceras en los colores rojo, naranja, verde y azul. El color rojo implica una puntuación de 0 a 70, el naranja de 70 a 90, el verde de 90 a 99 y, por último, el azul una puntuación de 100. Es posible anticipar que existe un buen indicador de accesibilidad en la ruta peatonal que existe entre los dos centros del nodo en consideración.

En este índice se penaliza fuertemente el hecho de no contar con infraestructura para las personas no videntes. Estos elementos son de gran relevancia para garantizar una inclusividad general de los ciudadanos en el uso de la infraestructura pública. De igual forma se penaliza el no contar con rampas de acceso y se evalúa en qué condición se encuentran las mismas, si tienen o no antideslizantes, cuál es su ancho y su pendiente, entre otras variables.

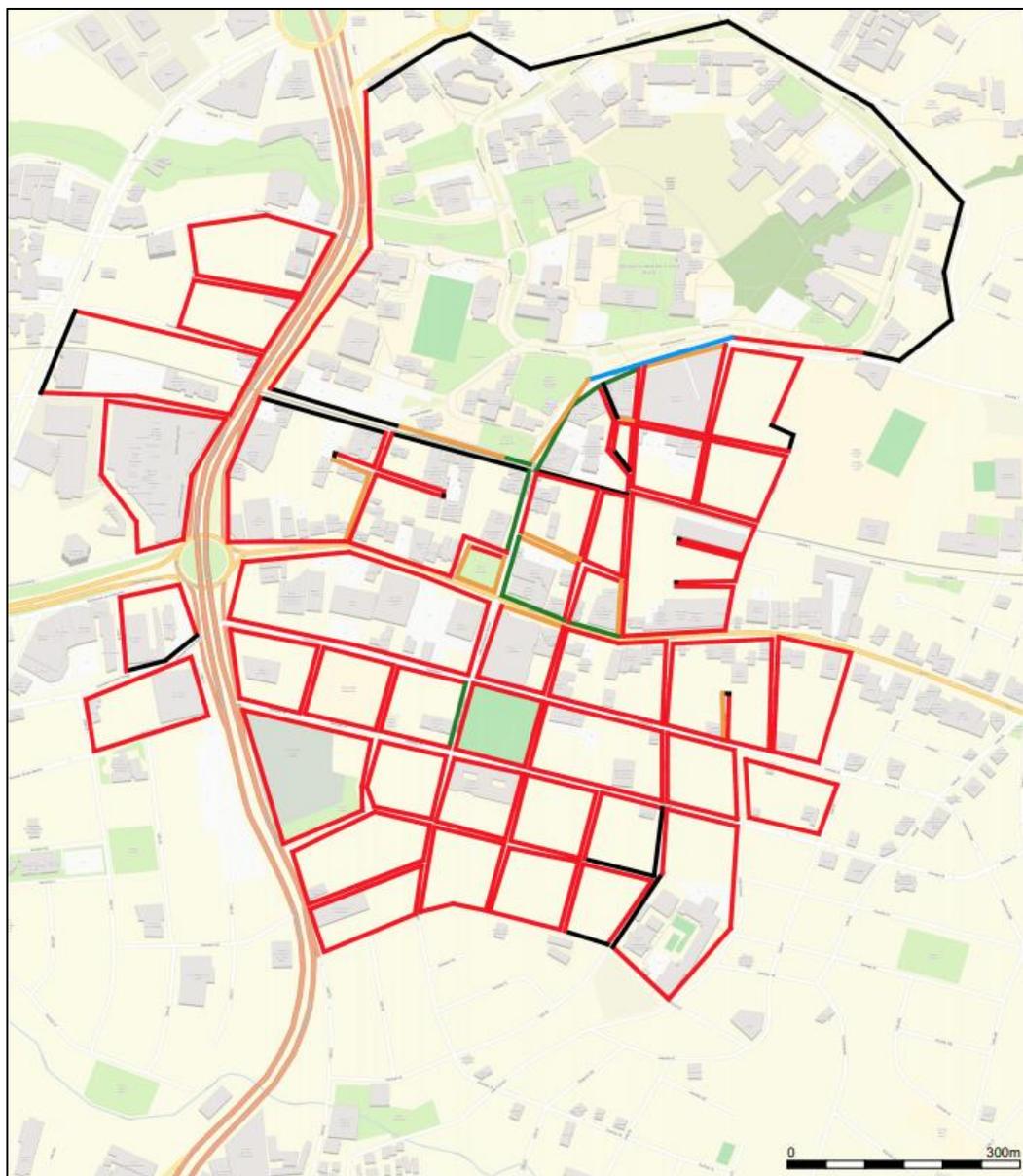


Figura 25. Resultados Índices de Accesibilidad (IAC)

Existen ocasiones en los que a pesar de que se cuenta con infraestructura para personas no videntes, esta no se encuentra en la mejor condición, lo cual afecta en la continuidad de la

infraestructura. Nótese en la *Figura 26* como por una irregularidad se pierde la continuidad de la infraestructura para personas no videntes.



Figura 26. Ejemplo para índice de accesibilidad y de condición

El índice de condición de acera es el que evalúa la condición de infraestructura peatonal. Mediante este índice se obtiene una calificación respecto a la condición estructural de la vía. Este índice de gran relevancia puesto que no solo influye en la comodidad del tránsito, si no que puede llegar a ser un tema de accesibilidad. Una superficie con un gran desnudamiento puede dificultar considerablemente o hasta imposibilitar el tránsito de una persona en silla de ruedas. De igual forma, la irregularidad de la superficie y los deterioros pueden representar dificultades para ciudadanos con poca facilidad de movimiento y pueden generar accidentes. A nivel de la administración de la infraestructura pública, la recaudación de información respecto a este índice puede llegar a ser muy valiosa porque devela los sitios de urgencia de intervención. En el caso de la *Figura 26*, se puede observar cómo un deterioro puede afectar a su vez en la accesibilidad. Adicionalmente, esta fotografía ayuda a identificar el impacto que genere un obstáculo en la disminución del ancho transitable, dividiendo la acera en dos, una con una situación de agrietamiento y otra con un hueco.

En la Figura 27 se observan los resultados obtenidos al evaluar las aceras en consideración respecto al índice de condición. Se puede observar que conforme se aleja el radio en dirección al sureste, es más deficiente la condición de acera. Así mismo, la densidad de aceras con mejor evaluación se puede observar en las cercanías de los centros de los radios de evaluación en cuestión. En este índice influye mucho el hecho de que antes de que entrara en vigencia la Ley N.º 9976 era responsabilidad de los dueños de las propiedades colindantes a la calle la construcción de las aceras. Es por esto que, en zonas comerciales o cerca de áreas institucionales, se pueden observar mejores condiciones. A manera de ejemplo, cerca de los centros de evaluación se encuentra el edificio municipal de Montes de Oca, la Universidad de Costa Rica, la Parroquia de San Pedro Apóstol, entre otras edificaciones o complejos que requieren de contar con buena infraestructura peatonal. En las zonas que se observan al sureste, se cuenta con mayor uso de suelo residencial.

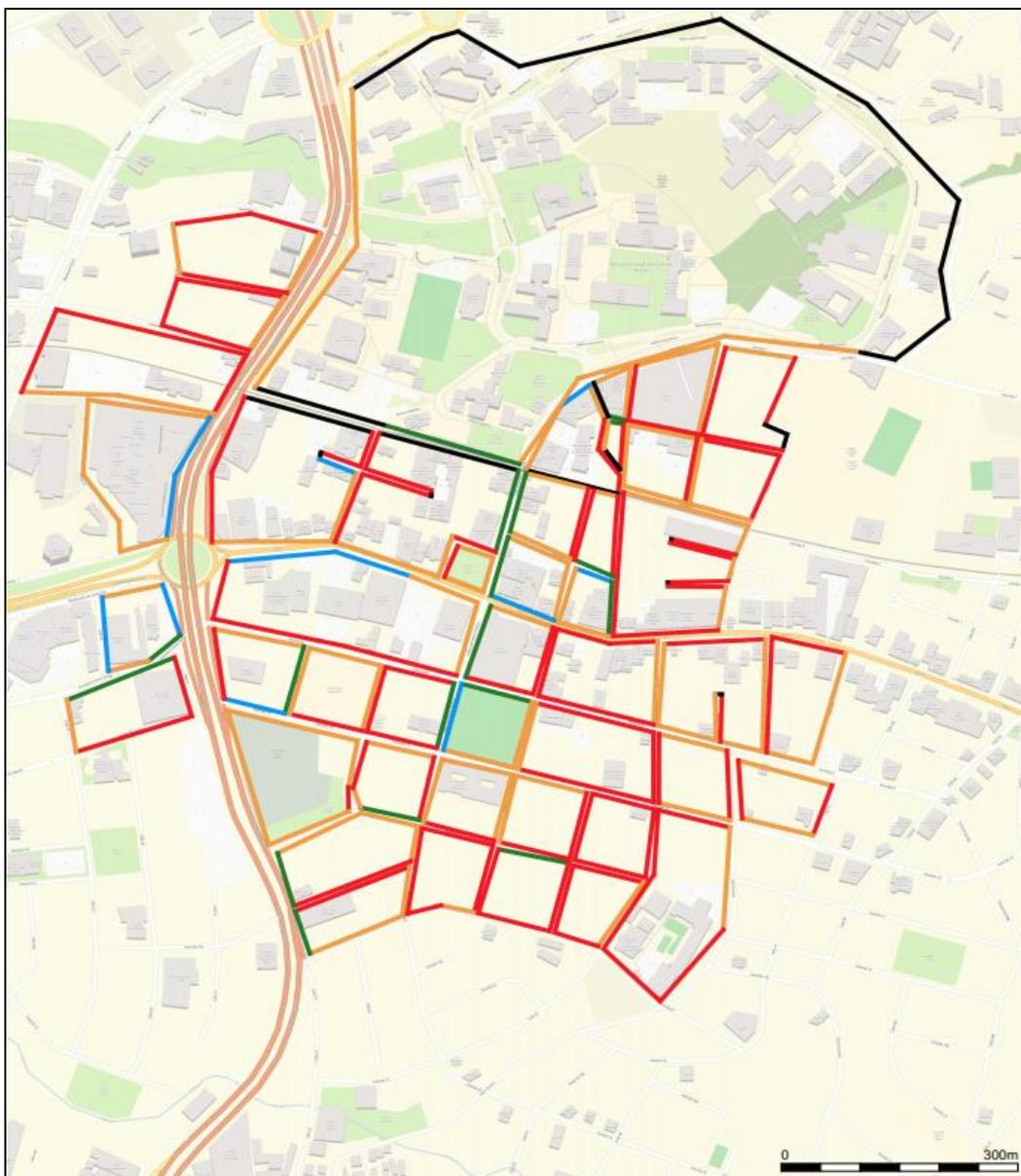


Figura 27. Resultados Índices de Condición de Acera (ICA)

Finalmente se procede a presentar los resultados del índice de cruces para los distintos cruces existentes en el radio de estudio y que entran en interacción con los cuadrantes determinados para el ÍMA. Se observa que aquellos presentados en color negro tienen una puntuación de 0, en el rango de 0 a 70 de puntuación se muestran los cruces en color rojo, de 70 a 90 se identifican con color naranja y los cruces que tienen puntuación de 90 a 99 se ven en color verde. Por último, los cruces que tienen puntuación de 100 se identifican en color azul. Principalmente los cruces que están a nivel tienen señalización horizontal y vertical y para los que solamente se requiere cruzar 2 carriles, obtienen puntuación de 100.

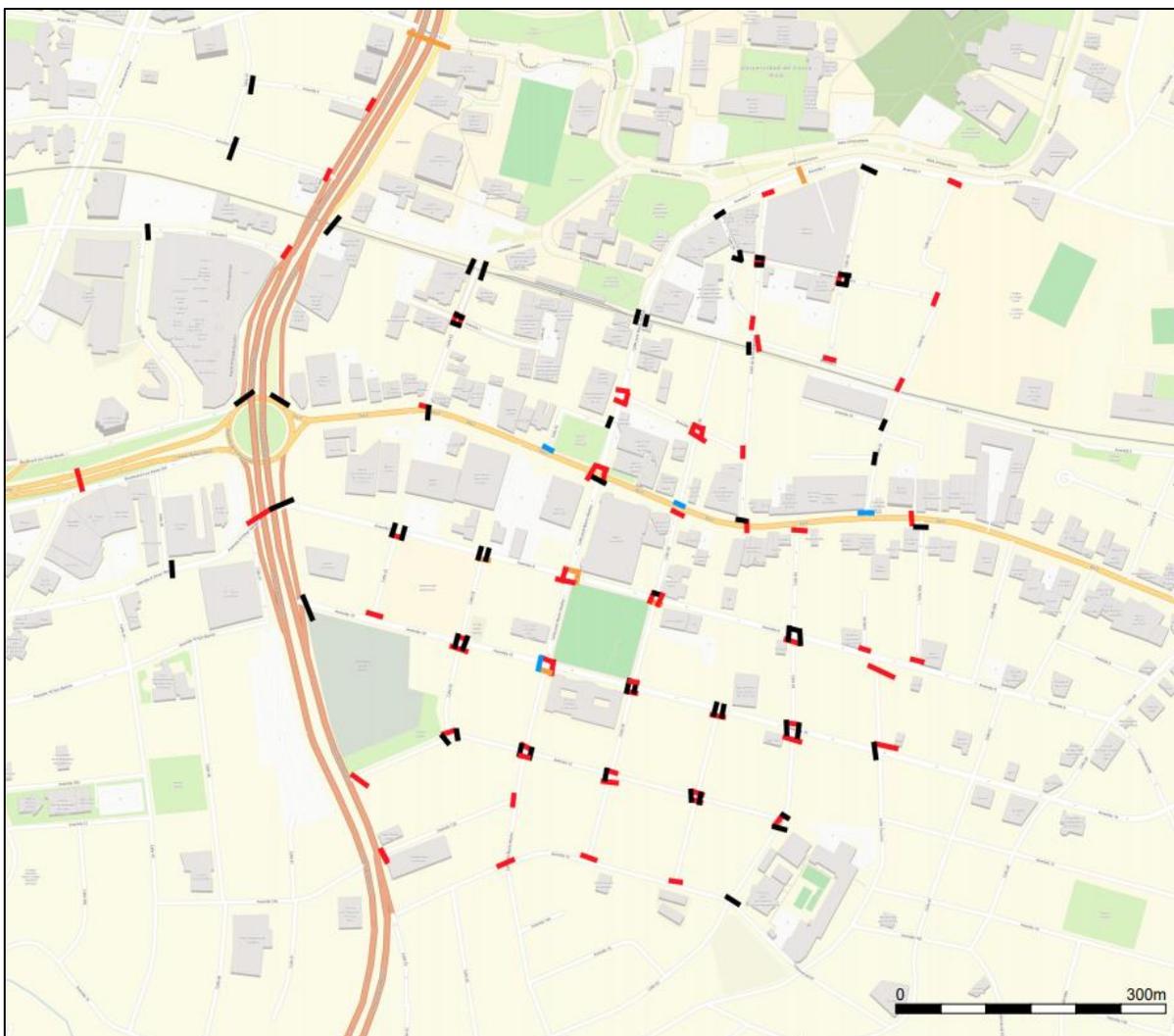


Figura 28. Resultados de Índices de Cruces (IC)

Los resultados generales obtenidos para la evaluación efectuada en la plataforma del IFAM se encuentran en la sección de anexos. Así mismo, se representa en esta sección toda la información recaudada en campo en forma de cuadros, pues en ocasiones se recaudó información que, si bien no fue de utilidad para la aplicación del ÍMA, podría contribuir a describir mejor la situación de las aceras en el área de estudio.

4. Identificación de rutas con posibles altos flujos peatonales y resultados obtenidos para estas rutas

Con la intención de abordar el problema de manera eficiente, se busca establecer un orden de prioridad de intervención en donde se seleccionan los puntos de mayor afluencia de personas encontrados en el radio. Posicionándose en el rol del potencial usuario de la infraestructura física, se procede a realizar un mapa de rutas desde puntos que se consideran de interés por potenciales afluencias hasta los centros de los radios de evaluación la estación de tren de la UCR y el parque Kennedy. Estas rutas se consideran de relevancia pues tienen puntos iniciales sitios que son caracterizados por tener importantes afluencias de personas, como lo son la Universidad de Costa Rica, la escuela Roosevelt, el Liceo José Joaquín Vargas, el Mall San Pedro, el "Business Center", entre otros.

Para la selección de las rutas se utilizó la herramienta "My Maps" de Google, la cual define las rutas de mejor conveniencia según la distancia de traslado. Es importante esclarecer que se utiliza esta herramienta debido al alto uso que tiene "Google Maps" en la actualidad para la identificación de ubicaciones y verificación de rutas para mejora aproximación. Además, se pretende situarse en la posición de un usuario del transporte público que no cuenta con información sobre rutas seguras o en mejores condiciones y cuya opción es buscar en su dispositivo móvil (celular) cuál es la mejor ruta para llegar a un sitio caminando. Partiendo de esta premisa, es importante aclarar que las aplicaciones como "Google Maps", "Bing Maps", entre otras, no consideran realmente la infraestructura peatonal existente ni las condiciones de seguridad en cruces, simplemente definen las rutas según distancia. Estas aplicaciones se concentran principalmente en la calle y suponen que por consecuencia existen aceras a su lado, además, no toman en consideración la condición de los cruces existentes, donde en ocasiones son incluso hasta prohibidos. Estas aplicaciones además no consideran si la ruta es óptima o no para los vehículos de movilidad personal o para personas con dificultad de movimiento pues no toman en consideración las condiciones de los cruces en cuanto a infraestructura (Balado, 2019).

Es importante reiterar que este trazado de rutas se realizó mediante la herramienta "My Maps" y que las rutas son seleccionadas utilizando el criterio distancia y velocidad, esto debido a que este tipo de plataformas son las utilizadas generalmente por los usuarios del transporte público en caso de no conocer la zona.

El *Taskar Center for Accesible Technology* generó una aplicación para la identificación de rutas peatonales según la condición del usuario denominada *AccessMap* (Taskar Center for AccessibleTechnology, 2021), tomando en cuenta factores más allá de la distancia y la velocidad del viaje, sin embargo, esta herramienta se encuentra en desarrollo y actualmente puede ser utilizada en Seattle, Bellingham y Mount Vernon (Osborne, 2021). Este tipo de herramientas se alimentan de la información que se levanta en proyectos como este, de condición de aceras y demás, para así generar una opción de ruta más acorde a las condiciones del usuario.

Dicho lo anterior, se procede a considerar las rutas por distancia desde los orígenes y hacia los destinos de interés. Para ello, primero se generan mediante "My Maps" las rutas desde los puntos de interés hasta el parque Kennedy y posteriormente se procede a generar las rutas desde los puntos de interés hasta la estación de tren UCR, las cuales se pueden observar en la Figura 29 y Figura 30 consecuentemente. Los puntos seleccionados con el indicador rojo corresponden a los sitios de potencial afluencia, el símbolo marcado con color azul corresponde al Parque Kennedy y el de color negro corresponde a la estación de tren de la Universidad de Costa Rica. Los orígenes son demarcados como los puntos con la simbología "A" y los destinos con la simbología "B", dependiendo de cuál sea el destino de interés, es por esto que, en el caso de la Figura 29, el punto "B" de destino es el Parque Kennedy y en la Figura 30 el punto "B" de destino es la estación de tren de la Universidad de Costa Rica.

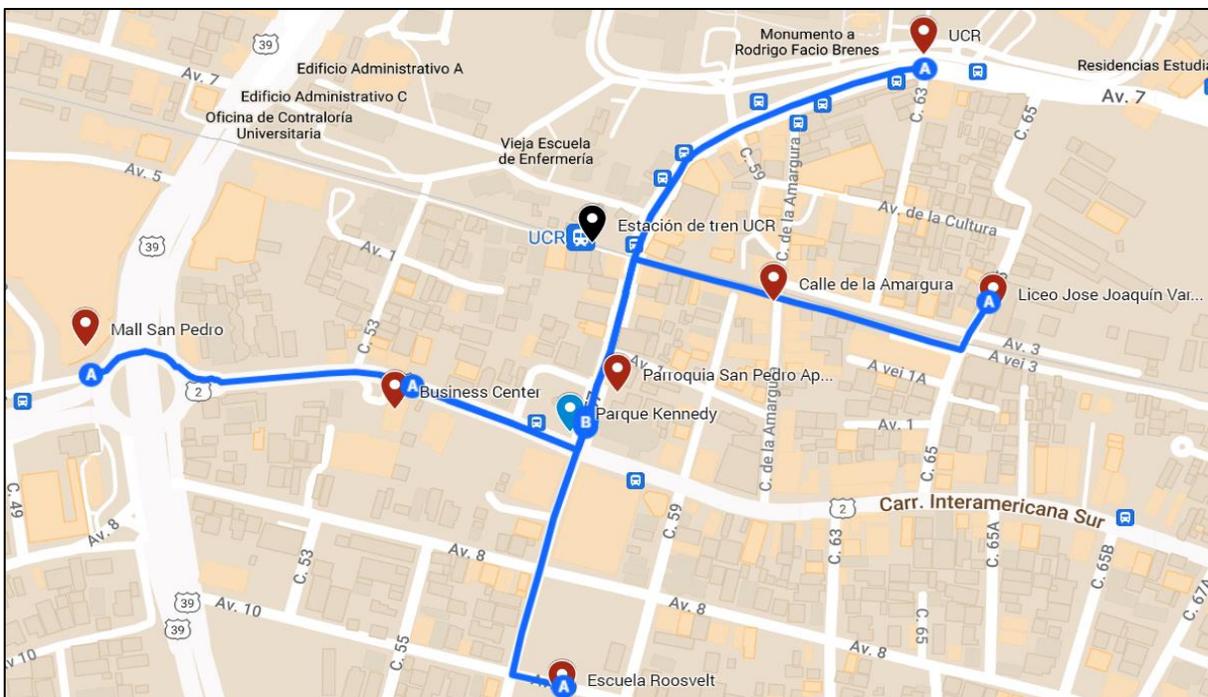


Figura 29. Rutas desde puntos de interés hasta el parque Kennedy, identificadas mediante "My Maps" de Google

A continuación, se presentan los resultados de los índices evaluados en el ÍMA para las aceras involucradas en las rutas en cuestión. Para poder correlacionar cada acera con la información levantada, se debe recurrir al plano expuesto en la Figura 13, el cual muestra la ubicación de cada acera con la nomenclatura utilizada en el levantamiento. Se procede entonces a mostrar todas las aceras que se ven involucradas en la ruta, en función de qué ruta se habla y el promedio de la puntuación de cada índice, iniciando por aquellas rutas que tienen como destino el parque Kennedy.

En el Cuadro 14 se observan los resultados de cada índice para cada una de las aceras presentes en la ruta entre la escuela Roosevelt y el parque Kennedy.

Cuadro 14. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Escuela Roosevelt - Parque Kennedy

ID levantamiento	Índice de Ancho	Índice de Iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
C.1	80	0	0	100	39	80
C.5	64	0	0	100	42	86
C.8	64	28	0	66	97	97

ID levantamiento	Índice de Ancho	Índice de Iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
C.4	80	0	0	100	44	100
C.24	64	0	0	68	42	89
C.10	80	50	0	63	39	95
Promedio de evaluación en ruta	72,0	13,0	0,0	82,8	50,5	91,2

Nótese que los índices críticos en esta ruta son el Índice de Iluminación, el Índice de arbolado y el Índice de Accesibilidad. En los siguientes cuadros se observará que estos suelen ser los índices cuyos valores promedio por ruta son más bajos, pues las condiciones de las aceras en función de estos parámetros no son buenas.

El siguiente cuadro presenta los resultados obtenidos para los índices de las aceras de la ruta entre la entrada principal del Mall San Pedro y el parque Kennedy.

Cuadro 15. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Mall San Pedro - Parque Kennedy

ID levantamiento	Índice de Ancho	Índice de Iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
B.1	100	50	0	96	42	85
A.74	49	0	0	40	59	72
C.25.3	54	0	0	63	56	100
A.20	68	0	0	71	53	74
C.25.2	100	0	0	86	61	100
C.25.1	100	0	0	54	42	86
A.1	80	80	0	100	75	86
Promedio de evaluación en ruta	78,7	18,6	0,0	72,9	55,4	86,1

Así mismo, se muestran los resultados para los índices de las aceras existentes entre el San Pedro Business Center y el parque Kennedy. En este caso, las aceras a tomar en consideración también se encuentran en la ruta entre el Mall San Pedro y el parque Kennedy.

Cuadro 16. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta San Pedro Bussiness Center - Parque Kennedy

ID levantamiento	Índice de Ancho	Índice de iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
A.20	68	0	0	71	53	74
C.25.2	100	0	0	86	61	100
C.25.1	100	0	0	54	42	86
A.1	80	80	0	100	75	86
Promedio de evaluación en ruta	87,0	20,0	0,0	77,8	57,8	86,5

Es importante observar que a pesar de que las aceras presentes en el Cuadro 16, también se encuentran en el Cuadro 15, los valores promedio de los índices son mayores para el caso de la ruta entre el San Pedro Bussiness Center y el parque Kennedy. Esto se debe a que, conforme se aproxima al centro del nodo, las condiciones de las aceras son mejores. A manera de ejemplo, si se observa una ruta entre los dos centros, se podrá visualizar que las condiciones de acera en estas vías son en general mejores a la gran mayoría de las aceras presentes en los radios de estudio. En esta ruta antes mencionada se encuentra el edificio del gobierno local (Municipalidad de Montes de Oca) y es una ruta muy utilizada pues, como se verá en el Cuadro 18, es parte de la ruta entre la Universidad de Costa Rica y las paradas de autobús existentes en donde eventualmente se posicionará el centro del nodo del Proyecto de Modernización del Transporte Público Modalidad Autobús (Sectorización) y que se muestra en el SITGAM 2020-2030 (Ministerio de Obras Públicas y Transporte, 2020). Así mismo, se observa que las rutas entre la Parroquia San Pedro Apóstol y el parque Kennedy y entre la Parroquia San Pedro Apóstol y la estación de tren UCR están en buenas condiciones respecto a las demás, esto por lo descrito anteriormente. Dichos promedios de evaluación se pueden observar en el Cuadro 17 y el Cuadro 24.

Cuadro 17. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Parroquia San Pedro Apóstol - Parque Kennedy

ID levantamiento	Índice de Ancho	Índice de iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
A.2	80	50	0	100	84	81
A.8	64	28	0	66	97	97

ID levantamiento	Índice de Ancho	Índice de Iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
Promedio de evaluación en ruta	72,0	39,0	0,0	83,0	90,5	89,0

En el caso de la ruta entre la Universidad de Costa Rica y el parque Kennedy, esta es la única que cuenta con un Índice de Arbolado promedio distinto de 0. Además, presenta buenos valores en promedio para todos los índices a excepción del Índice de Iluminación y el Índice de Arbolado.

Cuadro 18. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Universidad de Costa Rica- Parque Kennedy

ID levantamiento	Índice de Ancho	Índice de Iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
A.35.1	64	0	0	71	100	86
A.35.2	80	0	100	14	53	84
A.36	80	0	0	54	75	84
A.37	80	0	0	100	36	74
A.12	80	0	0	83	94	81
A.10.1	80	0	0	72	97	73
A.10.2	80	40	0	83	97	100
A.11	80	0	0	65	81	86
A.2	80	50	0	100	84	81
A.8	64	28	0	66	97	97
A.7	80	0	0	76	95	93
A.9	64	0	0	100	44	98
Promedio de evaluación en ruta	76,0	9,8	8,3	73,7	79,4	86,4

Por último, se muestra la ruta entre el Liceo Jose Joaquín Vargas Calvo y parque Kennedy y la ruta entre la Calle de la Amargura y el parque Kennedy. La segunda se encuentra dentro de la primera. Esta ruta tiene buenos resultados en cuanto a índice de obstáculo e índice de condición de acera. Es importante mencionar que existen partes de la vía que no cuentan con acera, por ejemplo, uno de los lados del tramo de la ruta que colinda con las vías del tren solamente. Esto afectaría considerablemente los parámetros si fuese considerado pues se reduce la infraestructura disponible. A pesar de que esta ruta presenta buenos resultados en cuanto al índice de condición de acera, sus resultados en cuanto a Índice de Ancho e Índice de Accesibilidad son muy deficientes.

Cuadro 19. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Liceo Jose Joaquín Vargas Calvo - Parque Kennedy

ID levantamiento	Índice de Ancho	Índice de Iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
A.50	64	0	0	85	20	73
A.51	19	0	0	100	20	84
A.73	64	0	0	69	20	73
A.61.1	80	0	0	100	45	84
A.61.2	80	40	0	100	44	86
A.2	80	50	0	100	84	81
A.8	64	28	0	66	97	97
A.7	80	0	0	76	95	93
A.9	64	0	0	100	44	98
Promedio de evaluación en ruta	66,1	13,1	0,0	88,4	52,1	85,4

Cuadro 20. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Calle de la Amargura - Parque Kennedy

ID levantamiento	Índice de Ancho	Índice de Iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
A.61.1	80	0	0	100	45	84

Es importante identificar que las rutas que se originan desde el Bussiness Center y el Mall San Pedro y que tienen como destino la estación de tren UCR toman en consideración cruces que no son seguros y donde no existe infraestructura para efectuarlos, sin embargo, estas son las rutas óptimas por proximidad, se consideran entonces para que sean consideradas dichas intersecciones en un estudio a futuro. Se procede entonces a evidenciar los resultados obtenidos en cada ruta.

Cuadro 21. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Escuela Roosevelt - Estación de tren UCR

ID levantamiento	índice de Ancho	Índice de iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
C.1	80	0	0	100	39	80
C.5	64	0	0	100	42	86
C.8	64	28	0	66	97	97
C.4	80	0	0	100	44	100
C.24	64	0	0	68	42	89
C.10	80	50	0	63	39	95
A.2	80	50	0	100	84	81
A.8	64	28	0	66	97	97
A.7	80	0	0	76	95	93
A.9	64	0	0	100	44	98
A.80.1	54	0	0	100	97	94
Promedio de evaluación en ruta	70,4	14,2	0,0	85,4	65,5	91,8

Cuadro 22. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Mall San Pedro - Estación de tren UCR

ID levantamiento	índice de Ancho	Índice de iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
B.1	100	50	0	96	42	85
A.74	49	0	0	40	59	72
C.25.3	54	0	0	63	56	100
A.13	54	0	0	100	72	77
A.14	80	0	0	62	44	61
A.18	44	28	0	68	50	65

ID levantamiento	Índice de Ancho	Índice de Iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
A.19	54	0	0	73	44	59
A.80.2	68	0	0	39	84	94
Promedio de evaluación en ruta	62,9	9,8	0,0	67,6	56,4	76,6

Cuadro 23. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta San Pedro Bussiness Center - Estación de tren UCR

ID levantamiento	Índice de Ancho	Índice de Iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
C.25.2	100	0	0	86	61	100
A.13	54	0	0	100	72	77
A.14	80	0	0	62	44	61
A.18	44	28	0	68	50	65
A.19	54	0	0	73	44	59
A.80.2	68	0	0	39	84	94
Promedio de evaluación en ruta	66,7	4,7	0,0	71,3	59,2	76,0

Cuadro 24. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Parroquia San Pedro Apóstol - Estación de tren UCR

ID levantamiento	Índice de Ancho	Índice de Iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
A.2	80	50	0	100	84	81
A.8	64	28	0	66	97	97
A.7	80	0	0	76	95	93
A.9	64	0	0	100	44	98

ID levantamiento	índice de Ancho	Índice de iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
A.80.1	54	0	0	100	97	94
Promedio de evaluación en ruta	68,4	15,6	0,0	88,4	83,4	92,6

Cuadro 25. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Universidad de Costa Rica (Edificio de Estudios Generales) - Estación de tren UCR

ID levantamiento	índice de Ancho	Índice de iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
A.35.1	64	0	0	71	100	86
A.35.2	80	0	100	14	53	84
A.36	80	0	0	54	75	84
A.37	80	0	0	100	36	74
A.12	80	0	0	83	94	81
A.10.1	80	0	0	72	97	73
A.10.2	80	40	0	83	97	100
A.11	80	0	0	65	81	86
A.80.1	54	0	0	100	97	94
Promedio de evaluación en ruta	75,3	4,4	11,1	71,3	81,1	84,7

Cuadro 26. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Liceo Jose Joaquín Vargas Calvo - Estación de tren UCR

ID levantamiento	índice de Ancho	Índice de iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
A.50	64	0	0	85	20	73
A.51	19	0	0	100	20	84
A.73	64	0	0	69	20	73

ID levantamiento	Índice de Ancho	Índice de Iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
A.61.1	80	0	0	100	45	84
A.61.2	80	40	0	100	44	86
A.80.1	54	0	0	100	97	94
Promedio de evaluación en ruta	60,2	6,7	0,0	92,3	41,0	82,3

Cuadro 27. Resultados de índices en aceras presentes en la ruta Calle de la Amargura - Estación de tren UCR

ID levantamiento	Índice de Ancho	Índice de Iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
A.61.1	80	0	0	100	45	84
A.61.2	80	40	0	100	44	86
A.80.1	54	0	0	100	97	94
Promedio de evaluación en ruta	71,3	13,3	0,0	100,0	62,0	88,0

Una vez presentados los promedios de los índices para cada ruta individualmente, se procede a conglomerar dichos resultados en el Cuadro 28. En dicho cuadro se visualizan los promedios obtenidos para cada índice de evaluación en función de la ruta de estudio.

Cuadro 28. Promedio de índices por ruta

Ruta	Índice de Ancho	Índice de iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
Escuela Roosevelt - Parque Kennedy	72,0	13,0	0,0	82,8	50,5	91,2
Escuela Roosevelt - Estación de tren UCR	70,4	14,2	0,0	85,4	65,5	91,8
Mall San Pedro - Parque Kennedy	78,7	18,6	0,0	72,9	55,4	86,1
Mall San Pedro - Estación de tren UCR	62,9	9,8	0,0	67,6	56,4	76,6
San Pedro Bussiness Center - Parque Kennedy	87,0	20,0	0,0	77,8	57,8	86,5
San Pedro Bussiness Center - Estación de tren UCR	66,7	4,7	0,0	71,3	59,2	76,0
Parroquia San Pedro Apóstol - Parque Kennedy	80	50	0	100	84	81
Parroquia San Pedro Apóstol - Estación de tren UCR	68,4	15,6	0,0	88,4	83,4	92,6
Universidad de Costa Rica - Parque Kennedy	76,0	9,8	8,3	73,7	79,4	86,4

Ruta	Índice de Ancho	Índice de Iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
Universidad de Costa Rica - Estación de tren UCR	75,3	4,4	11,1	71,3	81,1	84,7
Liceo Jose Joaquín Vargas - Parque Kennedy	66,1	13,1	0,0	88,4	52,1	85,4
Liceo Jose Joaquín Vargas - Estación de tren UCR	60,2	6,7	0,0	92,3	41,0	82,3
Calle de la Amargura - Parque Kennedy	74,7	19,7	0,0	90,3	68,2	89,8
Calle de la Amargura - Estación de tren UCR	71,3	13,3	0,0	100,0	62,0	88,0

Del cuadro anterior se pueden extraer resultados que resultan importantes al analizarlos en el contexto de uso de las rutas. Se puede observar que, en el caso del Índice de Accesibilidad, las rutas existentes entre la Escuela Roosevelt y el parque Kennedy, y entre el Liceo Jose Joaquín Vargas y la estación de tren UCR se presentan los resultados más bajos. Esto genera preocupación pues en general reduce las oportunidades de acceso a transporte público para niños o adolescentes que recurren a una institución de educación pública y que presentan alguna condición de discapacidad o dificultad de movimiento.

De esta información se pueden obtener tres rutas críticas pues presentan en general índices bajos respecto a las demás. Las rutas cuyos orígenes son el Mall San Pedro y el San Pedro Business Center y tienen como destino la estación de tren UCR, son las que muestran aceras con valores bajos de evaluación como lo son la acera A.13, A.14, A.18 y A.19. Esto se debe a

que estas rutas toman en consideración una vía que actualmente no contiene altos flujos vehiculares o peatonales. El hecho de que esta vía no sea utilizada considerablemente por vehículos en comparación de otras de las vías evaluadas para acceder a las estaciones se presenta como una oportunidad para la creación de infraestructura que priorice al peatón, sin embargo, para esto se debe tomar en consideración la vialidad completa en el trayecto.

De la misma forma, se puede observar que la ruta entre el Liceo y la estación de tren presenta resultados bajos para los índices de ancho, iluminación y accesibilidad. Esta ruta cuenta con características particulares pues gran parte de ella se hace de manera paralela a las vías del tren. Se puede entonces considerar una intervención interinstitucional que involucre el Instituto Costarricense de Ferrocarriles (Incofer) y a la Municipalidad de Montes de Oca para así crear una ruta de acceso peatonal exclusiva en paralelo a la ruta del tren interurbano.

Según las rutas establecidas por "My Maps" en función de la distancia, las demás aceras estarían activas sin importar que el destino sea la estación de tren o la estación de transporte público modalidad autobús. Es por esto por lo que se recomienda intervenir las aceras presentes en estas rutas de manera prioritaria para así mejorar la percepción general de los usuarios del transporte público y motivar el uso de este mediante una aproximación integral del sistema.

Es importante que, a pesar de que muchas de las aceras no se encuentren en estas rutas predeterminadas, estas deben ser intervenidas según prioridad, estableciendo como índices claves los de accesibilidad y caminabilidad, ya que estos son lo que presentan mayores afectaciones o complicaciones para el usuario en condiciones típicas.

5. Conclusiones y recomendaciones para investigaciones futuras

5.1 Conclusiones

Se realiza la evaluación de las condiciones de infraestructura para el fomento de movilidad activa en un radio de 500 m desde los centros del Nodo Corredor de Alta Integración Parque Kennedy, tomando como centros la estación de tren UCR y el parque Kennedy. Dicha evaluación se ejecuta mediante el uso del Índice de Movilidad Activa (ÍMA) desarrollado por el Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM) y se obtiene como resultado un mapeo general de la condición de las aceras en el área de estudio clasificado por los índices expuestos en el ÍMA: Índice de Ancho, Índice de Obstáculo, Índice de Arbolado, Índice de Iluminación,

Índice de Accesibilidad y el Índice de Condición de Acera. Los resultados son expresados visualmente en una escala de color donde se puede determinar fácilmente la criticidad de la condición de la acera en consideración de los parámetros antes mencionados, además son compartidos en tablas adjuntas en la sección de anexos.

Después de considerar distintos parámetros para la evaluación de la infraestructura para el fomento de la movilidad activa y tras consultar diversas fuentes bibliográficas actuales referentes al tema, se considera que el Índice de Movilidad Activa (ÍMA) es un índice que contempla una serie de parámetros óptimos para la evaluación de los Nodos Corredor de Alta Integración expuestos en el SITGAM 2020-2023, puesto que brinda una percepción general de la condición de las aceras al evaluar no solo la infraestructura de esta, sino también los factores que influyen directamente en la experiencia del usuario como lo es la iluminación, el techado, la condición del cruce, entre otros. La herramienta propuesta por el Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM) para la presentación de los resultados de este índice es de gran utilidad para visualizar la influencia de los nodos según el radio de estudio. Para este caso se consideraron radios de 500m sin embargo es posible extender radios de influencia de hasta 800m para estación de tren de pasajeros, por lo que la presentación de la información gráfica para dichos resultados puede llegar a ser muy útil. Por lo anterior, además se concluye que este índice es óptimo no solo para evaluar las condiciones físicas para el desarrollo de movilidad activa en los Nodos Corredor de Alta Integración, sino también en todos los nodos de integración.

La sección de caminabilidad del Índice de Movilidad Activa (ÍMA) se presenta como un mecanismo de evaluación efectivo respecto al estado de las vías peatonales, no solo a nivel de infraestructura, si no también, respecto a la experiencia de un peatón al utilizar la ruta, ya que toma en consideración factores como el techado, la iluminación, la accesibilidad y la condición de los cruces por los que pasaría un peatón. Es importante esto puesto que la decisión de un usuario de utilizar o no una ruta, está asociada a la seguridad que siente el mismo, la percepción de comodidad al transitarla y la capacidad de la vía para brindarle una mejor experiencia al transitar. Es, por tanto, un índice que presenta como resultado información valiosa para el fomento de la movilidad activa y que permite establecer las vías críticas que requieren intervención pronta para mejorar la inclusividad y la experiencia del usuario del transporte público.

Se logra realizar una evaluación general de las condiciones físicas para el fomento de la movilidad activa, específicamente en términos de caminabilidad, en un radio de 500m tomando en consideración como centros las dos estaciones de transporte público presentes actualmente en donde será el Nodo Corredor de Alta Integración Parque Kennedy. Como resultado, se obtiene que existen una serie de aceras que se encuentran en buenas condiciones en términos de accesibilidad, condición de infraestructura y ancho, sobre todo aquellas que se encuentran más cerca de los centros de evaluación, sin embargo, se observan grandes deficiencias respecto a las condiciones de arbolado, techado, iluminación y cruces peatonales. La evaluación da como resultado una serie de mapas que indican cuáles aceras se encuentran en condiciones no aceptables en el radio de estudio para todos los parámetros tomados en consideración.

Se debe invertir recurso para la mejora de la condición de la infraestructura en la zona de estudio para así lograr mejorar el entorno y propiciar la accesibilidad y caminabilidad de los futuros usuarios del sistema integrado de transporte público de la GAM. Los resultados de esta evaluación son un soporte para desarrollar un plan de intervención y así mejorar los resultados obtenidos.

Se sugiere una ruta para la planificación de la intervención en la infraestructura peatonal por parte del gobierno municipal o el Ministerio de Obras Públicas según sea la responsabilidad del caso. Donde se establece como prioridad intervenir aquellas rutas peatonales que pueden llegar a presentar un mayor flujo peatonal puesto que conectan los centros de los radios de evaluación con edificaciones o zonas de gran afluencia de personas. Se concluye entonces que estas rutas deben ser intervenidas de manera prioritaria, una vez resueltas dichas rutas y tras haber mejorado los índices de estas, se procede a mejorar aquellas aceras que se encuentran más cerca de los centros de estudio, para así pasar finalmente a las aceras que se encuentran más alejadas de los centros y para las cuales es menos propenso que se encuentren flujos peatonales altos en la actualidad.

A partir de este resultado, se pueden proponer soluciones de infraestructura justificadas en las condiciones de las vías, para así optar por un proyecto de mejora de condición. Se propone entonces, intervenir de manera prioritaria las rutas que tendrán un potencial incrementos en su uso al tener una mayor integración entre los sistemas de transporte público tal y como se presenta en el SITGAM 2020-2030. De estas rutas, las de especial atención son las que tienen

como origen los centros educativos y la ruta desde el Mall San Pedro a la Estación de tren de la Universidad de Costa Rica. Estas rutas presentan bajos niveles en el Índice de Accesibilidad y son de gran relevancia por el perfil de las personas que transitarán por estos sitios. Se recomienda entonces abordar las rutas mediante una intervención en infraestructura peatonal que priorice al peatón, ya que, en las mismas, se encuentran segmentos con poco o nulo flujo vehicular; condición que contribuye a la intención de intervenir en favor del peatón al diseñar.

Este proyecto tiene entonces como resultado, todo el desarrollo de caso para efectuar la evaluación las condiciones de infraestructura en los Nodos Corredor de Alta Integración utilizando como herramienta el ÍMA, donde se plantea el proceso para la evaluación iniciando con la caracterización y explicación de los parámetros a tomar en consideración en un radio determinado, la recopilación de datos de campo para realizar la evaluación, la exposición de los resultados obtenidos en la evaluación y finalmente, el reconocimiento de rutas con potencial incremento de flujo a partir de la puesta en marcha de la integración intermodal propuesta en el SITGAM 2020-2030.

5.2 Recomendaciones

Para el cálculo del índice de iluminación se debería tomar en consideración la intensidad lumínica en diferentes partes de la acera pues esto daría una mejor percepción de las condiciones de iluminación. La condición de iluminación se puede ver afectada por la obsolescencia de los aparatos del alumbrado público vehicular, por la presencia de árboles en la acera, entre otros factores. Es decir, pueden existir 2 o 3 lámparas de iluminación vehicular en un intervalo de 150m, pero si dichos artefactos se encuentran en bajo mantenimiento, son de tecnología no tan actual o presentan obstáculos que impiden que se reciba la luminosidad pertinente en la acera, la percepción de seguridad por parte del peatón o el ciclista podría verse afectada.

Se propone también crear una caracterización de los obstáculos presentes en la acera pues existen algunos que se pueden trasladar o eliminar sin gran dificultad como las señales o los basureros y existen otros cuyo traslado implican un movimiento por parte de instituciones públicas y un mayor impacto en los diferentes sistemas, como lo puede ser un poste de luz o un hidrante. Con esta caracterización, se pretende valorar posibilidades para mejorar la calificación de las aceras en un posible escenario.

Es conveniente clasificar los obstáculos como obstáculos de fácil intervención o traslado y obstáculos de mayor dificultad de intervención. Se definiría entonces como obstáculo de fácil intervención como aquellos que simplemente requieren de una decisión por parte del gobierno local para el reposicionamiento del objeto que obstruye la vía pública, es decir, basura, basureros, o incluso casetas para las personas que cuidan los vecindarios.

Por otro lado, se caracterizaría como objeto de mayor dificultad de intervención aquellos que requieren de autorización de otro ente gubernamental o institución mediante una solicitud o trámite para el traslado de dicho obstáculo. Entrarían por ejemplo en esta categoría los postes de luz.

Se recomienda que cuando el ente municipal o el Ministerio de obras públicas intervenga las aceras que fueron evaluadas utilizando como instrumento el visor del ÍMA, se establezca una comunicación con la persona encargada de digitalización de datos en la municipalidad para que esta actualice la información en los cuadrantes, de manera que siempre se encuentre con la información lo más actualizado posible.

Es conveniente realizar mediciones de flujos peatonales reales al menos en las rutas de conexión entre los dos centros de los radios de influencia evaluados y aplicar el ÍMA con el Índice de Niveles de Servicio para evaluar las aceras y los cruces en función de su flujo peatonal. Esta evaluación es prudente realizarla antes de la implementación del Proyecto de Modernización de Transporte Público Modalidad Autobús y después de la puesta en marcha de este pues los niveles de servicio y la evaluación final de las condiciones se verán afectadas.

6. Fuentes de Bibliográficas

- Alegre, M., & Alarcón, G. (2016). *Transporte Urbano: ¿ Cómo resolver la movilidad en Lima y Callao*. Lima: Consorcio de investigación económica y social.
- Asamblea Legislativa de Costa Rica. (2019). *Ley N° 9660. Ley de Movilidad y Seguridad Ciclística* . San José, Costa Rica: Imprenta Nacional.
- Balado, J. (2019). *Classification and modelling of urban environments from point clouds for physical accessibility diagnosis and pedestrian pathfinding*. Vigo: Universidad de Vigo.
- Baldares, T. M. (2011). Plan Regional Urbano de la Gran Área Metropolitana: avances y desafíos. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 70-87.
- Borbón, J. (2020). *Evaluación de aceras en nodos de integración de la primera etapa del proyecto de sectorización y modernización del transporte público modalidad autobús del AMSJ*. San José, Costa Rica: Secretaría de Planificación Temporal.
- Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, Diversity, and Desing. *Pergamon*, 199-219.
- CINDE. (2022). *CINDE*. Obtenido de cinde.org: <https://www.cinde.org/es/zonas-francas/san-pedro-business-center>
- Contraloría General de la República de Costa Rica. (2019). *Informe de auditoría operativa sobre la eficacia de la integración operacional y física de los servicios de transporte público y su contribución a la eficiencia del servicio (INFORME N.º DFOE-IFR-IF-00012-2019)*. San José, Costa Rica: División de Fiscalización Operativa y Evaluativa, Contraloría General de la República.
- El Financiero. (19 de Septiembre de 2017). *Negocios*. Obtenido de El Financiero: <https://www.elfinancierocr.com/negocios/mall-san-pedro-es-el-complejo-comercial-mas-visitado-pero-sigue-cediendo-espacio/QP4IH52BSFCGPP2XZUH7B4ZFEE/story/#:~:text=Este%20a%C3%B1o%20la%20medici%C3%B3n%20muestra,un%2047%25%20de%20los%20encuestados>.
- Fernandez, D. A. (2015). *Percepción de inseguridad, iluminación urbana y gobernanza, el caso de Santiago de Cali*. Cali: Universidad ICESI.

- Gehl, J. (2010). *Cities for people*. Washington DC: ISLAND PRESS.
- Global Desing Cities Initiative . (2016). *Global Street Desing Guide* . New York: Island Press.
- Hernández, V. (2014). *Metodología para el desarrollo intermodal bicicleta-transporte público. Área Metropolitana de Sevilla*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Instituto de Fomento y Asesoría Municipal. (2020). *Guía del Usuario ÍMA*. San José: Deutsche Gessellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (10 de 2011). *X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda 2011: Cifras Preliminares de Población y Vivienda*. San José: INEC. Obtenido de inec.cr.
- INTECO. (2022). *INTE W9: 2022. Accesibilidad de las personas al medio físico. Espacios urbanos y rurales. Vías de circulación peatonales horizontales*. San José, Costa Rica: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica.
- Jiménez, R. (2020). *Proyecto NODOS: Definición y caracterización de las zonas de influencia del Proyecto de Reorganización del Transporte Público Modalidad autobús del AMSJ*. San José, Costa Rica: Secretaría de Planificación Sectorial, Viceministerio de Transporte y Seguridad Vial.
- LanammeUCR. (2017). *Guía de Intervención y Evaluación de Aceras*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura y Transporte.
- LCR Logística S.A. . (2021). *Diseño operativo del transporte público urbano en el Área Metropolitana de San José. Informe técnico final consolidado*. San José, Costa Rica: LCR Logística S.A.
- MIDEPLAN. (2021). *Índice de Envejecimiento Cantonal 2015, 2020 y 2025*. San José: Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica.
- Ministerio de Obras Públicas y Transporte . (2020). *Programa para un Sistema Integrado de Transporte SITGAM 2020-2030*. San José, Costa Rica: Secretaría de Planificación Sectorial.
- Miralles-Guasch, C., & Cebollada i Fontera, Á. (2003). *Movilidad y transporte. Acciones políticas para la ciudad*. Barcelona: Fundación Alternativas.

- Naciones Unidas. (2017). *Nueva Agenda Urbana*. Ecuador: Naciones Unidas.
- Osborne, K. (3 de Diciembre de 2021). *Allen School News*. Obtenido de University of Washington: <https://news.cs.washington.edu/2021/12/03/taskar-center-launches-first-mobile-version-of-accessmap-pedestrian-trip-planning-tool-for-android-and-ios/>
- Pereyra, L. P., Gutiérrez, A., & Nerome, M. M. (18 de Abril de 2018). La inseguridad en el transporte público del Área Metropolitana de Buenos Aires. Experiencias y percepciones de mujeres y varones. *TERRITORIOS*, pág. 39.
- Pujol, R., & Pérez, E. (2012). *Crecimiento urbano en la región metropolitana de San José, Costa Rica. Una exploración espacial y temporal de los determinantes del cambio de uso del suelo, 1986-2010*. San José: Lincoln Institute of Land Policy.
- Quoc Pham, T., Nakagawa, C., Shintani, A., & Ito, T. (2015). *Evaluation of the Effects of a Personal Mobility Vehicle On Multiple Pedestrian Using Personal Space*. Osaka, Japan: IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS.
- Rios Llamas, C., & Hernández-Vázquez, S. (2022). *Caminar, Pedalear, Conducir: Determinantes urbanos de la movilidad activa*. México: Estoa.
- Segura, D., & Jiménez, D. (2019). Evaluación de la zona de influencia de la troncal de transporte público San José-Sabanilla-La Campiña mediante la metodología del desarrollo orientado al transporte público. *Revista de Infraestructura Vial / LanammeUCR*, 21-31.
- Talen, E., & Koschinsky, J. (2014). Compact, Walkable, Diverse Neighborhoods: Assessing Effects on Residents. *Housing Policy Debate*, 717-750.
- Taskar Center for AccessibleTechnology. (03 de 12 de 2021). *AccesMap*. Obtenido de The Taskar Center for Accesible Technology: <https://tcat.cs.washington.edu/2021/12/03/accessmap/>
- Torres, F. (2019). *Diseño de una metodología para la estimación del índice de caminabilidad: Análisis de caso en Cartago, Costa Rica y Potchefstroom, Sudáfrica*. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Uber. (24 de julio de 2018). *Uber Blog*. Obtenido de Uber: <https://www.uber.com/es-MX/blog/como-funciona-la-tarifa-dinamica-en-uber/>

United Nations. (2018). *Department of Economic and Social Affairs*. Obtenido de Population Dynamics: <https://population.un.org/wup/Download/>

Universidad de Costa Rica. (2022). *estadísticas beca socioeconómica*. Obtenido de Oficina de Becas y Atención Socioeconómica: <https://becas.ucr.ac.cr/estadisticas-beca-socioeconomica/>

Universidad de Costa Rica. (Enero de 2023). *Recorrido Informativo con datos 2018-2022*. Obtenido de Universidad de Costa Rica: <https://www.ucr.ac.cr/acerca-u/carta-de-presentacion-ucr.html>

7. Anexos

Anexo 1. Fotografías tomadas durante levantamiento de información



Figura A 1. Cruce improvisado en cercanía del centro de nodo



Figura A 2. Ejemplo de inexistencia de acera



Figura A 3. Cruce con señalización horizontal y vertical



Figura A 4. Estación de bus actual en parque Kennedy



Figura A 5. Ejemplo de acera y de ausencia de acera



Figura A 6. Intersección cerca del centro del parque Kennedy



Figura A 7. Ejemplo de intersección a nivel de acera



Figura A 8. Acera en estación de tren UCR



Figura A 9. Ejemplo de intersección que cruza vías de tren



Figura A 10. Ejemplo de acera con deterioros severos

Anexo 2. Tablas de resultados de índices en aceras evaluadas

Cuadrante IFAM	Acera IFAM	ID de acera en levantamiento	Índice de Ancho	Índice de iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
C15	A1	C.5	64	0	0	100	42	86
C15	A4	C.26	80	0	0	92	37	73
C15	A3	C.27	22	0	0	71	51	41
C15	A2	C.28	64	0	0	85	50	78
C14	A3	C.29	44	0	0	100	15	97
C14	A2	C.30	80	0	0	100	67	56
C14	A1	C.31	80	0	0	82	39	82
C13	A4	C.33	55	0	0	100	50	83
C13	A2	C.34,1	80	0	0	66	45	74
C13	A3	C.34,2	80	28	0	66	20	64
C13	A1	C.35	64	0	0	62	15	80
C13	A5	C.36	44	80	0	37	50	84
C21	A3	C.37,1	19	0	0	80	19	81
C21	A4	C.37,2	44	0	100	56	19	62
C21	A2	C.38	29	0	0	47	44	41
C21	A1	C.39	55	0	0	82	40	68
C21	A5	C.40	34	0	0	100	31	68
C19	A3	C.42	20	0	0	100	19	85
C19	A2	C.43,2	54	0	0	100	50	74

Cuadrante IFAM	Acera IFAM	ID de acera en levantamiento	Índice de Ancho	Índice de Iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
C19	A1	C.43,1	54	0	0	100	50	74
C19	A4	C.41	44	0	0	100	40	30
C19	A5	C.44	34	0	0	100	20	97
C20	A3	C.45	64	0	0	100	15	76
C20	A2	C.46	54	0	0	100	31	85
C20	A1	C.47	54	0	0	60	36	58
C20	A4	C.48	24	28	0	100	20	96
C22	A3	C.67	8	0	0	0	20	61
C22	A2	C.68	60	0	0	100	10	43
C22	A1	C.69	55	0	0	100	39	93
C22	A4	C.70	30	0	0	43	19	62
C23	A3	C.71	61	0	0	100	0	68
C23	A2	C.72	24	0	0	100	20	89
C23	A1	C.73	23	0	0	100	35	62
C23	A4	C.74	40	0	0	100	15	61
C17	A3	C.75	80	0	0	100	0	51
C17	A2	C.76	68	0	0	100	0	44
C17	A1	C.77	100	0	0	69	20	68
C17	A4	C.78	68	0	0	100	39	57
C16	A3	C.79	60	0	0	79	51	62
C16	A2	C.80	55	0	0	100	15	65

Cuadrante IFAM	Acera IFAM	ID de acera en levantamiento	Índice de Ancho	Índice de iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
C16	A1	C.81	43	0	0	100	20	86
C16	A4	C.82	43	0	0	100	42	86
C18	A5	C.93,1	80	0	0	56	0	49
C18	A6	C.93,2	64	0	0	100	20	68
C11	A3	C.94	44	0	0	0	47	72
C11	A4	C.97	44	0	0	100	34	54
C18	A4	C.98	24	0	0	100	10	66
C18	A3	C.99,1	80	0	100	69	45	68
C18	A2	C.99,2	55	0	0	100	20	85
C18	A1	C.100	68	0	0	100	50	68
C12	A3	C.129	100	0	0	100	20	84
C12	A2	C.130	100	0	0	100	40	68
C12	A1	C.131	80	0	0	100	45	86
C12	A4	C.132	64	0	0	64	66	62
C14	A4	C.32,1	80	28	0	100	25	80
C14	A5	C.32,2	80	0	0	100	25	62
C9	A3	C.1	80	0	0	100	39	80
C2	A4	C.10	80	50	0	63	39	95
C2	A1	C.11	100	0	0	54	72	86
C8	A3	C.12	44	0	0	100	44	66
C8	A1	C.13	80	0	0	89	39	58

Cuadrante IFAM	Acera IFAM	ID de acera en levantamiento	Índice de Ancho	Índice de iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
C8	A4	C.14	80	0	0	58	25	66
C5	A3	C.151	100	40	0	100	20	78
C5	A2	C.152	100	0	0	100	50	77
C5	A1	C.153	65	0	0	67	39	55
C5	A4	C.154	55	0	0	64	50	49
C4	A3	C.155	80	0	0	100	64	82
C4	A2	C.156	100	0	0	100	44	76
C4	A1	C.157	64	0	0	92	42	63
C4	A4	C.158	64	40	0	79	50	65
C4	A6	C.159	54	28	0	67	76	77
C7	A2	C.16	24	0	0	70	45	77
C4	A7	C.160	64	0	0	74	39	86
C4	A8	C.161	18	0	0	93	20	74
C7	A1	C.17	80	0	0	69	41	86
C7	A4	C.18	26	0	0	100	36	81
C6	A3	C.19	80	0	0	100	53	100
C9	A2	C.2	80	0	0	100	44	89
C6	A2	C.20	80	0	0	90	20	93
C6	A1	C.21	80	0	0	82	50	73
C6	A4	C.22	80	0	0	70	20	62
C9	A1	C.3	80	0	0	100	39	93

Cuadrante IFAM	Acera IFAM	ID de acera en levantamiento	Índice de Ancho	Índice de iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
C9	A4	C.4	80	0	0	100	44	100
C7	A3	C.45	80	0	0	100	44	66
C10	A4	C.6	80	0	0	100	25	76
C2	A3	C.7	80	0	0	66	42	66
C8	A2	C.8	64	28	0	66	97	97
C10	A3	C.83	80	0	0	78	62	65
C10	A2	C.84	64	0	0	100	45	68
C10	A1	C.85	80	0	0	86	63	68
C3	A4	C.86	54	0	0	73	54	68
C3	A3	C.87	54	0	0	96	20	80
C3	A1	C.88.1	46	0	0	61	39	59
C3	A2	C.88.2	58	0	0	78	47	62
C3	A5	C.89	39	0	0	66	42	64
C2	A2	C.9	64	0	0	68	42	57
C11	A1	C.96	44	0	0	100	39	86
C11	A2	C95	64	0	0	64	66	62
C90	A1	C.31	80	0	0	79	39	100
C90	A2	C.30	80	0	0	100	84	92
C90	A3	C.29	80	0	0	84	97	86
C90	A4	C.28	64	0	0	81	39	80
C24	A1	B.18,1	75	0	0	100	25	51

Cuadrante IFAM	Acera IFAM	ID de acera en levantamiento	Índice de Ancho	Índice de iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
C24	A2	B.18,2	75	0	0	100	25	51
C24	A3	B.19	49	0	0	55	47	81
C24	A4	B.16	55	0	0	79	60	67
C24	A5	B.17	30	0	0	100	20	75
C25	A1	B.15	68	0	0	94	70	30
C25	A2	B.14	100	0	0	66	15	86
C25	A3	B.12	63	0	0	99	57	46
C25	A4	B.13	25	0	0	100	20	58
C26	A1	B.11	64	0	0	74	25	67
C26	A2	B.10	68	0	0	65	40	64
C26	A3	B.9,1	69	80	0	100	15	81
C26	A4	B.9,2	69	80	0	100	15	80
C26	A5	B.3	69	0	0	29	0	51
C27	A1	B.8	100	0	0	100	20	86
C27	A2	B.7,1	80	0	0	100	25	100
C27	A3	B.7,2	80	0	0	100	22	100
C27	A4	B.1	100	50	0	96	42	85
C27	A5	B.4	100	50	0	78	20	86
C27	A6	B.5	100	0	0	66	20	81
C27	A7	B.6	100	0	0	67	20	81
C29	A1	B.23	68	0	0	52	54	79

Cuadrante IFAM	Acera IFAM	ID de acera en levantamiento	Índice de Ancho	Índice de iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
C29	A2	B.24	100	40	0	93	20	100
C29	A3	B.25,1	80	0	0	86	0	92
C29	A4	B.25,2	80	40	0	100	0	86
C29	A5	B.26	80	0	0	99	19	100
C30	A1	B.27	25	0	0	96	20	91
C30	A2	B.28	68	0	0	88	20	59
C30	A3	B.29	43	0	0	100	20	46
C30	A4	B.30	100	0	0	96	25	75
C31	A2	A.18	44	28	0	68	50	65
C31	A3	A.17	20	0	0	69	50	69
C31	A5	A.21	24	0	0	100	72	100
C31	A6	A.13	54	0	0	100	72	77
C31	A7	A.74	49	0	0	40	59	72
C31	A8	A.75,1	54	0	0	69	20	55
C31	A9	A.75,2	46	0	0	71	20	64
C32	A10	A.19	54	0	0	73	44	59
C32	A2	A.7	80	0	0	76	95	93
C32	A3	A.6	80	28	0	100	59	68
C32	A4	A.5	80	0	0	79	59	86
C32	A5	A.20	68	0	0	71	53	74
C32	A6	A.14	80	0	0	62	44	61

Cuadrante IFAM	Acera IFAM	ID de acera en levantamiento	Índice de Ancho	Índice de iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
C32	A7	A.15	54	0	0	84	69	57
C32	A9	A.16	80	0	0	82	44	55
C33	A1	A.56	44	0	0	100	41	73
C33	A2	A.57.1	16	0	0	80	39	59
C33	A3	A.57.2	9	40	0	65	20	36
C33	A4	A.60	80	40	0	53	34	53
C33	A6	A.10,1	80	0	0	72	97	73
C33	A7	A.10,2	80	40	0	83	97	100
C34	A1	A.12	80	0	0	83	94	81
C34	A2	A.53	58	40	0	55	67	76
C34	A3	A.58	80	28	0	100	72	93
C35	A1	A.36	80	0	0	54	75	84
C35	A2	A.38	22	0	0	63	20	79
C35	A3	A.44	64	28	0	68	66	62
C35	A4	A.52	80	0		84	41	53
C36	A1	A.37	80	0	0	100	36	74
C36	A2	A.40	44	0	0	77	31	42
C36	A5	A.42	44	0	0	62	42	65
C36	A6	A.39	34	0	0	70	47	45
C37	A1	A.59	80	40	0	75	42	93
C37	A2	A.55	54	0	0	53	42	70

Cuadrante IFAM	Acera IFAM	ID de acera en levantamiento	Índice de Ancho	Índice de iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
C37	A4	A.61	54	0	0	100	41	86
C38	A1	A.45	80	50	0	65	25	85
C38	A2	A.47	54	0	0	44	39	60
C38	A3	A.73	64	0	0	69	20	73
C38	A4	A.54	80	0	0	73	50	75
C39	A1	A.43	54	0	0	44	39	60
C39	A2	A.48	64	0	0	56	50	60
C39	A3	A.50	64	0	0	85	20	73
C39	A4	A.46	64	0	0	100	69	82
C40	A1	A.61,1	80	0	0	100	45	84
C40	A2	A.26	54	0	0	48	69	64
C40	A3	A.23	64	0	0	70	79	85
C40	A4	A.9	64	0	0	100	44	98
C41	A1	A.61,2	80	40	0	100	44	86
C41	A2	A.33,1	80	28	0	28	67	52
C41	A3	A.33,2	80	80	0	59	67	55
C41	A4	A.32	54	0	0	100	36	93
C41	A5	A.27	30	0	0	72	42	59
C42	A1	A.51	19	0	0	100	20	84
C42	A10	A.62	64	0	0	69	15	83
C42	A11	A.64	43	0	0	76	65	63

Cuadrante IFAM	Acera IFAM	ID de acera en levantamiento	Índice de Ancho	Índice de Iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
C42	A12	A.63	64	0	0	73	39	45
C42	A13	A.67	64	0	0	52	20	62
C42	A2	A.69	100	0	0	100	25	73
C42	A3	A.68	30	0	0	71	50	62
C42	A5	A.70	16	0	0	58	50	43
C42	A6	A.71	80	0	0	100	25	81
C42	A7	A.34,1	25	0	0	100	50	68
C42	A9	A.34,1	80	0	0	43	25	68
C43	A1	A.22	59	0	0	79	72	77
C43	A2	A.24	54	0	0	73	66	84
C43	A3	A.25	64	0	0	68	97	100
C43	A4	A.8	64	28	0	66	97	97
C45	A11	A.35,2	80	0	100	14	53	84
C45	A12	A.35,1	64	0	0	71	100	86
C45	A13	A.11	80	0	0	65	81	86
C45	A14	A.80,1	54	0	0	100	97	94
C45	A15	A.80,2	68	0	0	39	84	94
C45	A17	A.76 Y 77	100	0	0	57	65	81
C45	A18	A.78	62	40	0	66	57	86
C47	A1	A.3	80	50	0	100	44	81
C47	A2	A.2	80	50	0	100	84	81

Cuadrante IFAM	Acera IFAM	ID de acera en levantamiento	Índice de Ancho	Índice de iluminación	Índice de Arbolado	Índice de Obstáculo	Índice de Accesibilidad	Índice de Condición de Acera
C47	A3	A.1	80	80	0	100	75	86
C47	A4	A.4	80	40	0	100	84	50
C87	A1	A.25,3	54	0	0	63	56	100
C87	A2	A.25,2	100	0	0	86	61	100
C87	A3	A.25,1	100	0	0	54	42	86
C87	A4	A.24	64	0	0	68	42	89
C87	A5	A.23,1	80	0	0	68	47	66
C87	A6	A.23,2	80	0	0	56	20	55

Anexo 3. Tabla de evaluación de índice de cruces

Cruce	Señalización cruce peatonal	Tipo control tránsito vehicular	Cantidad carriles a cruzar	¿Tiene isla?	Puntuación
CR9	Horizontal	Semáforo	4	No	43
CR2	Horizontal y Vertical	Paso a nivel de acera	2	Sí	100
CR3	Vertical	No hay	2	Sí	25
CR4	Horizontal y Vertical	Semáforo	4		60
CR5	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR6	Vertical	No hay	2	Sí	25
CR7	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50

Cruce	Señalización cruce peatonal	Tipo control tránsito vehicular	Cantidad carriles a cruzar	¿Tiene isla?	Puntuación
CR8	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR9	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR11	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR12	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR13	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR14	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR15	Horizontal	No hay	2	Sí	25
CR16	Horizontal	No hay	2	Sí	25
CR17	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR18	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR19	Horizontal y Vertical	Paso a nivel de acera	2	Sí	100
CR20	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR21	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR22	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR23	No hay	No hay	4		0
CR24	No hay	No hay	2	Sí	0
CR25	No hay	No hay	2	Sí	0
CR26	No hay	No hay	2	Sí	0
CR27	No hay	No hay	2	Sí	0
CR28	No hay	Semáforo	2	Sí	40
CR29	No hay	Semáforo	2	Sí	40
CR29	No hay	Semáforo	2	Sí	40
CR31	Horizontal y Vertical	Semáforo	2	Sí	90

Cruce	Señalización cruce peatonal	Tipo control tránsito vehicular	Cantidad carriles a cruzar	¿Tiene isla?	Puntuación
CR33	Horizontal y Vertical	Paso a nivel de acera y semáforo	2	Sí	100
CR34	Vertical	Paso a nivel de acera	2	Sí	75
CR35	No hay	Paso a nivel de acera	2	Sí	50
CR36	No hay	No hay	2	Sí	0
CR38	Horizontal y Vertical	Semáforo	2	Sí	90
CR39	Horizontal y Vertical	Semáforo	2	Sí	90
CR40	No hay	Semáforo	2	Sí	40
CR41	No hay	Semáforo	2	Sí	40
CR42	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR43	No hay	No hay	1	Sí	0
CR44	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR45	No hay	No hay	1	Sí	0
CR46	No hay	No hay	1	Sí	0
CR47	Horizontal	No hay	2	Sí	25
CR48	Horizontal	Paso a nivel de acera	2	Sí	75
CR50	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR51	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR52	No hay	No hay	2	Sí	0

Cruce	Señalización cruce peatonal	Tipo control tránsito vehicular	Cantidad carriles a cruzar	¿Tiene isla?	Puntuación
CR53	No hay	No hay	1	Sí	0
CR54	Horizontal	No hay	2	Sí	25
CR56	No hay	No hay	2	Sí	0
CR57	No hay	No hay	2	Sí	0
CR58	Horizontal	No hay	2	Sí	25
CR59	No hay	No hay	2	Sí	0
CR60	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR62	No hay	Semáforo	2	Sí	40
CR64	No hay	No hay	2	Sí	0
CR65	Horizontal	No hay	2	Sí	25
CR66	Horizontal	No hay	2	Sí	25
CR67	Horizontal	No hay	2	Sí	25
CR68	Horizontal	No hay	2	Sí	25
CR69	No hay	No hay	2	Sí	0
CR70	No hay	No hay	1	Sí	0
CR71	No hay	No hay	1	Sí	0
CR72	No hay	No hay	1	Sí	0
CR73	Vertical	No hay	2	Sí	25
CR74	No hay	No hay	2	Sí	0
CR75	No hay	No hay	2	Sí	0
CR76	No hay	No hay	2	Sí	0
CR77	No hay	No hay	1	Sí	0
CR78	No hay	No hay	1	Sí	0
CR79	No hay	No hay	2	Sí	0
CR80	No hay	No hay	2	Sí	0

Cruce	Señalización cruce peatonal	Tipo control tránsito vehicular	Cantidad carriles a cruzar	¿Tiene isla?	Puntuación
CR81	No hay	No hay	2	Sí	0
CR82	No hay	No hay	1	Sí	0
CR83	No hay	No hay	2	Sí	0
CR84	Horizontal	No hay	2	Sí	25
CR85	Horizontal y Vertical	Paso a nivel de acera	2	Sí	100
CR86	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR87	No hay	No hay	2	Sí	0
CR88	No hay	No hay	2	Sí	0
CR89	No hay	Semáforo	2	Sí	40
CR90	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR91	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR92	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR93	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR94	Horizontal	No hay	2	Sí	25
CR95	Horizontal	No hay	2	Sí	25
CR97	No hay	No hay	2	Sí	0
CR98	Horizontal	No hay	2	Sí	25
CR99	No hay	No hay	2	Sí	0
CR100	No hay	No hay	2	Sí	0
CR101	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR102	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR103	No hay	No hay	2	Sí	0
CR104	No hay	No hay	2	Sí	0

Cruce	Señalización cruce peatonal	Tipo control tránsito vehicular	Cantidad carriles a cruzar	¿Tiene isla?	Puntuación
CR105	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR106	No hay	No hay	2	Sí	0
CR107	Horizontal	No hay	2	Sí	25
CR108	No hay	No hay	2	Sí	0
CR109	No hay	No hay	2	Sí	0
CR110	Horizontal	No hay	2	Sí	25
CR112	No hay	No hay	2	Sí	0
CR113	No hay	No hay	2	Sí	0
CR114	Horizontal	No hay	2	Sí	25
CR115	No hay	No hay	2	Sí	0
CR116	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR117	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR118	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR119	No hay	No hay	2	Sí	0
CR120	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR121	No hay	No hay	2	Sí	0
CR122	No hay	No hay	2	Sí	0
CR123	Horizontal y Vertical	Semáforo	4	No	60
CR124	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR125	No hay	No hay	2	Sí	0
CR126	No hay	No hay	2	Sí	0
CR127	No hay	No hay	2	Sí	0
CR128	No hay	No hay	2	Sí	50
CR127	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	0
CR128	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50

Cruce	Señalización cruce peatonal	Tipo control tránsito vehicular	Cantidad carriles a cruzar	¿Tiene isla?	Puntuación
CR129	Horizontal y Vertical	Semáforo	4	No	60
CR130	No hay	No hay	2	Sí	0
CR131	Horizontal	Semáforo	2	Sí	65
CR132	No hay	No hay	2	Sí	0
CR133	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR134	No hay	No hay	2	Sí	0
CR135	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR136	Horizontal y Vertical	Semáforo	6	Sí	87
CR137	No hay	No hay	1	Sí	0
CR138	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR139	Horizontal y Vertical	No hay	2	Sí	50
CR140	No hay	No hay	2	Sí	0
CR141	No hay	No hay	2	Sí	0
CR142	No hay	No hay	2	Sí	0
CR143	Horizontal y Vertical	Semáforo	3	No	90
CR144	No hay	No hay	2	Sí	0