

Ciclo-Infraestructura para el Municipio de La Paz Fase I – Macrodistrito V – Sur

Entregable 8. Plan de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV)



Financiado por
la Unión Europea



Resumen ejecutivo

El Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP) es beneficiario del programa EUROCLIMA+, quien a través de la Agencia Francesa de Desarrollo - AFD implementa el proyecto piloto "Revisión de diseño y acompañamiento en la construcción de la red de ciclo-infraestructura para el municipio de La Paz - Fase I", en donde bikeNcity funge como la organización que brinda la consultoría.

Este entregable hace parte del Informe 2 de dicha consultoría y se enfoca en el Plan de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) del proyecto piloto. El informe incluye la metodología, los resultados, las conclusiones y recomendaciones de los diversos mecanismos de MRV recomendados para el proyecto de infraestructura ciclista, así como la bibliografía y los anexos.

En la sección de la metodología se incluye una matriz en donde se describen los instrumentos del plan, los datos e indicadores, su utilidad, el tiempo de ejecución recomendada y el momento de aplicación en el proyecto. Enseguida, se incluyen los procesos recomendados para llevar a cabo la aplicación de encuestas, aplicación y análisis de aforos peatonales, de micromovilidad y de aforos vehiculares. Se incluyen también las metodologías para la evaluación de infraestructura ciclista, la estimación de áreas de carga y descarga, y la implementación de pruebas piloto recomendadas, con base en la experiencia del equipo consultor y literatura. De cada uno de los instrumentos se incluyen los formatos para la recopilación de la data en los anexos de este entregable.

Como parte adicional de este proceso de consultoría, se realizó el análisis de los mecanismos de monitoreo con el objetivo de apoyar a la municipalidad en la definición de la red de infraestructura ciclista. Así, en el apartado de resultados se incluyen los hallazgos del análisis de aforos vehiculares, aforos de micromovilidad y el perfil de las personas usuarias, la encuesta de movilidad en el Macrodistrato Sur, y la encuesta a comerciantes de la Calle 21.

Finalmente, en la sección de conclusiones y recomendaciones se brinda la perspectiva del equipo consultor respecto al diseño de la infraestructura con base en los resultados obtenidos, la aplicación y sistematización posteriores de aforos vehiculares, la definición de la red ciclista, y la aplicación y sistematización posteriores de aforos de micromovilidad.

Índice

Introducción	5
Metodología	6
1. Aplicación de encuestas	6
2. Aplicación y análisis de aforos peatonales	13
3. Aplicación y análisis de aforos de micromovilidad	27
4. Aplicación y análisis de aforos vehiculares	39
5. Evaluación de ciclo-infraestructura	55
6. Estimación de áreas de carga y descarga	60
7. Implementación de pruebas piloto	64
8. Calculadora de co-beneficios	70
Resultados	73
1. Aforos vehiculares	74
2. Aforos de micromovilidad	83
3. Perfil de las personas usuarias	86
4. Encuesta de movilidad en el Macrodistrito Sur	91
5. Encuesta a comerciantes de la Calle 21	94
Conclusiones y recomendaciones	96
1. Aplicación y sistematización posteriores de aforos vehiculares	96
2. Definición de la red ciclista	97
3. Aplicación y sistematización posteriores de aforos de micromovilidad	97
4. Medición de co-beneficios	97
Bibliografía	98
Anexos	101

Cuadros

Cuadro 1. Tipos de aforos y utilidad	14
Cuadro 2. Ejemplo de sistematización de información cuantitativa.	18
Cuadro 3. Ejemplo de sistematización de información cualitativa por día de aforo	19
Cuadro 4. Análisis del espacio peatonal	20
Cuadro 5. Análisis del flujo peatonal	21
Cuadro 6. Niveles de servicio en aceras	21
Cuadro 7. Niveles de servicio por parámetros identificados	22
Cuadro 8. Análisis de la densidad peatonal	23
Cuadro 9. Análisis del Flujo peatonal (Manual de Diseño Vial de La Paz)	23
Cuadro 10. Tipología de vehículos de micromovilidad	30
Cuadro 11. Tipos de aforos y utilidad	40
Cuadro 12. Sumatoria de volúmenes por periodos de 15 minutos para hallar la Hora de Máxima Demanda	44
Cuadro 13. Análisis de volúmenes por movimiento, por punto de aforo	45
Cuadro 14. Agrupación y ajuste de la cantidad de camiones	46
Cuadro 15. Sumatoria de volúmenes por periodos de 15 minutos para hallar la Hora de Máxima Demanda, considerando el ajuste por tipo de vehículo.	47
Cuadro 16. Ejemplo de análisis de Nivel de Servicio	51

Cuadro 17. Estimación del número de entregas	62
Cuadro 18. Estimación del número de espacios requeridos	63
Cuadro 19: Ejemplo de inventario de materiales existentes	65
Cuadro 20: Ejemplo de cuadro para la asignación de responsabilidades	68
Cuadro 21: Resumen de los datos obtenidos en aforos y encuestas	73
Cuadro 22: Resumen de los aforos de micromovilidad en días de semana	85
Cuadro 23: Resumen de los aforos de micromovilidad en fin de semana.	86

Imágenes

Imagen 1. Ejemplo de plantilla para la generación de carteles	9
Imagen 3. Aforo de espacio peatonal en acera	16
Imagen 4. Aforo de líneas de deseo	16
Imagen 5. Aforo direccional	16
Imagen 6. Ejemplo de llenado de formato de aforo	17
Imagen 7. Espacio peatonal en una acera	20
Imagen 8. Espacio peatonal sobre una línea de deseo	20
Imagen 9. Flujo peatonal en una acera	21
Imagen 10. Flujo peatonal sobre una línea de deseo	21
Imagen 11. Espacio peatonal	23
Imagen 12. Densidad peatonal	23
Imagen 13. Ancho mínimo de banda de circulación peatonal con base en capacidad	24
Imagen 14. Mapa ejemplo de representación de hallazgos peatonales en la zona del proyecto piloto	25
Imagen 15. Ejemplo de la representación de hallazgos cuantitativos	25
Imagen 16. Ejemplo de representación de hallazgos cualitativos	25
Imagen 17. Tipos de aforos de micromovilidad	28
Imagen 18. Croquis de ubicación y movimientos a registrar en un aforo	30
Imagen 19. Ejemplo de llenado de datos base y familiarización del formato de aforo	32
Imagen 20. Ejemplo de llenado del formato de aforo	33
Imagen 21. Ejemplo de obtención del total de las personas usuarias	34
Imagen 22. Ejemplo de identificación de la Hora de Máxima Demanda	34
Imagen 23. Ejemplo de cuadro resumen de los aforos realizados	35
Imagen 24. Ejemplo de proyección de los datos obtenidos en la zona del proyecto piloto	35
Imagen 25. Ejemplo de elaboración de matriz de análisis cualitativo	36
Imagen 26. Ejemplo de obtención de resultados del análisis cualitativo	37
Imagen 27. Ejemplo de representación de los hallazgos del análisis cualitativo	38
Imagen 28. Dimensiones de infraestructura para la micromovilidad confinada conforme al volumen de viajes	38
Imagen 29. Dimensiones de infraestructura para la micromovilidad semiconfinada conforme al volumen de viajes	39
Imagen 30. Ejemplo de ilustración de los datos obtenidos para su difusión	39
Imagen 31. Ejemplo de croquis de aforo de sentidos	41
Imagen 32. Ejemplo de llenado de formato de aforo	44
Imagen 33. Representación gráfica de los Niveles de Servicio vehiculares	48
Imagen 34. Niveles de servicio por tiempos de demora en intersecciones	48

Imagen 35. Niveles de servicio para vías de flujo interrumpido	49
Imagen 36. Niveles de servicio para vías de flujo interrumpido	50
Imagen 37. Referencia de capacidad vial por carril	50
Imagen 38. Volúmenes mínimos para contemplar la colocación de semáforos	52
Imagen 39. Representación gráfica de los puntos aforados en la zona del piloto	53
Imagen 40. Representación gráfica de los movimientos aforados en la zona del piloto	53
Imagen 41. Representación de los volúmenes vehiculares	54
Imagen 42. Representación y síntesis de los principales hallazgos	54
Imagen 43 y 44. Ejemplo de llenado de los formatos de evaluación de ciclo-infraestructura	58
Imagen 45. Antes y después de ciclo-infraestructura en Av. Insurgentes	59
Imagen 46. Ejemplo de mapeo de comercios	60
Imagen 47. Guía visual de vehículos para entregas	62
Imagen 48. Ejemplo de definición del área a intervenir	64
Imagen 49. Ejemplo de definición del espacio y materiales a utilizar.	66
Imagen 50: Aforos vehiculares	74
Imagen 51: Referencia de capacidad vial por carril	74
Imagen 52: Ubicación aforos en Calle 21 y Pancara	75
Imagen 53: Ubicación de aforos en Av. Sánchez Bustamante e intersecciones	76
Imagen 55: Ubicación de aforos en Av. Rafael Pabón	78
Imagen 55: Ubicación aforos en Calle 12	79
Imagen 56: Ubicación de aforos en Av. Rafael Pabón	80
Imagen 57: Ubicación de aforos en Av. Rafael Pabón y Av. Inofuentes	82
Imagen 58: Ubicación aforos de micromovilidad	84
Imagen 59 y 60: Ciclista sobre Av. Bustamante y persona en silla de ruedas sobre Av. Patiño	88
Imagen 61 y 62: Ciclista y usuarios de monopatín eléctrico sobre Av. Inofuentes	89
Imagen 63: Puntos en los que se aplicó la encuesta a comerciantes	96

Gráficos

Gráfico 1: Resultados de aforos de micromovilidad	83
Gráfico 2: Vehículos de micromovilidad detectados y su porcentaje en viajes entre semana	87
Gráfico 3: Distribución por género en vehículos de micromovilidad entre semana	87
Gráfico 4: Distribución de grupo etario en viajes de micromovilidad entre semana.	88
Gráfico 5: Vehículos de micromovilidad detectados y su porcentaje en viajes en fin de semana	90
Gráfico 6: Distribución por género en vehículos de micromovilidad en fin de semana	90
Gráfico 7: Distribución de grupo etario en viajes de micromovilidad en fin de semana.	90
Gráfico 8: Porcentaje de personas con discapacidad	92
Gráfico 9: Tipos de discapacidad	92
Gráfico 10: Motivos de viaje en el Macrodistrito Sur	93
Gráfico 11: Medios de transporte utilizados en el Macrodistrito Sur	93
Gráfico 12: Disponibilidad de bicicleta propia	94

Introducción

El plan de monitoreo, reporte y verificación compila un conjunto de instrumentos requeridos para la obtención de información que permita tomar decisiones a la hora de implementar un proyecto de infraestructura ciclista. Es recomendable que estas acciones se generen de manera continua en los diferentes proyectos de rediseño vial que incorporen a la micromovilidad. Con ello será posible obtener métricas certeras del impacto de la infraestructura implementada dando seguimiento de indicadores, por ejemplo, el aumento o disminución de su uso, las emisiones evitadas; entre otras acciones.

Como su nombre lo indica, es un proceso que pretende la recopilación de información en diferentes etapas del proceso: antes, durante y después de la implementación de la infraestructura.

- **Monitoreo:** Consiste en la obtención de información por medio de diferentes instrumentos o herramientas con base en indicadores que orientan la obtención de la información.
- **Reporte:** Consiste en el procesamiento de la información con base en los indicadores establecidos y objetivos planteados.
- **Verificación:** Se refiere a los procesos de comprobación de la información procesada y el mejoramiento de los procesos con base en los aprendizajes de las etapas anteriores.

Para el proyecto piloto de ciclo-infraestructura en el Macrodistrito Sur es indispensable contar con información base de movilidad que justifique las acciones a realizar previo al desarrollo de la infraestructura piloto. Al ser la primera infraestructura ciclista que se implementará en la ciudad enfocada en promover a la bicicleta como medio de transporte, es clave contar con una línea base de la cual se parta para posteriormente continuar midiendo el impacto del proyecto, pues es probable que el proyecto esté sujeto de diversos cuestionamientos respecto a su impacto, las personas beneficiadas, en qué vías es mejor colocarla, entre otros.

El contar con datos obtenidos en campo en la zona de implementación permitirá dar respuesta a estos cuestionamientos, justificando la implementación y confirmando la viabilidad de las decisiones tomadas. Además, al intervenir cualquier espacio público en el que se pretenda introducir un nuevo sistema de movilidad como la no motorizada, es necesario una redistribución de la calzada, en la cual el espacio es finito y por lo general utilizado por medios de transporte no motorizado. Por ello, es necesario monitorear no solo el flujo de vehículos de micromovilidad, sino también de vehículos motorizados particulares, de transporte público y de carga, e incluso la cantidad de peatones que circulan por determinado espacio que se pretenda intervenir o modificar. Esto contribuye a que el proyecto se desarrolle desde una visión integral, donde se reconoce que el espacio de circulación es utilizado por diversas personas usuarias de distintos medios de transporte y además identificar la capacidad de usuarios de una vía (medido en personas), incluyendo todos los modos de transporte.

Como existe una gran variedad de instrumentos con los cuales es posible realizar en análisis de la intervención, acorde al proyecto, sus especificaciones y complejidades será oportuno usar cada uno en distintos momentos de acuerdo con los objetivos de cada etapa. En el presente documento se incluyen los diversos instrumentos, sus metodologías, formatos, así como recomendaciones para su aplicación.

Metodología

1. Aplicación de encuestas¹

Esta sección tiene como objetivo presentar la metodología recomendada para el desarrollo de encuestas, su aplicación, análisis y representación de los datos obtenidos. Además se proveen varios ejemplos de encuestas en la sección de anexos, con el fin de que puedan ser utilizadas por la Secretaría de Movilidad y Seguridad Ciudadana durante el desarrollo de la infraestructura ciclista en el Macrodistrito Sur.

En el desarrollo de un proyecto de movilidad, los datos son necesarios, pues ayudan a justificar la implementación del proyecto, generan acercamiento con la población para conocer sus dinámicas y necesidades para tomarlas en cuenta, ayudan a tomar decisiones y se obtiene información sobre el impacto y beneficio del proyecto. Por ello, a la hora de realizar una encuesta es necesario definir claramente su objetivo, la información que se espera recabar y cómo será utilizada en beneficio del proyecto.

Por ejemplo, durante el proceso de apoyo al diseño de esta consultoría, se han desarrollado y aplicado dos encuestas diferentes como parte de la etapa de “Conocer”. En esta etapa se busca recabar toda la información relevante con respecto al contexto y los elementos que podrían afectar al proyecto. Una de estas encuestas se enfocó en patrones de movilidad y el perfil de personas usuarias del Macrodistrito Sur y la otra, en la opinión de los comerciantes de la Calle 21 respecto a las mejoras a realizar en ese espacio.

La primera encuesta tuvo el objetivo de entender las percepciones y formas de transportarse de la ciudadanía para tomarlas como base en el rediseño de las calles, mientras que la segunda tuvo el objetivo de conocer las dinámicas de estacionamiento y de maniobras de carga y descarga de los comerciantes en la Calle 21.

El proyecto se implementa con base en la metodología de bikeNcity, la cual establece cinco etapas del proceso: Conocer, Planear, Activar, Implementar y Continuar. Como parte del proceso de monitoreo y evaluación durante la etapa Continuar se deben implementar dos encuestas adicionales. De manera general existen muy pocos datos sobre los impactos y beneficios de proyectos de movilidad activa a establecimientos comerciales, por lo que la aplicación de la encuesta de satisfacción a comerciantes después de la implementación permitirá obtener más información al respecto. Cuando se contrasten las encuestas iniciales con las que se apliquen después de la implementación, se podrán identificar patrones y beneficios de la nueva infraestructura para los comercios. Además, en esta etapa se busca evaluar la infraestructura implementada con el objetivo de obtener datos de los impactos o los beneficios alcanzados, así como percepciones de los usuarios que permiten comunicar, socializar la infraestructura actual y la futura, además de mantenerse mejorándola continuamente como parte de la verificación.

La encuesta de movilidad (Anexo 1) se centró en entender las percepciones y actitudes de las personas hacia la nueva infraestructura, mientras que la encuesta de satisfacción (Anexo 3), en continuidad de la encuesta aplicada a comerciantes (Anexo 2), medirá la satisfacción de los comerciantes con respecto al proyecto implementado. Esta tendrá el objetivo de evaluar los

¹ Se comparten formatos de apoyo para la aplicación de estas encuestas en los Anexos 1, 2 y 3.

efectos de la nueva infraestructura en los comercios de la Calle 21, tanto en temas de ventas, como abastecimiento, horarios y días, así como percepción de elementos de la calle como el nivel de tranquilidad, seguridad y sus condiciones. Esto ayudará a recopilar datos que respalden las ventajas de la infraestructura ciclista para los comercios útiles para futuros proyectos de infraestructura ciclista (expansión de la red piloto).

A continuación se describe el proceso recomendado para el desarrollo y la aplicación de encuestas:

1. Desarrollo de la encuesta

- a. Definir el objetivo de la encuesta, para esto es fundamental tener claridad en los datos que se desea recabar, así como el uso de los mismos.
- b. Determinar la población objetivo a encuestar y tener en cuenta sus características a la hora de desarrollar las preguntas y de definir los puntos de aplicación.
- c. Desarrollar las preguntas basadas en la información que se busca recabar y en la población objetivo. Las preguntas deben utilizar un lenguaje formal pero coloquial, evitando tecnicismos para que la población encuestada pueda entenderlas.
- d. Incluir preguntas sociodemográficas para obtener información detallada sobre diferentes grupos relevantes, como por ejemplo mujeres y personas con discapacidad. Esto se podrá utilizar para revisar a detalle las características y percepciones de cada grupo dentro de la población. Lo anterior, incluyendo la perspectiva de género en la encuesta.
- e. Revisar las preguntas de la encuesta entre varias personas con el objetivo de repasar si estas se entienden correctamente, así como cualquier incoherencia o error que pueda existir o duplicidad.
- f. Revisar el tiempo que se lleva la aplicación de la encuesta y reducirla en caso de que sea necesario.
- g. Para brindar legitimidad y confianza durante el proceso de aplicación, cualquier contenido gráfico (impreso o digital) debe identificarse con los logos de la institución responsable. Solo en periodos de veda electoral se recomienda generar materiales sin logos.

2. Aplicación piloto²

- a. Es recomendable aplicar la encuesta a un grupo reducido de personas antes de aplicarla de manera oficial a la muestra determinada.
- b. Durante la aplicación piloto se deben tomar nota sobre las preguntas que no son bien comprendidas.
- c. Revisar si los resultados obtenidos son los esperados, o alguna de las preguntas no está cumpliendo el objetivo propuesto.
- d. Corregir o modificar las preguntas que lo requieran.

² Se recomienda llevar a cabo este paso para mejorar la encuesta antes de su aplicación final. Sin embargo, en ocasiones será complicado llevarlo a cabo por los pocos tiempos con los que se diseñan los instrumentos. Aun así, es deseable que se considere este paso.

3. Muestreo

- Revisar la población total a la que se planea aplicar la encuesta. Puede ser la población total de cierta zona, por ejemplo el Macrodistrato Sur.
- Calcular la muestra representativa con base en la población, utilizando la siguiente fórmula (Herrera M, s.f):

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

N=Total de la población

Z=1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)

p=proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

q=1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95)

e=precisión (en su investigación use un 5%)

Página para calcular la muestra representativa fácilmente:

<https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>

- Para este cálculo se sugiere tener en cuenta un nivel de confianza al 95 %, un margen de error al 5 %, una proporción esperada del 50 % y una precisión del 50%³.
- Después de definida la muestra representativa lo ideal sería elegir las persona a encuestar de manera aleatoria a partir del total de la población inicial, para disminuir el sesgo y tener respuestas verdaderamente representativas de toda la población. Sin embargo, en ocasiones esto es complicado y se termina aplicando un muestreo por conveniencia a las personas disponibles para entrevistar. Este tipo de muestreo puede generar sesgos importantes por lo que se debe proceder con cuidado y esforzarse en aplicar la encuesta a la mayor diversidad de personas posibles.

4. Capacitación a encuestadores

- Preparar el guion con el que se presentarán las personas encuestadoras, el cual deberán memorizar.
- Establecer horarios y zonas en las que cada encuestador se encontrará.
- Generar sesiones de capacitación a las personas encuestadoras de ser necesario. Explicándoles temas como la forma de presentarse y acercarse a los encuestados, así como la necesidad de mantenerse imparciales.
- Hacer un ejercicio de entrenamiento de aplicación de la encuesta con los encuestadores.

³ Herrera, M. (s.f). Fórmula para calcular las muestras de población finita. Disponible en <https://investigacionpediahr.files.wordpress.com/2011/01/formula-para-cc3a1lculo-de-la-muestra-poblaciones-finitas-var-categorica.pdf>

- e. Entregar a las personas encuestadoras las herramientas necesarias para la aplicación de la encuesta, como tablas, encuestas en papel y lápices, o tablets, etc.
- f. Mantener el tiempo de aplicación de la encuesta entre 5 y 10 minutos como máximo.

5. Aplicación de la encuesta

- a. Elegir el método de aplicación: manual o a través de un formulario.
- b. Se pueden utilizar herramientas de sistemas de información geográfica participativas como Cloud GIS, con el objetivo de tener la información de las encuestas geolocalizada, lo cual podría permitir, por ejemplo, realizar mapas de calor para indicar las emociones predominantes en cada punto y reconocer de manera más sencilla áreas que se deben atender de forma prioritaria.
- c. De ser posible, se recomienda generar carteles visualmente llamativos con preguntas detonadoras y un código QR para colocarlos en la zona de la intervención y que las personas que transitan por ahí puedan acceder fácilmente a responder la encuesta. Esta es una medida que puede aprovecharse durante periodos con veda electoral.

Imagen 1. Ejemplo de plantilla para la generación de carteles



Fuente: Bikencity, 2021.

- d. La difusión de la encuesta digital se puede realizar a través de las redes sociales oficiales para tener mayor alcance en el estado o municipio donde se realizará el proyecto.
- e. En caso de que se deba leer la encuesta a la persona, se pueden utilizar ayudas visuales para las preguntas que requieren elegir opciones dentro de una escala, de esta manera se facilitará la aplicación. Por ejemplo, se pueden imprimir imágenes de apoyo como la siguiente:

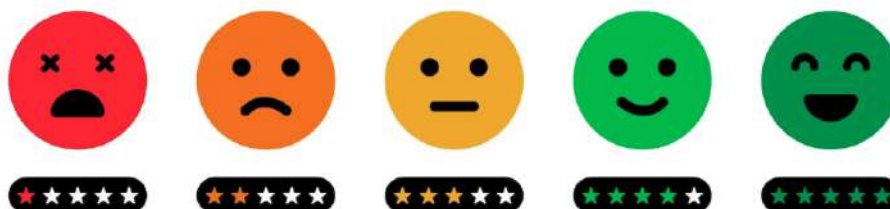


Imagen 2. Escala de retroalimentación. Fuente: Freepik, s.f.

- f. Presentarse y explicar brevemente el objetivo de la encuesta a las personas encuestadoras.

- g. Es importante siempre preguntar a la persona antes de aplicarle la encuesta si ya respondió estas encuestas antes, esto para evitar tener respuestas repetidas.
- h. Aplicar la encuesta en la zona y horario predeterminados, los cuales aseguren que la mayor cantidad de la población pueda responder la encuesta.
- i. Durante la aplicación de la encuesta es importante que las personas encuestadoras se mantengan siempre con una actitud imparcial para no generar sesgos en las respuestas.

6. Captura de los datos (de ser necesario)⁴

- a. Seleccionar las personas que apoyarán en la captura de los datos y capacitarlas de ser necesario.
- b. En caso de que se requiera capturar los datos obtenidos a través de las encuestas se recomienda:
 - Capturar la información entre dos personas, una que dicta los datos de la encuesta y otra que inserta la información en Excel.
 - Prestar mucha atención durante el proceso de captura de datos con el objetivo de no cometer errores.
 - Realizar pausas activas de aproximadamente 10 o 15 min cada 45 min para poder mantener buenos niveles de concentración mientras se capturan los datos.
 - Almacenar los datos capturados en varios equipos o en la nube en caso de que se elimine alguna base de datos.
- c. Asignarle un número a cada respuesta de cada pregunta y que todas las personas que realicen la captura de datos tengan presente estas asignaciones. Por ejemplo: Mujer: 1 Hombre: 2 (se captura en Excel 1 si la persona respondió mujer o 2 si respondió ser hombre).
- d. Capturar los datos con cuidado asegurándose de capturar cada respuesta sin errores.
- e. Asegurarse de revisar que los datos capturados se estén guardando de manera correcta.
- f. Archivar de forma segura las encuestas, después de haber capturado los datos, para usarlas en caso de que se tenga alguna duda o se solicite evidencia sobre los datos recabados. También se puede escanear o tomar fotografías de las encuestas para generar un archivo digital.

7. Análisis de los resultados

- a. Definir la herramienta de análisis que se utilizará, puede ser Excel, SPSS, Stata, R u otras. La más sencilla y accesible de las anteriores es Excel.
- b. Establecer preguntas que se quieran responder con los datos obtenidos. Para desarrollarlas es necesario tener claro qué información se requiere para después hacer relaciones entre las diversas variables y respuestas de la encuesta con el objetivo de encontrar patrones. Por ejemplo:
 - ¿Qué elementos son más necesarios en el espacio a intervenir?
 - ¿Qué opinan las mujeres sobre los niveles de seguridad de cada zona con diferencia a los hombres?
 - ¿Qué tan común es que las personas encuestadas estén dispuestas a realizar sus trayectos en bicicleta? Se puede revisar por el tipo de

⁴ En caso de que la encuesta se haya aplicado en papel o en una aplicación que no capture los datos en Excel directamente o en otro software, será necesario pasar a la captura manual de los datos.

vehículo que utilizan para saber qué tan posible es que se dé un cambio modal en caso de se implemente la infraestructura.

- c. Si se utiliza Excel se pueden emplear fórmulas como CONTAR.SI. Por ejemplo: (para saber la cantidad de mujeres encuestadas)
=CONTAR.SI("Respuestas de formulario 1"!C:C;"*Mujer*")
Ejemplo: [Excel Resultados encuesta a comerciantes](#)
- d. Contar números directamente en caso de que se tengan valores asignados a cada respuesta. Acciones similares se pueden realizar con otras herramientas de análisis. Por ejemplo: si se les asignó el número 1 a las mujeres y se busca saber el número de mujeres encuestadas se puede utilizar la fórmula
=CONTAR.SI("Respuestas de formulario 1"!C:C;1)
- e. Para el análisis por grupos para obtener información más detallada y responder a las preguntas propuestas se pueden utilizar los filtros de Excel, lo cual es una herramienta sencilla o fórmulas como: para saber el momento en que las mujeres se sienten más inseguras utilizar la siguiente fórmula
=CONTAR.SI.CONJUNTO("Respuestas de formulario 1"!\$C:\$C;"*Mujer*";"Respuestas de formulario 1"!\$P:\$P;"*Muy temprano en la mañana*")
- f. Los análisis anteriores permitirán saber la frecuencia de las respuestas obtenidas, ya sea de manera simple o al cruzar información, lo cual permitirá calcular el porcentaje de cada respuesta obtenida en la encuesta y por grupos.
- g. Una vez obtenidos los porcentajes de respuestas se puede pasar a la representación gráfica de los mismos.

8. Representación de los resultados obtenidos

- a. Seleccionar la información más importante para representar gráficamente, basándose en los grupos a los que le serán presentados los datos y el objetivo de la reunión. Por ejemplo, si es una reunión con personas que no están familiarizadas con terminología técnica, simplificar los resultados y evitar el uso de cuadros o indicadores que sean difíciles de entender.
- b. Preparar una presentación donde se incluya información relevante sobre el proyecto, datos importantes sobre la encuesta, así como las gráficas realizadas previamente. Ejemplo: [PPT Resultados encuesta a comerciantes](#).
- c. Cuidar que los colores y tipografía de las gráficas coincidan con la imagen general del proyecto y que faciliten el entendimiento de la información.
- d. Utilizar gráficos llamativos y simples para facilitar la comprensión de los mismos.
- e. Explicar de manera breve la información más importante de cada gráfica con el fin de facilitar su comprensión.

9. Revisión de la encuesta y mejoras

- a. Después de haber aplicado, analizado y representado los resultados de la encuesta se recomienda evaluar si es necesario hacerle alguna modificación o mejora a la encuesta con el objetivo de mantenerla actualizada y lo más eficiente posible. Es deseable que en esta revisión participen los encuestadores y el equipo involucrado en el diseño de la encuesta. Tomar en cuenta las siguientes preguntas:
 - ¿Cómo interactuó la población con las preguntas?
 - ¿El tiempo de aplicación fue adecuado?
 - ¿Los lugares y horarios de aplicación permitieron encuestar a una muestra variada de personas?

- ¿Se logró recabar toda la información prevista?
- ¿Alguna pregunta se puede mejorar o eliminar?
- ¿Se debe agregar alguna pregunta nueva?
- ¿Los análisis tuvieron algún contratiempo?
- ¿Se puede mejorar la recaudación o captura de algún dato?
- ¿Alguna pregunta debe pasar a ser de opción múltiple para facilitar el análisis?
- ¿Alguna pregunta necesita contemplar más opciones?
- ¿Se debe agregar la opción de "Otro" a alguna pregunta para obtener más información?

2. Aplicación y análisis de aforos peatonales

El desarrollo de un aforo peatonal, como parte de un estudio de ingeniería de tránsito, permite conocer el volumen, movimientos y el perfil de los peatones que transitan por un espacio (edad, género, uso de ayudas técnicas, etc). Estos datos podrán ser utilizados en la toma de decisiones en el diseño de un proyecto peatonal, permitiendo definir o proponer aspectos como:

- Ampliaciones y demoliciones de aceras
- Peatonalización de calles
- Intervenciones en el espacio público (áreas de descanso o *parklets*)
- Colocación, ampliación o retiro de paradas de transporte público
- Colocación y dimensiones de reductores de velocidad
- Colocación de semáforos

Si bien en algunos casos pueden surgir ideas respecto a la demolición de aceras, no es recomendable hacerlo. Una demolición representa un alto costo de obra y vulnera los derechos de quienes caminan o se desplazan en sillas de ruedas o con ayudas técnicas, al restarles espacio para sus desplazamientos. Por ello, se recomienda evaluar la demolición solo en casos donde el impacto sea significativo y donde no se afecte el nivel de servicio de la acera.

A continuación, se describe el proceso recomendado:

1. Análisis del contexto

- a. En primer lugar es necesario identificar las características del espacio donde se ubica el proyecto. Por ello se sugiere:
 - Recabar información sobre usos de suelo, unidades económicas, equipamiento, rutas de transporte público, población beneficiada (desagregada por género y grupo etario), siniestros de tránsito, dimensiones y mobiliario en aceras. Incluso recopilar aforos peatonales y vehiculares aplicados anteriormente.
 - Generar mesas de trabajo interinstitucionales y multisectoriales, en donde se identifiquen las rutas relevantes para la movilidad peatonal, destinos relevantes hacia los centros de abastecimiento, trabajo, equipamiento y complejos habitacionales y estaciones de transporte público. Además, es recomendable contemplar intersecciones conflictivas en donde se presenten siniestros de tránsito, barreras naturales y urbanas.
 - Realizar recorridos en sitio a pie que permitan verificar las condiciones actuales de las aceras y calles, poniendo atención en la superficie de desplazamiento y los obstáculos que se van encontrando en la trayectoria). Por ejemplo, en zonas con alta presencia de peatones, rutas y destinos recurrentes.
- b. La información recopilada permitirá definir las características del rediseño del espacio y permite corroborar o modificar el proyecto inicial, de manera que responda a las necesidades de las personas usuarias de las vías.

2. Definición de alcances y puntos del ejercicio

- a. Es importante definir el tipo de aforo y trayectorias que serán consideradas, ya que de cada uno permite obtener distinta información, como se muestra en el siguiente cuadro.


Cuadro 1. Tipos de aforos y utilidad

Tipo de aforo	Utilidad	Datos requeridos
En aceras	<ul style="list-style-type: none"> Ampliación de aceras Construcción de espacios públicos Priorización de rutas Niveles de servicio peatonales Ocupación de paradas de transporte público 	<ul style="list-style-type: none"> Longitud de la acera aforada Ancho efectivo de circulación Peatones por minuto o por jornada, en HMD
Líneas de deseo ⁵	<ul style="list-style-type: none"> Volúmenes y niveles de servicio peatonales Implementación de nuevos cruces peatonales Ampliación de los cruces peatonales existentes Propuestas de reubicación de cruces peatonales Colocación de dispositivos para el control del tránsito Dimensiones de reductores de velocidad Colocación y programación de semáforos 	<ul style="list-style-type: none"> Longitud de la línea aforada Ancho efectivo de circulación Peatones por minuto o por jornada, en HMD
Direccional	<ul style="list-style-type: none"> Elección y priorización de rutas Identificación de obstáculos Niveles de servicio por ruta 	<ul style="list-style-type: none"> Peatones por jornada, en HMD
Velocidad peatonal	<ul style="list-style-type: none"> Niveles de servicio peatonales 	<ul style="list-style-type: none"> Velocidad peatonal en HMD

Fuente: Elaboración propia.

- b. Además, deberá valorarse que información deberá ser recopilada, pudiendo ser:
- Cuantitativa: cantidad de peatones y sus acompañantes
 - Cualitativa: género, grupo etario, tipos de ayudas técnicas utilizadas, sentidos y superficies de desplazamiento utilizadas (aceras, medianeras y calzadas)
- c. Dadas las limitaciones de personal, económicas y tecnológicas a las que se pueden enfrentar los gobiernos locales, es importante considerar:
- Jornadas y días de aplicación
 - Número de personas con disponibilidad para hacer el ejercicio
 - Método de recopilación de información (manual o automatizado)
 - Herramientas mecánicas o tecnológicas disponibles (tabletas, *smartphones*, contadores manuales, cámaras de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)).
 - Esta toma de decisiones permitirá diseñar o adaptar el formato que se requiere para el ejercicio⁶.
- d. El análisis del contexto y el tipo de aforo a realizar permitirá definir los puntos en los que se requiere tener datos de aforo. Esto deberá priorizar:

⁵ Pueden ser banquetas no construidas, cruces peatonales existentes o planificados, trayectorias adicionales a los cruces ya existentes.

⁶ Se adjunta formato de apoyo ubicado en:  Formatos de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV)

- La toma de decisiones en puntos críticos y relevantes (espacios con mayor afluencia de personas, equipamiento, nodos de intercambio modal) que influyan en el trazado de rutas, polígonos o en el diseño
- Elegir puntos que complementarán al proyecto en fases posteriores
- La recopilación de datos con fines informativos

3. Definición del tiempo y jornadas de aforo

- a. Se sugiere que se apliquen durante 14 a 16 horas por punto, pudiendo empezar a las 6 h y concluir a las 22 h. Esto permite tener registros de volúmenes en las horas valles que anteceden o preceden a los identificados en horas pico.
- b. El ejercicio se aplica realizando cortes cada 15 minutos para facilitar el levantamiento de información. Esto permitirá conocer las Horas de Máxima Demanda (HMD) de viajes y las horas valle.
- c. El conocer las HMD también permite aplicar otros aforos en un rango de tiempo menor y específico, dependiendo del objetivo que tenga el levantamiento de información.
- d. Cuando se requiere realizar un aforo que abarque jornadas continuas matutinas, vespertinas o nocturnas, se recomienda aplicarlo en un solo día. De esta manera se asegura que los datos del ejercicio se recaban bajo las mismas dinámicas suscitadas a lo largo del día.
- e. Se recomienda que los aforos se realicen en tres días de manera que se tengan más muestras que robustezcan el análisis de la información y la toma de decisiones. No es indispensable que se realice en días consecutivos.
- f. Considerar aplicarlos los días martes, miércoles y jueves. Regularmente las características de los viajes en estos días son uniformes. Evitar los días lunes o viernes, ya que tienen viajes atípicos. En el caso de los aforos peatonales, es válido que se apliquen en fin de semana en algunas situaciones y puntos específicos, ya que en estos días pueden aumentar los viajes a pie con motivo de abasto o recreativo. Evitar contemplar los días que anteceden o preceden a días festivos o de asueto, ya que también presentan viajes atípicos.
- g. La toma de decisiones de infraestructura enfocada en este modo deberá priorizar los viajes entre semana para ofertar opciones de movilidad en los viajes.

4. Definición del personal requerido y capacitación

- a. Se puede estimar el número de personas de la siguiente forma:
 - Espacio peatonal en acera: una persona por calle (17 m de longitud de acera)⁷. Cuando la sección de la calle no permita que una sola persona afore ambas aceras, se requerirá personal adicional.
 - Líneas de deseo: una persona por cada 17 m de distancia entre líneas de deseo
 - Direccional: una persona por intersección (hasta tres direcciones). Cuando se trate de intersecciones más complejas se puede asignar a una persona adicional.

⁷ El campo de visión de una persona promedio es de hasta 60° para actividades de reconocimiento (Señalética y señalización, s.f.) y puede distinguir los detalles de una señal vertical (30 cm de lado) a 15 m de distancia (Segob, 2011). En un campo de visión y distancia más amplios comienzan a perderse los detalles. Tomando como referencia estos datos, el largo del campo de visión promedio de una persona es de hasta 17 m. Es importante verificar la agudeza visual con la que cuente el aforador.

- b. El número de personal deberá ajustarse conforme a lo observado en los recorridos en campo y a la definición de las jornadas de aforo.

Imagen 3. Aforo de espacio peatonal en acera

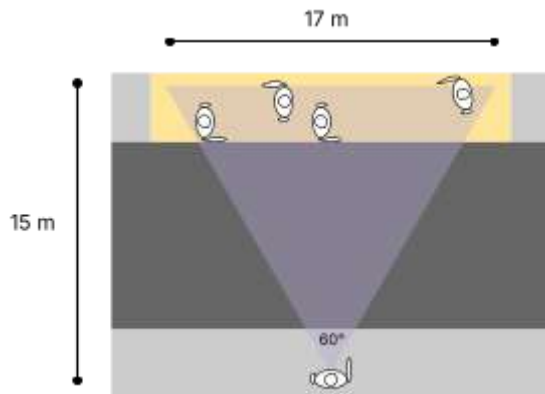


Imagen 4. Aforo de líneas de deseo

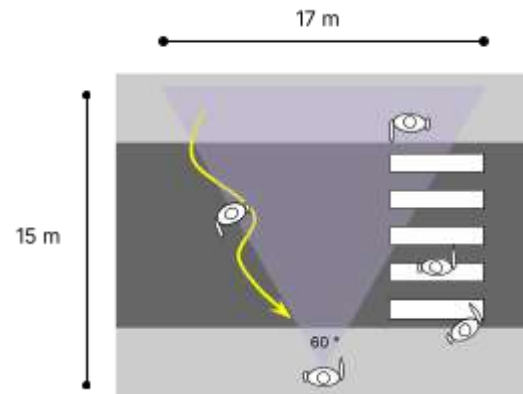
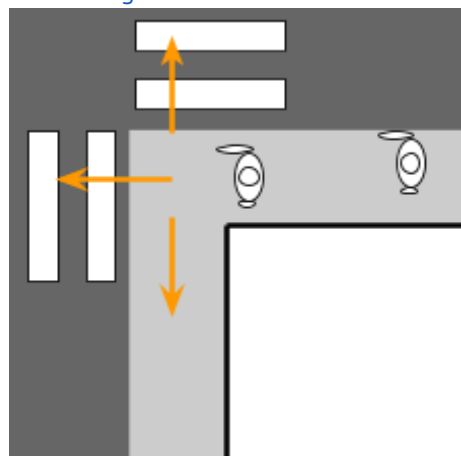


Imagen 5. Aforo direccional



Fuente: Elaboración propia.

De no contar con personal suficiente para realizar el aforo, se sugiere generar alianzas con otras dependencias del municipio y grupos clave, como la academia y colectivas, de manera que se busque sumarles en la actividad.

- c. Un jornada de 16 horas de trabajo continuo resulta desgastante, por lo que se sugiere considerar:
- Turnos de 8 horas por persona cuando participa personal del municipio
 - Turnos de 2 a 4 horas por persona cuando hay participantes voluntarios
- d. Una vez definido el número de personas requeridas, se les deberá convocar para capacitarles en los siguientes rubros:
- Logística y asignación de responsabilidades

- Llenado del formato de aforo
- Uso de dispositivos de apoyo (en caso de tenerlos)
- Uso de equipo de protección (chaleco, gorra, bloqueador)
- Solución de dudas a personas usuarias de las vías y mitigación de conflictos

5. Consideraciones generales durante la ejecución de aforos

- Utilizar formatos⁸ simplificados de intervalo de tiempo y cantidad de personas, cuando el aforo se centra en análisis cuantitativos
- Cuando se realiza un aforo con indicadores cuantitativos se recomienda:
 - Realizar el registro utilizando la clave asignada en el formato, por ejemplo en el caso de registro de género, se sugiere solo marcar un "1" cuando se trate de hombres y un "2" cuando se identifiquen mujeres
 - Usar una fila por registro
 - No es indispensable colocar la hora de registro precisa por persona, sin embargo, es importante identificar el intervalo de tiempo de 15 minutos
 - Al contabilizar personas con carros para bebé, quien empuja el carro se considera como la persona usuaria y quien va dentro del dispositivo es considerado como acompañante
 - Contabilizar vehículos de micromovilidad cuando sea relevante

Imagen 6. Ejemplo de llenado de formato de aforo

No.	Hora (Intervalos de 15 min)		Tipo	Género	Grupo etario	Dispositivo o ayuda técnica	Acompañante	Circulación ¹
			1. Persona peatona con movilidad regular 2. Persona peatona con movilidad limitada temporal (personas embarazadas, que transportan mercancías, personas con carros de bebé) 3. Persona peatona con movilidad limitada permanente o con uso de ayuda técnica (personas en sillas de ruedas, con muletas, bastón, andadera, etc.) 4. Monopatín 5. Patineta 6. Patines En caso de que los vehículos sean eléctricos, agregar (E)	1. Hombre 2. Mujer	1. Infantes (hasta 11 años) 2. Adolescentes (12 a 18 años) 3. Adultos jóvenes (19 a 29 años) 4. Adultos (30 a 59 años) 5. Adultos mayores (60 años y más)	1. Carro de carga 2. Carro de bebé 3. Silla de ruedas 4. Bastón regular 5. Bastón blanco 6. Andadera 7. Muletas 8. Prótesis 9. Otro (especificar)	1. Infante / Adolescente 2. Adulto 3. Mascota 4. Perro de asistencia	1. En acera 2. En calzada 3. Medianera 4. Separador central (isla central) En caso de que los vehículos circulen en sentido contrario, agregar (SC)
1	7:15 a. m.	7:30 a. m.	1	2	3	-	1	1
2	7:15 a. m.	7:30 a. m.	2	2	4	1	-	1
3	7:15 a. m.	7:30 a. m.	2	1	3	2	1	2
4	7:30 a. m.	7:45 a. m.	3	1	5	6	-	1
5	7:30 a. m.	7:45 a. m.	1	2	2	-	-	1

Fuente: Elaboración propia.

- Elaborar un croquis para indicar la ubicación de la persona aforadora y los sentidos aforados. Esto aclara dudas durante la sistematización de información.
- Contar con periodos para el consumo de alimentos y bebidas, preferentemente en horas valle.
- Para evitar entrar en conflictos con otras personas que se sientan observadas, se sugiere informar que el ejercicio consiste en recabar datos para generar proyectos de movilidad en el municipio.

⁸ Se comparte formato de apoyo para la aplicación de estos aforos en el Anexo 7.

- iv. Recabar material fotográfico como evidencia de la actividad y como material de comunicación para la socialización del proyecto.
- v. En caso de existir condiciones atípicas climáticas o de tránsito (lluvias, días soleados atípicos, cierre de calles, manifestaciones, rodadas ciclistas o masas críticas) se deberá suspender el aforo y realizarse en otra jornada en la que las condiciones sean más uniformes.

6. Sistematización de datos

- a. Una vez concluidos los trabajos, es recomendable que los formatos de aforo sean capturados de forma digital en hojas de cálculo para almacenar y sistematizar la información. Esto facilitará la elaboración de dos bases de datos:
 - Cuantitativa: número de peatones que transitan por un punto, por periodo de 15 minutos y por hora. También permitirá identificar la Hora de Máxima Demanda (HMD) peatonal, que es la hora en la que se registró el mayor paso de peatones. En el siguiente cuadro, la HMD es de 7:30 a 8:30, ya que se registraron 62 personas.
 - Cualitativo. La base de datos puede tener la misma estructura que el formato utilizado en campo. Sin embargo, esta deberá contener los números totales de personas aforadas y sus características, separadas por punto y fecha de aforo.

Cuadro 2. Ejemplo de sistematización de información cuantitativa.

Intervalo (15 min)	Tipo de persona										
	1. Persona peatona con movilidad regular 2. Persona peatona con movilidad limitada temporal (personas embarazadas, que transportan mercancías, personas con carros de bebé) 3. Persona peatona con movilidad limitada permanente o con uso de ayuda técnica (personas en sillas de ruedas, con muletas, bastón, andadera, etc.) 4. Monopatín 5. Patineta 6. Patines										
	Peatones						Vehículos ciclistas				
	1	2	3	Total (15 min)	Total (hora)		4	5	6	Total (15 min)	Total (hora)
7:00 - 7:15	1	2	1	4	N/A		0	1	2	3	N/A
7:15 - 7:30	5	0	2	7	N/A		0	0	0	0	N/A
7:30 - 7:45	3	0	2	6	N/A		0	0	3	3	N/A
7:45 - 8:00	7	5	5	17	34		1	0	0	1	7
8:00 - 8:15	10	6	6	22	52		2	0	1	3	7
8:15 - 8:30	8	7	2	17	62		1	0	0	1	8

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3. Ejemplo de sistematización de información cualitativa por día de aforo

Punto aforado	Fecha	Tipo de persona				Género	
		1. Persona peatona con movilidad regular 2. Persona peatona con movilidad limitada temporal (personas embarazadas, que transportan mercancías, personas con carros de bebé) 3. Persona peatona con movilidad limitada permanente o con uso de ayuda técnica (personas en sillas de ruedas, con muletas, bastón, andadera, etc.)				Hombre	Mujer
		1	2	3	Total		
A	martes 11	1	2	1	4	5	2
	miércoles 12	5	0	2	7	3	4
	jueves 13	3	0	2	5	4	4
	Total	9	2	5	16	12	10
B	martes 11	1	0	0	1	1	0
	miércoles 12	2	0	2	4	3	3
	jueves 13	2	1	4	7	4	3
	Total	5	1	6	12	8	6
Total		14	3	11	28	20	16

Fuente: Elaboración propia.

- i. En caso de que uno de los objetivos incluya contar vehículos ciclistas, los datos resultantes deben ser útiles para tomar decisiones en torno a proyectos de movilidad peatonal. Por ejemplo, al contar un número relevante de vehículos que circulan sobre una acera demuestra que el arroyo vial no se encuentra en óptimas condiciones para su circulación o respalda la implementación de calles flexibles o compartidas.
- ii. En la sistematización de la información enfocada en peatones se deberán excluir aquellas personas usuarias de vehículos de micromovilidad que circularon por las aceras. Si bien los datos de vehículos de micromovilidad que viajan en aceras pueden ser relevantes, es recomendable que los hallazgos se enfoquen en difundir el perfil de las personas peatonas y peatones.

Los resultados obtenidos en fin de semana deben separarse de los de entre semana, ya que presentan dinámicas diferentes.

7. Análisis de la información

- a. Como se indicó al inicio del documento, los datos resultantes servirán para tomar decisiones en torno al proyecto. El **nivel de servicio peatonal**⁹ permite

⁹ Para determinarlo se toman como referencia las metodologías del Manual de Calles (Sedatu - BID, 2018) y Pedestrian Level of Service Study (DOT New York, 2006).

identificar si el diseño actual o proyectado para un espacio peatonal, como aceras o cruces peatonales, es suficiente para cubrir la demanda peatonal actual o propuesta (cuando se trata de la construcción de una nueva red de infraestructura peatonal). El nivel de servicio de la infraestructura peatonal se determina a partir del análisis de tres rubros: espacio disponible promedio por persona peatona, flujo peatonal y velocidad de desplazamiento.

- Espacio peatonal. Permite conocer la cantidad de metros cuadrados disponibles para un persona peatona¹⁰. Para ello se requiere identificar:
 - Largo de la acera o línea de deseo aforada
 - Ancho de la franja de circulación efectiva aforada, libre de obstáculos
 - Número de peatones desplazándose por el área aforada, en un minuto en HMD.

Cuadro 4. Análisis del espacio peatonal



Imagen 7. Espacio peatonal en una acera	Imagen 8. Espacio peatonal sobre una línea de deseo
 <p>Fuente: Elaboración propia con fotografía de Tus abogados locales, s.f.</p>	 <p>Fuente: Elaboración propia con fotografía de NetNoticias, 2023.</p>
<p>Espacio peatonal $E = m^2 / p$</p> <p>Ejemplo: Franja de circulación efectiva = 1.2 m Longitud aforada = 14 m $p = 26$ peatones</p> <p>$D = (14 \text{ m} \times 1.2 \text{ m}) / 26 \text{ peatones}$</p> <p>$D = 0.64 \text{ m}^2 / \text{peatón}$</p>	<p>Espacio peatonal $E = m^2 / p$</p> <p>Donde: E = Espacio por peatón ($m^2/\text{peatón}$) p = peatones en un minuto en HMD m^2 = metros cuadrados del área aforada (franja de circulación efectiva por la longitud aforada)</p>

Fuente: Elaboración propia.

- Flujo peatonal. Permite conocer el número de personas por minuto que pueden pasar por la franja de circulación efectiva. Para ello se requiere identificar:
 - Ancho de la franja de circulación efectiva aforada, libre de obstáculos
 - Número de peatones desplazándose por el área aforada, en un minuto en HMD.

¹⁰ Si se desea conocer el número de personas que esperan cruzar una intersección, la metodología de aforo es diferente. En este caso la densidad peatonal se obtiene al dividir la cantidad de personas que esperan cruzar entre el área disponible para esperar.

Cuadro 5. Análisis del flujo peatonal

Imagen 9. Flujo peatonal en una acera	Imagen 10. Flujo peatonal sobre una línea de deseo
	
Fuente: Elaboración propia con fotografía de Tus abogados locales, s.f.	Fuente: Elaboración propia con fotografía de NetNoticias, 2023.
<p>Flujo peatonal $F = p / m$</p> <p>Ejemplo:</p> <p>Franja de circulación efectiva = 1.2 m $p = 26$ peatones por minuto (en HMD)</p> <p>$D = 26$ peatones / 1.2 m $D = 22$ peatones / m de franja peatonal</p>	<p>Flujo peatonal $F = p / m$</p> <p>Donde:</p> <p>F = Flujo peatonal (peatones/minuto/franja peatonal) p = peatones en un minuto en HMD m = ancho de la franja de circulación efectiva aforada</p>

Fuente: Elaboración propia.

- Velocidad de desplazamiento. Se obtiene al hacer la prueba directamente en campo considerando la longitud aforada y el tiempo necesario para desplazarse en ese tramo. El resultado se expresa en metros por segundo.
- b. El cálculo del espacio, flujo y velocidad peatonal permite definir un nivel de servicio de la acera. Esto indicará si las dimensiones actuales o propuestas son suficientes para que los peatones puedan desplazarse en un espacio determinado. Para ello se propone utilizar el siguiente cuadro:

Cuadro 6. Niveles de servicio en aceras

Nivel de servicio	Espacio	Flujo peatonal (peatones por minuto por metro de franja peatonal)	Velocidad	Descripción
	m ² /p	p/min/m	m/s	
A	≤ 5.6	≤ 16	≤ 1.30	Los peatones pueden circular en la trayectoria que decidan sin necesidad de modificarla por la presencia de otros peatones. La velocidad en este nivel de servicio es libre y se reducen los

				conflictos con otros peatones al circular por la acera.
B	3.7 - 5.6	16 - 23	1.27 - 1.30	Los peatones pueden definir su velocidad de circulación y su trayectoria al notar la presencia de otros individuos en la banqueta, pueden realizar rebases entre ellos sin problema.
C	2.2 - 3.7	23 - 33	1.22 - 1.27	Espacio suficiente para una velocidad normal de circulación, esquivando otros peatones generalmente en el mismo sentido de circulación.
D	1.4 - 2.2	33 - 49	1.14 - 1.22	La velocidad de circulación está más restringida. Existen mayores conflictos para cruzar y desplazarse en un sentido contrario de circulación.
E	0.75 - 1.4	49 - 75	0.75 - 1.14	La densidad es tan alta que la velocidad de circulación es muy baja. El espacio no es suficiente para poder rebasar a otros peatones que se desplazan a una velocidad más lenta.
F	≤ 0.75	≤ 75	≤ 0.75	La velocidad de circulación se encuentra muy restringida debido a la alta densidad de peatones. El espacio es tan reducido que constantemente se tiene contacto con otros peatones, cruzar y desplazarse en un sentido contrario de circulación es complejo

Fuente: Adaptación del Manual de Calles (Sedatu-BID, 2018).

- c. Tomando como referencia los valores hallados en los ejemplos anteriores, se interpreta que, si bien el flujo peatonal se mantiene continuo, en este caso se interpreta que la acera requiere mejoras para aumentar la velocidad y el espacio peatonal por persona.

Cuadro 7. Niveles de servicio por parámetros identificados

Parámetro	Valor	Nivel de servicio	Hallazgo
Espacio peatonal	0.64 m ² / peatón	F	El espacio es insuficiente para el número de peatones que circulan en un minuto en HMD
Flujo peatonal	22 peatones / min / m	B	La franja de circulación permite a las personas caminar haciendo rebases entre cada una.
Velocidad	0.23 m / seg	F	La velocidad para circular es restringida.

Fuente: Elaboración propia.

El Nivel de Servicio se obtiene por cada parámetro evaluado. Sin embargo, puede priorizarse tomar el resultado del nivel de servicio del flujo peatonal, ya que su principal función es evaluar la franja de circulación.

- d. Otra forma de obtener el flujo peatonal (p/min/m) es utilizando la fórmula contenida en el Manual de Diseño Vial de La Paz (Cooperación Suiza en Bolivia,

2018). En este caso es necesario conocer la densidad peatonal en el espacio aforado. Dicho dato puede obtenerse de la siguiente forma:

Cuadro 8. Análisis de la densidad peatonal

<p>Densidad peatonal $K = p / m^2$</p> <p>Ejemplo: Franja de circulación efectiva = 1.2 m Longitud aforada = 14 m $p = 26$ peatones</p> <p>$K = 26 \text{ peatones} / (14 \text{ m} \times 1.2 \text{ m})$</p> <p>$K = 1.54 \text{ peatones por } m^2$</p>	<p>Densidad peatonal $K = p / m^2$</p> <p>Donde: K = densidad peatonal (p / m^2) p = peatones en un minuto en HMD m^2 = metros cuadrados del área aforada (franja de circulación efectiva x longitud aforada)</p>
--	--

Fuente: Elaboración propia.

Imagen 11. Espacio peatonal

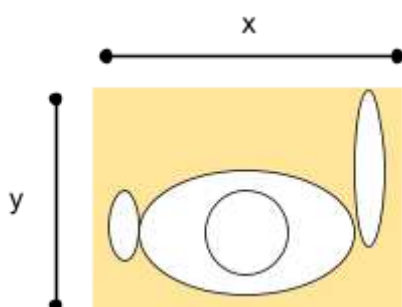
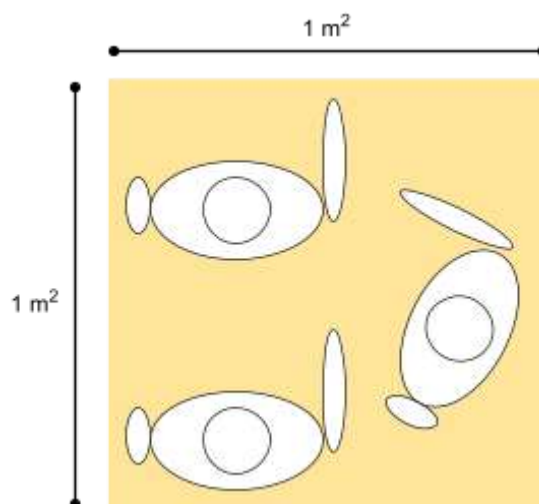


Imagen 12. Densidad peatonal



Área promedio utilizada por peatón*

Número de personas que ocupan una unidad de área*

*Fuente: Movilidad interna peatonal en plataformas de estaciones, sistemas de Transporte Masivo BRT (Escuela de Transporte de Vías de Tunja, 2018).

imágenes: Elaboración propia.

Cuadro 9. Análisis del Flujo peatonal (Manual de Diseño Vial de La Paz)

<p>$Q = V \times K$</p> <p>Ejemplo: $K = 1.54 \text{ p/m}^2$ $V = 14.28 \text{ m/min} = 0.23 \text{ m/seg}$</p> <p>$Q = 1.54 \text{ p/m}^2 \times 14.28 \text{ m/min}$ $Q = 22 \text{ p/min/m}$</p>	<p>$Q = V \times K$</p> <p>Donde: K = densidad peatonal (peatones / m^2) V = velocidad de caminata promedio, en minutos (m / min) Q = flujo peatonal ($p / \text{min} / m$)</p>
---	--

Fuente: Elaboración propia.

Si bien, los análisis de Niveles de Servicio se realizan tomando datos por minuto, es importante contar con los datos en jornadas completas y en Horas de Máxima Demanda. Estos permiten generar perfiles de las personas peatones y tomar datos que respalden la implementación de proyectos.

- e. Algunos datos pueden arrojar información al obtener la cantidad de viajes peatonales. Por ejemplo:
- **Peatones por día.** Esto puede respaldar la peatonalización de una calle. El Manual de Diseño Vial de La Paz (Cooperación Suiza en Bolivia, 2018) indica que es viable una peatonalización de ciertas calles al superar un volumen de 3000 personas peatones al día. También permiten definir si la franja de circulación de una acera es la óptima para cubrir la demanda peatonal.

Imagen 13. Ancho mínimo de banda de circulación peatonal con base en capacidad

ANCHO MINIMO DE BANDA DE CIRCULACIÓN (m)	CAPACIDAD (PEATONES/H)	
	EN UN SENTIDO	EN AMBOS SENTIDOS
1,50	1220	800
2,00	2400	1600
2,50	3600	2400
3,00	4800	3200
4,00	6000	4000

Fuente: Manual de Diseño Vial de La Paz (Cooperación Suiza en Bolivia, 2018).

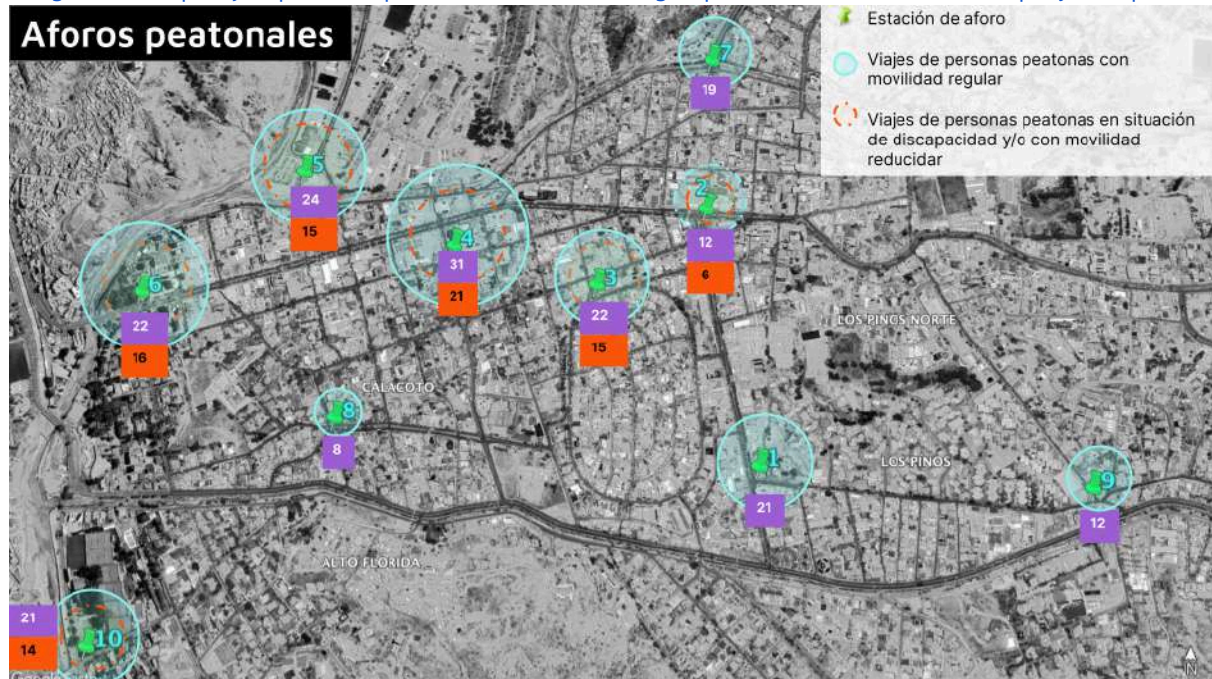
- **Peatones en Hora de Máxima Demanda.** En líneas de deseo permiten proponer la colocación de semáforos o de reductores de velocidad. Por ejemplo, de acuerdo con el Manual de Diseño Vial de La Paz (Cooperación Suiza en Bolivia, 2018; p. 134), se puede proponer la colocación de un semáforo en zonas escolares cuando en una intersección se detecta un volumen de 250 peatones en dos horas.

8. Comunicación y presentación de los hallazgos

- a. Para difundir la información se sugiere preparar mapas, cuadros y gráficos en donde se exponen los principales hallazgos. Los datos que regularmente se difunden son:
- Promedio de peatones con movilidad regular. Puede presentarse por día de aforo, promedio de los días aforados, en Hora de Máxima Demanda o por minuto.
 - Personas con discapacidad y/o con movilidad reducida. Puede presentarse por día de aforo, promedio de los días aforados, en Hora de Máxima Demanda o por minuto.
 - Género, en el total de viajes registrados, promedio por día.
 - Grupos etarios predominantes, en el total de viajes registrados, promedio por día.

- Acompañantes, en el total de viajes registrados, promedio por día, en Hora de Máxima Demanda. Esto indica patrones de movilidad del cuidado.
- Uso de dispositivos de apoyo para la movilidad, en el total de viajes registrados.
- El número de desplazamientos por calzadas, separadores o medianeras permite identificar tendencias o necesidades por atender, como la ampliación de aceras o mejora de la superficie de desplazamiento.
- Niveles de servicio identificados, en caso de ser relevante.

Imagen 14. Mapa ejemplo de representación de hallazgos peatonales en la zona del proyecto piloto



Fuente: Elaboración propia.

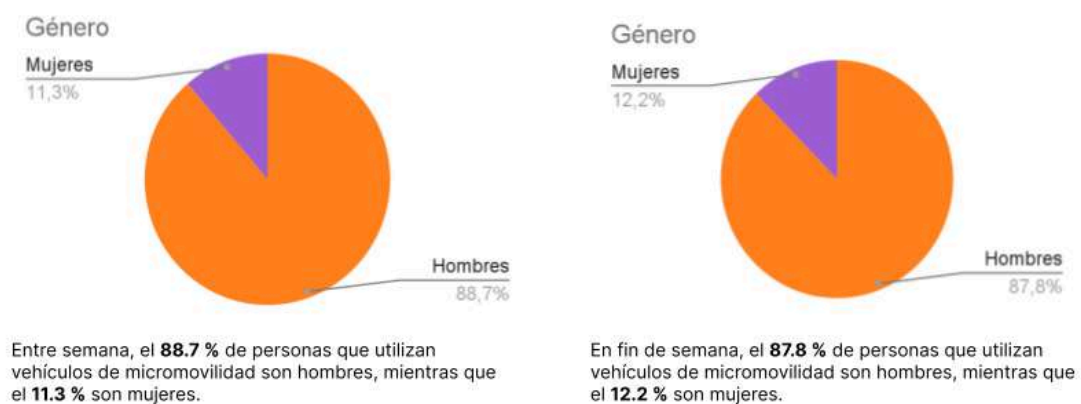
Imagen 15. Ejemplo de la representación de hallazgos cuantitativos

No.	Acera	21 marzo	22 marzo	23 marzo	Total	Promedio de viajes por día	Promedio de viajes en HMD	Hora de Máxima Demanda	Longitud de la acera aforada	Franja de circulación	Flujo peatonal	Nivel de servicio
		7:30 - 21:30	7:30 - 21:30	7:30 - 21:30								
		Viajes totales	Viajes totales	Viajes totales								
1	Calle 21	1200	1500	1300	4000	1333	80	7:00 - 8:00	14 m	2 m	0.66 p/min/m	A
2	Gral. José Ballivián	800	900	700	2400	800	50	7:30 - 8:30	14 m	2 m	0.41 p/min/m	A

Fuente: Elaboración propia.

Imagen 16. Ejemplo de representación de hallazgos cualitativos

Género



Fuente: Elaboración propia.

- b. En los casos en los que se expone el nivel de servicio, se sugiere que se acompañe con diagramas e información adicional para explicar por qué la infraestructura satisface o no la demanda actual de viajes peatonales.
- c. También los hallazgos pueden contrastarse con información ya obtenida en el análisis del contexto, como en planes o programas. Por ejemplo: *El 55 % de los viajes que se realizan en la ciudad son hechos por mujeres. Sin embargo, se identificó que en el punto 1, de 7600 viajes realizados durante los tres días de aforo, el 70 % fue realizado por mujeres.*

3. Aplicación y análisis de aforos de micromovilidad

1. Objetivo del aforo

- a. Definir el alcance y objetivo del aforo previo a su aplicación. Esto orientará la elección de variables a analizar en la zona de estudio, el personal requerido, los formatos de trabajo, entre otros.
- b. Para definirlo, se recomienda responder las siguientes preguntas:
 - ¿Cuáles características de las personas usuarias de vehículos de micromovilidad se desea conocer? Por ejemplo, el género, grupo etario, tipo de vehículo, etc.
 - ¿Se desea conocer las direcciones de circulación de las personas?
 - ¿El análisis mediante aforos es suficiente o se requiere generar algún otro insumo? Por ejemplo, una encuesta.
 - ¿Se tiene una línea base o se está generando con este aforo?

2. Análisis del contexto

- a. Con el propósito de proponer trazados de la red de infraestructura de micromovilidad, identificar vías de uso y puntos de interés en la zona, se recomienda generar **mesas de trabajo** con grupos de interés, por ejemplo, colectivas ciclistas. Especialmente si no se cuenta con una línea base para la selección de los puntos.
- b. Ubicar los puntos orígenes y destinos de viaje en la zona de estudio. Es necesario identificar zonas habitacionales, equipamientos y puntos de interés.
- c. Identificar vías por las que transitan vehículos de este tipo. Mediante sesiones de trabajo, experiencias o conocimiento de la zona se recomienda trazar las vías principales sobre las cuales transite la mayor cantidad de personas en vehículos de micromovilidad, para ello es necesario identificar rutas directas a los puntos de interés. Asimismo, es recomendable identificar la tipologías de las calles, las cuales permitan su tránsito de forma segura. Es decir, si son primarias, secundarias o terciarias.
- d. Hacer uso de la información disponible. Por ejemplo, de instrumentos de planeación, encuestas o aforos previos, e incluso data otorgada por terceros sobre sistemas de micromovilidad.
- e. Realizar recorridos en sitio. Se recomienda complementar el análisis del contexto con recorridos en sitio realizados en vehículos de micromovilidad que permitan observar el comportamiento de la zona de estudio con el objetivo de identificar rutas alternas por personas usuarias, puntos de encuentro, así como verificar las rutas propuestas y generar en su caso validación de las mismas.

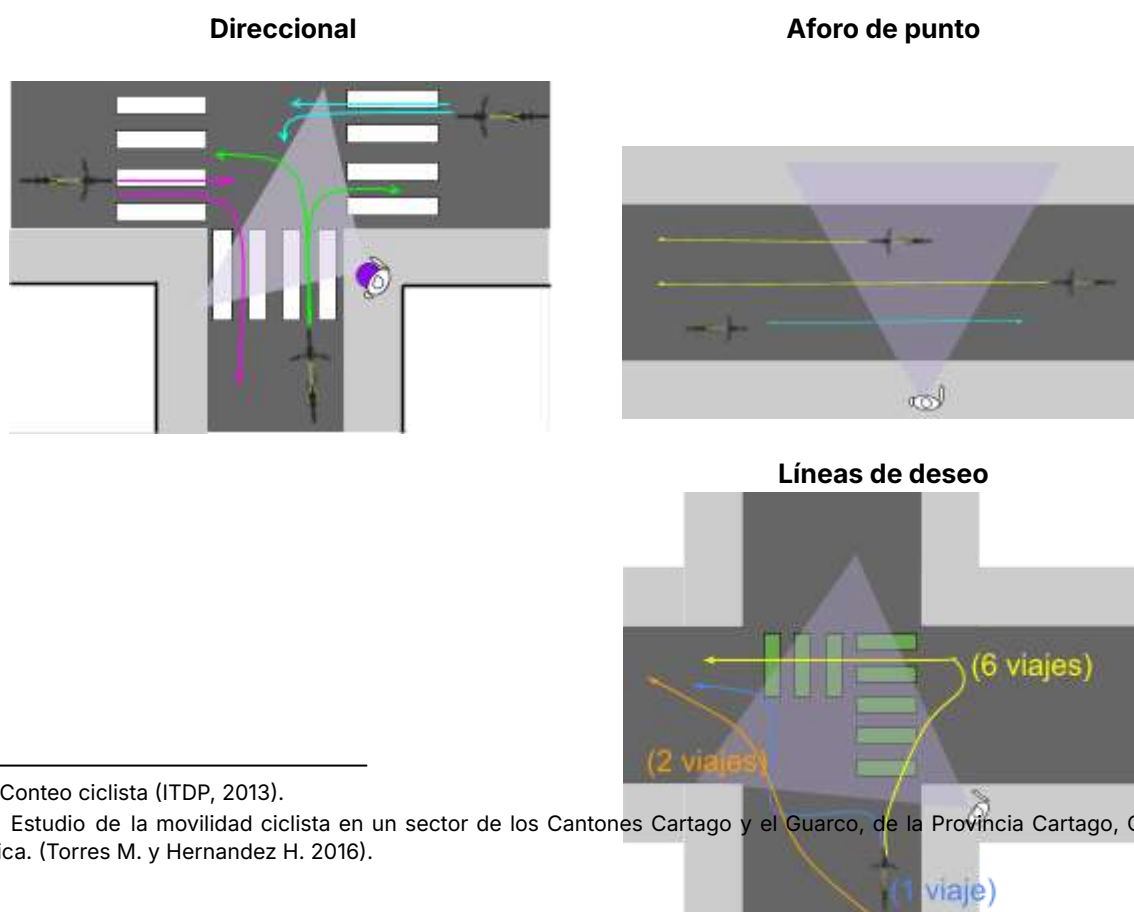
3. Elección de la metodología para el levantamiento de la información

- a. Existen diferentes métodos de levantamiento de información, el más común de forma manual y mediante observación directa. Para el caso específico de aforos de micromovilidad, este método permite recopilar datos cualitativos de la población. Sin embargo, existen otros métodos de recopilación como los automatizados por medio de mangueras, contadores automáticos, dispositivos móviles, videocámaras o sensores que permitan cuantificar el número de vehículos, trayectorias y tipos de vehículos.

Además, se deberá definir la tipología del aforo conforme al objetivo y uso que se le dará a la información.

1. Aforo de punto¹¹. Se establece en puntos específicos previamente determinados y tiene como objetivo contabilizar el volumen de vehículos de micromovilidad que pasan por el punto de observación. Su recolección puede ser manual o automatizada.
2. Direccional¹². Se coloca en intersecciones y permite registrar la cantidad de movimientos posibles realizados en la intersección detectando cuales son los movimientos más frecuentes, así como el volumen de viajes en cada una de las direcciones. Su obtención se recomienda hacerse de forma manual.
3. Líneas de deseo. Se emplea para determinar trayectorias de un punto a otro y son útiles para determinar el lugar de cruce o trayecto que la población prefiere permitiendo responder directamente a las necesidades de la población. Su obtención se recomienda de forma manual y su uso puede ser tanto en intersecciones, a mitad de cuadra e incluso en espacios públicos.

Imagen 17. Tipos de aforos de micromovilidad



¹¹ Conteo ciclista (ITDP, 2013).

¹² Estudio de la movilidad ciclista en un sector de los Cantones Cartago y el Guarco, de la Provincia Cartago, Costa Rica. (Torres M. y Hernandez H. 2016).

Fuente: Elaboración propia.

4. Definición de puntos de aforo, fechas y horarios

- a. Seleccionar los puntos de aforo con base en la información disponible, se recomienda sea en vías con alta conectividad, cercano a equipamientos o en las inmediaciones de puntos de interés.
- b. El levantamiento de la información se deberá realizar en jornadas de entre 14 a 16 horas abarcando las horas pico del día (aquellas que tengan un mayor número de viajes), cabe destacar que para el caso de vehículos de micromovilidad por cuestiones climáticas o de volumen de tráfico motorizado los flujos de vehículos de micromovilidad pueden generarse previo a la primer HMD. Por ejemplo, en algunas ciudades de clima cálido los viajes en bicicleta se realizan en horarios previo al amanecer o después del atardecer. Este tipo de factores se requieren analizar en procesos previos con la población a estudiar.
- c. Es posible realizar los aforos en las HMD previamente identificadas y realizar estimaciones con la información obtenida. Sin embargo, este método puede estar sesgado por no contar con la muestra total debido a que la movilidad en vehículos de micromovilidad puede ser heterogénea entre horarios y días. Por ello, el aforo debe realizarse en días típicos (martes, miércoles y jueves) con el fin de obtener una muestra robusta y evitar variaciones de inicio y fin de semana.
- d. En ciudades como La Paz, en la que los viajes en este tipo de vehículos puede ser bajo, es posible realizar aforos en fines de semana con la finalidad de mapear la demanda potencial de personas usuarias y los flujos de transporte. Por lo que la toma de decisiones de infraestructura enfocada en este tipo de micromovilidad deberá priorizar los viajes entre semana para ofertar opciones de transporte en los viajes cotidianos que en contraparte. Los viajes de fines de semana por lo general están asociados a fines recreativos o deportivos.

5. Estimación del personal y capacitación

- a. Como parte del proceso se deberá capacitar al personal encargado de realizar el levantamiento de la información, en dicha capacitación se espera explicar el llenado del formato, las especificaciones y puntos específicos.
- b. Si bien la Secretaría Municipal de Movilidad y Seguridad Ciudadana (SMMSC) del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz cuenta con personal especializado para llevar a cabo estas tareas, conforme a la magnitud del proyecto y su organización es posible generar alianzas con grupos de interés para que apoyen en el levantamiento de la información de voluntaria. Por ejemplo, con la sociedad civil interesada o instituciones académicas.
- c. El personal debe estimarse con base en el tipo de aforo que se desee realizar:
 - Direccional: una persona por intersección, quien podrá registrar hasta tres direcciones. Cuando se trate de intersecciones más complejas se puede asignar a una persona adicional.

- Líneas de deseo: una persona por cada 17 m de distancia¹³ entre líneas de deseo.

Imagen 18. Croquis de ubicación y movimientos a registrar en un aforo



Fuente: Municipalidad de La Paz, 2023.

Notas en la imagen:

- En los aforos direccionales, es posible que una persona cubra hasta tres movimientos ciclistas debido al bajo volumen de viajes que hay actualmente (1).
- d. El número de personal deberá ajustarse conforme a lo observado en los recorridos en campo y a la definición de las jornadas de aforo. Por otro lado, es necesario capacitar al personal en la tipología de vehículos de micromovilidad a registrar. Estos tienen diferentes necesidades y dimensiones, por ende, es importante hacer la distinción de cada uno. Se pueden apoyar de imágenes como las siguientes.

Cuadro 10. Tipología de vehículos de micromovilidad



¹³ El campo de visión de una persona promedio es de hasta 60° para actividades de reconocimiento (Señalética y señalización, s.f.) y puede distinguir los detalles de una señal vertical (30 cm de lado) a 15 m de distancia (Segob, 2011). En un campo de visión y distancia más amplios comienzan a perderse los detalles. Tomando como referencia estos datos, el largo del campo de visión promedio de una persona es de hasta 17 m. Es importante verificar la agudeza visual con la que cuente el aforador.



Bicicleta urbana



Bicicleta plegable



Carro de carga



Monopatín eléctrico



Patines y patineta



Silla de ruedas



Carro de bebé



Bicicleta de carga

- e. Un jornada de 16 horas de trabajo continuo resulta desgastante, por lo que se sugiere considerar:
- Turnos de 8 horas por persona cuando participa personal del municipio
 - Turnos de 2 a 4 horas por persona cuando hay participantes voluntarios
- f. Una vez definido el número de personas requeridas, se les deberá convocar para capacitarles en los siguientes rubros:
- Logística y asignación de responsabilidades
 - Llenado del formato de aforo
 - Uso de dispositivos de apoyo (en caso de tenerlos)
 - Uso de equipo de protección (chaleco, gorra, bloqueador)
 - Solución de dudas a personas usuarias de las vías y mitigación de conflictos
- g. Previo al inicio del aforo se recomienda realizar el llenado de la selección de datos del punto de observación e información del aforador (1) y hacer un repaso de los criterios a llenar para familiarizarse con las claves de llenado (2).

Imagen 19. Ejemplo de llenado de datos base y familiarización del formato de aforo

Censo ciclista									
Vialidad		entre		y					
Paramento (N/S/E/O)		(1)		Nombre del aforador(a)		(1)			
Fecha						*Cuando se cuente una misma vialidad en dos sentidos, desagregar por columna			
Hora inicio		Hora término							
No.	Hora (Intervalos de 15 min)	Tipo	Género	Rango etario	Accesorios	Acompañante	Circulación 1	Circulación 2	Nombre de la vía
		A. Bicicleta de montaña B. Bicicleta urbana C. Bicicleta de ruta o turismo D. Bicicleta plegable E. Carro de carga (tabaquero) F. Monopatín eléctrico G. Patineta / patines H. Silla de ruedas I. Carro de bebé En caso de que los vehículos sean eléctricos, agregar (X)	1. Hombre 2. Mujer	1. Infantes (hasta 11 años) 2. Adolescentes (12 a 18 años) 3. Adultos jóvenes (19 a 29 años) 4. Adultos (30 a 59 años) 5. Adultos mayores (60 años y más)	1. Casco 2. Luces 3. Chaleco 4. Silla acompañante	1. Infante / Adolescente 2. Adulto 3. Mascota	1. En acera 2. En calzada 3. Medianera 4. Separador central (sin central) En caso de que los vehículos circulen en sentido contrario, agregar (SC)	1. En acera 2. En calzada 3. Medianera 4. Separador central (sin central) En caso de que los vehículos circulen en sentido contrario, agregar (SC)	

(2)

Fuente: Elaboración propia.

6. Aplicación de los aforos

- Supervisar el llenado de los formatos¹⁴ durante la implementación del aforo, así como que la recopilación de la información sea continua en las horas destinadas.
- Elaborar un croquis para indicar la ubicación de la persona aforadora y los sentidos aforados. Esto aclara dudas durante la sistematización de información.
- Contar con periodos para el consumo de alimentos y bebidas, preferentemente en horas valle.
- Tomar evidencia fotográfica del levantamiento de la información en caso de ser requerido durante el proceso de socialización o comunicación.
- Verificar que al contabilizar personas con carros para bebé, quien empuja el carro se considera como la persona usuaria y quien va dentro del dispositivo es considerado como acompañante.
- Evitar entrar en conflictos con otras personas que se sientan observadas, se sugiere informar que el ejercicio consiste en recabar datos para generar proyectos de movilidad en el municipio.

¹⁴ Se comparte formato de apoyo para la aplicación de estos aforos en el Anexo 7.

- g. En caso de existir condiciones atípicas climáticas o de tránsito (lluvias, días soleados atípicos, cierre de calles, manifestaciones, rodadas ciclistas o masas críticas) se deberá suspender el aforo y realizarse en otra jornada en la que las condiciones sean normales.
- h. Durante la ejecución del aforo se llevará a cabo el llenado de la información, acorde a lo visto durante las capacitaciones, por ejemplo:
- Agrupar a las personas que transiten en el mismo periodo de tiempo, repitiendo el horario en la tabla de registro (1)
 - Colocar los accesorios que se lleven y los acompañantes acorde al caso con las claves necesarias (2)

Imagen 20. Ejemplo de llenado del formato de aforo

No.	Hora (Intervalos de 15 min)		Tipo	Género	Grupo etario	Accesorios	Acompañante	Circulación 1	Circulación 2	Número de la calle
	(1)		A. Bicicleta de montaña B. Bicicleta urbana C. Bicicleta de ruta o turismo D. Bicicleta plegable E. Carro de carga (abastecimiento) F. Monopatín eléctrico G. Patineta / patines H. Silla de ruedas I. Carro de bebé En caso de que los vehículos sean eléctricos, agregar (X)	1. Hombre 2. Mujer	1. Infantes (hasta 11 años) 2. Adolescentes (12 a 18 años) 3. Adultos jóvenes (19 a 29 años) 4. Adultos (30 a 59 años) 5. Adultos mayores (60 años y más)	1. Casco 2. Luces 3. Chaleco 4. Silla acompañante	1. Infante / Adolescente 2. Adulto 3. Mascota	1. En acera 2. En calzada 3. Medianera 4. Separador central (isla central) En caso de que los vehículos circulen en sentido contrario, agregar (SC)	1. En acera 2. En calzada 3. Medianera 4. Separador central (isla central) En caso de que los vehículos circulen en sentido contrario, agregar (SC)	
1	7:15 a. m.	7:30 a. m.	1	1	1	1-1		1		
2	7:15 a. m.	7:30 a. m.	1	2	1	1			1	
3	7:15 a. m.	7:30 a. m.	1	1	2	1			1	
4	7:30 a. m.	7:45 a. m.	1	1	1	1-1		1		
5	7:30 a. m.	7:45 a. m.	1	1	1	1		1		
6	7:45 a. m.	8:00 a. m.	1	2	2	1			1	

Fuente: Elaboración propia.

7. Sistematización y análisis de la información

- a. Sistematizar los datos obtenidos en el formato más conveniente. Se recomienda el uso de Excel para esta sistematización.
- b. Como parte de los diferentes tipos de vehículos de micromovilidad registrados se contemplan carros de carga (abastecimiento), sillas de ruedas y carros de bebés. Su registro permite darse cuenta que las necesidades de estas personas no están siendo atendidas de forma adecuada en la infraestructura peatonal, y que por ello, al implementar infraestructura para la micromovilidad será posible atender también a este tipo de vehículos. En la sistematización de la información se deberá excluir a las personas pertenecientes a estos vehículos cuando circulen sobre la acera, debido a que en este espacio son considerados como peatones.
- c. Distinguir entre información cuantitativa y cualitativa. Para ello se recomienda realizar el conteo por punto de observación diferenciando la cantidad de personas y las horas de tránsito.
- d. En caso de la información cuantitativa:
- Por medio de la función "Filtrar" es posible desagregar las personas que transitan en banqueta y corresponden al grupo de carro de carga, carro de bebé o silla de ruedas.
 - Debido a que el formato se llena a través de claves en números, se sugiere utilizar la función "Contar o recuento" para determinar el número de personas usuarias por cada punto de observación.
 - Identificar la Hora de Máxima Demanda por cada punto de observación

- Realizar el vaciado del punto de observación en una matriz de análisis en la cual se recopilen el resto de los puntos de observación y los días de análisis.
- A partir de esta matriz será posible identificar el total de viajes en los diferentes puntos de observación, así como definir el promedio de viajes por punto.

Imagen 21. Ejemplo de obtención del total de las personas usuarias

INTERSECCION		CALLE 21		Y		JOSE MARIA AGUIRRE ACHA					
NOMBRE AFORADOR		21/3/2023		GRISelda TAMARA PARRADO MIRANDA		JOSE MARIA AGUIRRE ACHA		PARAMENTO			
FECHA								S-N		E-O	
HORA INICIO		7:30		HORA TERMINO		14:30		MONOPASELERA CALLE 21		MONOPASELERA JOSE MARIA AGUIRRE ACHA	
NRO	HORA (Intervalos de 15 min.)	TIPO	GENERO	GRUPO ETARIO	ACCESORIOS	ACOMPAÑANTE	CIRCULACION 1		CIRCULACION 2		
		1. Bicicleta de montaña 2. Bicicleta urbana 3. Bicicleta de ruta o turismo 4. Bicicleta plegable 5. Carro de carga (abastecimiento) 6. Monopatín electrico 7. Patineta/patines 8. Silla de ruedas 9. Carro de bebé	1. Hombre 2. Mujer	1. Infantes (hasta 11 años) 2. Adolescentes (12 a 18 años) 3. Adultos jóvenes (19 a 29 años) 4. Adultos (30 a 59 años) 5. Adultos mayores (60 años y m	1. Casco 2. Luces 3. Chaleco 4. Silla acompañan	1. Infante / Adolescente 2. Adulto 3. Mascota	1. Acera 2. En calzada 3. Medianera 4. Separador central (isla central)	1. Acera 2. En calzada 3. Medianera 4. Separador central (isla central)			
1	07:00 - 07:15										
5	08:00 - 08:15	6	2	4		2	1 (SC)				
6	08:15 - 08:30	2	2	3		1	2				
8	08:45 - 09:00	6	1	2	1	1	2 (SC)				
12	09:45 - 10:00	2	1	4						1	
13	09:45 - 10:00	1	2	4	1					2 (SC)	
14	09:45 - 10:00	1	2	4	1					2 (SC)	
17	10:30 - 10:45	8	1	4		2	2 (SC)				
19	11:00 - 11:15	3	1	4	1-3		2				
23	12:00 - 12:15	5	1	3		1	2 (SC)				
28	13:15 - 13:30	8	2	4		2	1 (SC)				
29	13:15 - 13:30	2	1	3			1				
32	14:00 - 14:15	1	1	3	1-3		2 (SC)				
		12									

Fuente: Elaboración propia.

Imagen 22. Ejemplo de identificación de la Hora de Máxima Demanda

MICROMOVILIDAD									
INTERSECCION		CALLE 21		Y		JOSE MARIA AGUIRRE ACHA			
NOMBRE AFORADOR				GRISelda TAMARA PARRADO MIRANDA				PARAMENTO	
FECHA		21/3/2023						S-N	E-O
HORA INICIO		7:30		HORA TERMINO		14:30		NOMBRE VIA CALLE 21	NOMBRE VIA JOSE MARIA AGUIRRE ACHA
NRO	HORA (Intervalos de 15 min.)	TIPO	GENERO	GRUPO ETARIO	ACCESORIOS	ACOMPAÑANTE	CIRCULACION 1	CIRCULACION 2	
		1. Bicicleta de montaña 2. Bicicleta urbana 3. Bicicleta de ruta o turismo 4. Bicicleta plegable 5. Carro de carga (abastecimiento) 6. Monopatín eléctrico 7. Patinetas/patines 8. Silla de ruedas 9. Carro de bebé	1. Hombre 2. Mujer	1. Infantes (hasta 11 años) 2. Adolescentes (12 a 18 años) 3. Adultos jóvenes (19 a 29 años) 4. Adultos (30 a 59 años) 5. Adultos mayores (60 años y más)	1. Casco 2. Luces 3. Chaleco 4. Silla acompañante	1. Infante / Adolescente 2. Adulto 3. Mascota	1. Acera 2. En calzada 3. Medianera 4. Separador central (isla central)	1. Acera 2. En calzada 3. Medianera 4. Separador central (isla central)	
1	07:00 - 07:15								
2	07:15 - 07:30								
3	07:30 - 07:45								
4	07:45 - 08:00								
5	08:00 - 08:15	6	2	4		2	1 (SC)		
6	08:15 - 08:30	2	2	3	1	1	2		
7	08:30 - 08:45								
8	08:45 - 09:00	6	1	2	2	1	2 (SC)		
9	09:00 - 09:15								
10	09:15 - 09:30								
11	09:30 - 09:45								
12	09:45 - 10:00	2	1	4				1	
13	09:45 - 10:00	1	2	4	1			2 (SC)	
14	09:45 - 10:00	1	2	4	1			2 (SC)	
15	10:00 - 10:15								
16	10:15 - 10:30								
17	10:30 - 10:45	8	1	4		2	2 (SC)		
18	10:45 - 11:00								
19	11:00 - 11:15	3	1	4	1-3		2		
20	11:15 - 11:30								

Fuente: Elaboración propia.

Imagen 23. Ejemplo de cuadro resumen de los aforos realizados

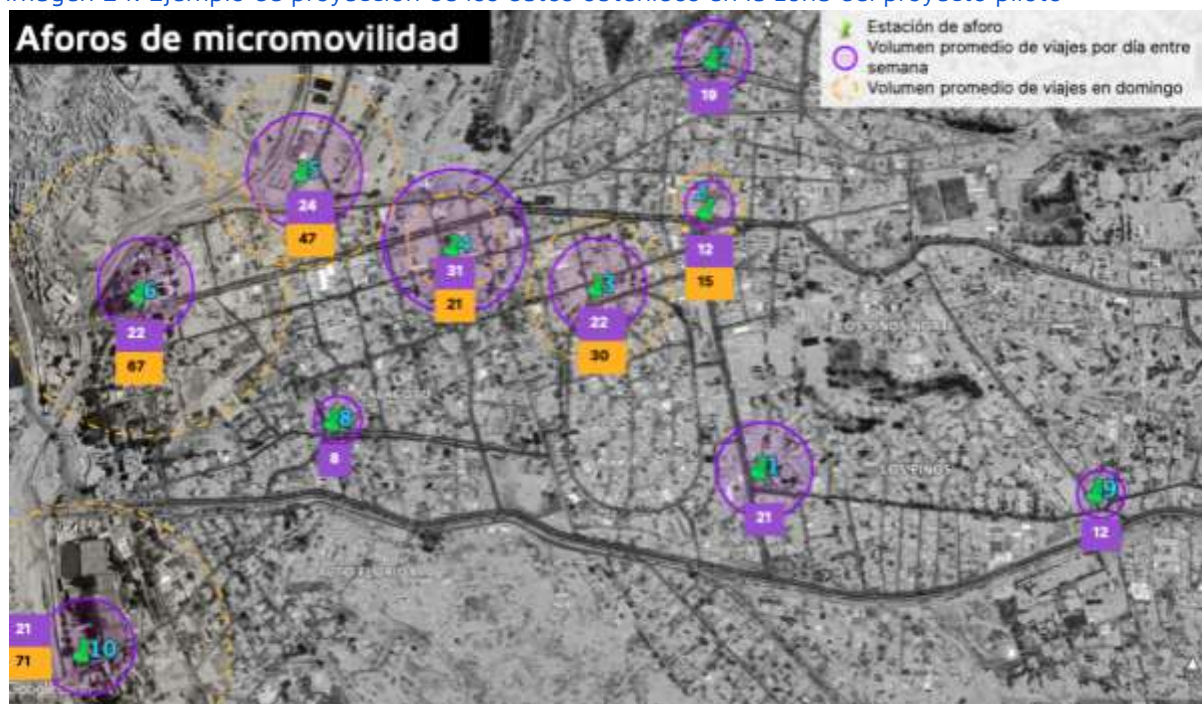
NO	INTERSECCIÓN	21 marzo	22 marzo	23 marzo	24 marzo	19 abril	20 abril	TOTAL DE VIAJES	PROMEDIO DE VIAJES POR DÍA
		7:30 - 14:30	7:30 - 14:30	7:30 - 14:30	14:30 - 21:30	14:30 - 21:30	14:30 - 21:30		
		TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL		
1	CALLE 21 Y JOSE MARIA AGUIRRE ACHA	11	12	14	9	7	11	64	21,3
2	CHAL JOSE BALLIVIAN Y C 21	10	6	6	7	2	5	36	12,0
3	MARISCAL MONTENEGRO Y C18	19	17	4	12	8	7	67	22,3
4	CALLE 15 Y RICARDO BUSTAMANTE	12	10	16	20	24	11	93	31,0
5	RAFAEL PABON E INGRESO A IRPAVI (TELEFERICO VERDE)	8	5	18	8	19	16	74	24,7
6	JOSE BALLIVIAN Y C 8	12	15	12	9	10	8	66	22,0
7	CALLE 7 - COSTANERA Y TOMASA MURELO	14	11	11	10	6	5	57	19,0
8	LOS SAUCES Y C 10	4	1	5	4	5	7	26	8,7
9	JOSE MARIA AGUIRRE ACHA Y C 25	6	7	4	11	5	5	38	12,7
10	BENITO JUAREZ Y HERNAN SILES ZUAZO (CAMINO A MALLASA)	8	7	16	8	14	12	65	21,7

Fuente: Elaboración propia.

Notas en la imagen:

- Recopilación de información por cada punto de observación (1)
- Suma del total de los viajes realizados en las jornadas de aforo (2)
- Promedio de los viajes realizados por cada punto de observación (3)

Imagen 24. Ejemplo de proyección de los datos obtenidos en la zona del proyecto piloto



Fuente: Elaboración propia.

e. En caso de la información cualitativa:

- Realizar una matriz de análisis que incluya las variables capturadas como: tipo de vehículo con el que se realiza el viaje, género, grupo etario, accesorios, identificar si el viaje se realiza con acompañante, así como la superficie de circulación y el sentido.
- Se recomienda que esta matriz contenga los subtotales de las características cualitativas por cada punto de observación.
- Compilar los subtotales de los puntos de observación para identificar las características de la población monitoreada y con ello diferenciar entre

las variables analizadas, por ejemplo, uso de accesorios, tipo de vehículo de micromovilidad, sentido de circulación, entre otros.

- Con este análisis de la información y obtención de línea base (primer aforo de micromovilidad) será posible realizar comparaciones de uso, características de las personas usuarias, facilitando la medición de indicadores y evaluación de políticas públicas.

Imagen 25. Ejemplo de elaboración de matriz de análisis cualitativo

				(2)																										
				Tipo de vehículo										Género		Grupo etario					Accesorios									
				1. Bicicleta de montaña 2. Bicicleta urbana 3. Bicicleta de ruta o turismo 4. Bicicleta plegable 5. Carro de carga (asistencia) 6. Motoquillo eléctrico 7. Patineta / patines 8. Silla de ruedas 9. Carro de bebé												1. Infantes (hasta 11 años) 2. Adolescentes (12 a 18 años) 3. Adultos jóvenes (19 a 29 años) 4. Adultos (30 a 59 años) 5. Adultos mayores (60 años y más)					1. Casco 2. Luces 3. Chaleco 4. Silla acompañante									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total	Hombre	Mujer	1	2	3	4	5	Personas					1	2	3	4	Total
P1	Día 1 - 21 mar	Mañana	Calle 21	1	2	1	0	1	2	0	1	0	8	7	1	0	1	4	3	0	4	3	1	2	0	6				
	28 mar	Tarde		0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	5	5	1	1	0	7				
P1	Día 2 - 22 mar	Mañana	Calle 21	3	0	2	0	0	3	0	0	0	8	8	0	0	0	0	3	0	3	0	0	3	0	3				
	19 abr	Tarde		1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0				
P1	Día 3 - 23 mar	Mañana	Calle 21	2	0	2	0	0	2	0	0	0	6	6	0	0	0	2	4	0	2	2	0	1	0	3				
	30 abr	Tarde		2	1	4	0	0	0	0	0	0	7	7	0	0	0	3	4	0	8	8	4	4	0	14				
Total				14	3	11	0	1	7	0	1	0	37	35	2	0	1	19	17	0	20	16	6	11	0	33				
P1	Día 1 - 21 mar	Mañana	José María	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	1	2	0	0	0	3	0	3	2	0	0	0	2				
	28 mar	Tarde		2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	0	2	2	1	1	0	4				
P1	Día 2 - 22 mar	Mañana	José María	1	0	0	0	0	3	0	0	0	4	3	1	0	0	3	1	0	1	1	0	0	0	1				
	19 abr	Tarde		2	0	0	0	0	4	0	0	0	6	4	2	0	2	4	0	0	4	2	2	0	0	4				
P1	Día 3 - 23 mar	Mañana	José María	0	0	7	0	0	1	0	0	0	8	8	0	0	0	1	5	2	6	5	3	3	0	11				
	30 abr	Tarde		0	3	0	0	0	3	0	0	0	4	4	0	0	0	3	1	0	2	1	0	0	0	1				
Total P1				7	3	7	0	0	10	0	0	0	27	22	5	0	2	13	10	2	17	13	6	6	0	23				
Total P1 de 3 días				21	6	18	0	1	17	0	1	0	64	57	7	0	3	32	27	2	37	26	12	15	0					
				(3)																										

(3)

Fuente: Elaboración propia.

Notas en la imagen:

- Se recomienda vaciar la información obtenida por cada punto de observación (1)
- Se recomienda diferenciar entre las variables analizadas (2)
- Obtención de subtotales por cada punto analizado para analizar las cualidades de los viajes en cada zona en específico (3)

Imagen 26. Ejemplo de obtención de resultados del análisis cualitativo

				Tipo de vehículo										Género		Grupo etario				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total	Hombre	Mujer	1	2	3	4	5
				1. Bicicleta de montaña 2. Bicicleta urbana 3. Bicicleta de ruta o turismo 4. Bicicleta plegable 5. Carro de carga (abastecimiento) 6. Monopatín eléctrico 7. Patineta / patines 8. Silla de ruedas 9. Carro de bebé												1. Infantes (hasta 11 años) 2. Adolescentes (12 a 18 años) 3. Adultos jóvenes (19 a 29 años) 4. Adultos (30 a 59 años) 5. Adultos mayores (60 años y más)				
P 10	Día 1 - 21 mar	Mañana	Hernán S	0	3	4	0	0	0	0	0	0	7	6	1	0	0	7	0	0
	28 mar	Tarde		2	5	0	0	0	0	0	0	0	7	7	0	0	2	4	1	0
P 10	Día 2 - 22 mar	Mañana	Hernán S	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	0
	19 abr	Tarde		8	3	0	0	0	0	0	0	0	11	11	0	0	3	3	5	0
P 10	Día 3 - 23 mar	Mañana	Hernán S	6	1	3	0	0	0	0	0	0	10	10	0	1	1	5	3	0
	20 abr	Tarde		2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	0
P 10	25 mar	Sábado	Hernán S	10	16	2	3	0	0	2	0	0	33	31	2	0	6	4	23	0
	2 de abril	Sábado		51	11	12	2	0	0	0	0	0	76	67	9	2	7	21	44	2
	Total			79	42	21	5	0	0	2	0	0	149	137	12	3	19	49	76	2
	Total global			89	49	27	5	0	0	2	0	0	172	159	13	3	20	63	83	3
	Total entre semana			27	20	13	0	0	0	0	0	0	60	58	2	1	7	38	14	0
	Total fin de semana			62	29	14	5	0	0	2	0	0	112	101	11	2	13	25	69	3
	Global entre semana			151	106	76	2	13	172	16	5	9	550	488	62	8	62	283	190	10

(1)

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar la suma de los subtotales por cada una de las variables analizadas en los puntos de observación es posible obtener datos de tendencia de uso, elaborar porcentajes, rango etario de la población que usa este tipo de vehículos, entre otras.

Por ejemplo, de los 550 viajes registrados sólo 62 son realizados por mujeres. (1)

8. Obtención de hallazgos y comunicación

- Recabar los hallazgos e interpretarlos. Se recomienda destacar datos de género, rango etario, tipo de vehículo de micromovilidad, espacio sobre el que transita, sentido, entre otros datos que permitan obtener las tendencias de uso sobre las cuales se podrán tomar decisiones en el desarrollo de la infraestructura. Este tipo de información respalda la implementación o modificación de políticas públicas encaminadas al aumento de viajes en vehículos de micromovilidad. Por ejemplo:

- En el Macrodistrito Sur solo el 11.3 % de los viajes en micromovilidad son realizados por mujeres, por lo tanto, con la implementación de infraestructura para la micromovilidad será posible incrementar los viajes de mujeres¹⁵.
- En el Macrodistrito Sur, de 586 personas registradas entre semana, el 39 % portaba accesorios como casco, luces, chaleco o sillas para acompañantes. De éstas, el 86 % prefirió utilizar casco. Por lo tanto, se puede deducir que el uso del casco en viajes cotidianos no es una práctica habitual, por ende, la normatividad enfocada al uso obligatorio del casco puede reducir el uso de estos vehículos.

¹⁵

BID (2017). Mujeres y ciclismo urbano, disponible en: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Mujeres-y-ciclismo-urbano-Promoviendo-pol%C3%ADticas-inclusivas-de-movilidad-en-Am%C3%A9rica-Latina.pdf>

Imagen 27. Ejemplo de representación de los hallazgos del análisis cualitativo



Fuente: Elaboración propia.

- b. Al interpretar los datos cuantitativos es posible hacer uso de bibliografía relacionada al tema para evaluar el nivel de servicio de la infraestructura existente o bien usar los parámetros establecidos para definir si se requiere ampliar la infraestructura. Por ejemplo:
- El Manual Ciclociudades establece que de 0 a 150 ciclistas por hora se deberá implementar una infraestructura ciclista de 2.00 m¹⁶.

Imagen 28. Dimensiones de infraestructura para la micromovilidad confinada conforme al volumen de viajes

Dimensiones de ciclovías unidireccionales en áreas urbanas*	
Volumen ciclista unidireccional en hora pico (ciclistas/hr)	Ancho de carril
0 - 150	2.00 m
150 - 750	3.00 m (2.50 m mínimo)
>750	4.00 m (3.50 m mínimo)

* Dimensiones para velocidades de diseño de 30 Km/hr en zonas planas.
Adaptado de: CROW, 2007.

Fuente: Manual de Ciclociudades, Tomo IV (ITDP, 2012).

- El Manual Ciclociudades establece que los ciclocarriles ubicados en vías pacificadas con un tránsito menor a 1,500 ciclistas/día un ancho de 1,50 m es apropiado. En caso de que el ciclocarril tenga una demanda diaria de más de 1,500 personas al día el ancho deberá aumentar a 2.25 m.

¹⁶ Esta tabla está basada en el Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas de CROW (2007) para ciudades de Países Bajos.

Imagen 29. Dimensiones de infraestructura para la micromovilidad semiconfinada conforme al volumen de viajes

Dimensiones de ciclocarriles en áreas urbanas ^a		
Tipo	Más de 1,500 ciclistas/día	Menos de 1,500 ciclistas/día
Ciclocarril sin estacionamiento a un costado	2.25 m	1.50 m
Ciclocarril con estacionamiento a un costado	2.50 m	1.50 m

^a Dimensiones para velocidades de diseño de 30 Km/hr en zonas planas.

Fuente: Manual de Ciclociudades, Tomo IV (ITDP, 2012).

La comunicación de los hallazgos obtenidos debe centrarse en transmitir datos duros del uso de la bicicleta y las cualidades de quienes las usan. Se recomienda comunicar estos datos en conjunto con los objetivos de la intervención, sus beneficios, entre otros.

- c. La cantidad de viajes registrados durante los aforos ayudarán a priorizar el trazado y la implementación de infraestructura, equipamiento o facilidades para la movilidad activa. Se recomienda realizar este tipo de registros para monitorear incrementos o modificaciones en el uso de este tipo de movilidad a partir de la implementación de acciones.

Imagen 30. Ejemplo de ilustración de los datos obtenidos para su difusión



Fuente: Elaboración propia.

4. Aplicación y análisis de aforos vehiculares

Un ejercicio de aforo vehicular, como parte de un estudio de ingeniería de tránsito, permite conocer el volumen, movimientos y tipos de vehículos que transitan por un espacio, pudiendo

ser a lo largo de una vía o en una intersección. Estos datos podrán ser utilizados en la toma de decisiones en el diseño de un proyecto de movilidad para definir o proponer aspectos como:

- Redistribución del espacio en la calzada
- Rediseño de intersecciones
- Ajustes en la programación de semáforos
- Estrategias de reducción de velocidades
- Cierre de movimientos
- Cambios de sentido de circulación
- Identificación de espacios subutilizados
- Estrategias de desvío vehicular para la peatonalización de calles
- Reestructuración de redes de transporte público

1. Análisis del contexto

En primer lugar es necesario identificar las características del entorno donde se busca hacer el aforo. Por ello se sugiere:

- Recabar información sobre usos de suelo, unidades económicas, equipamiento, rutas de transporte público, siniestros de tránsito y otros aforos aplicados anteriormente. Estos detalles permiten identificar las tipologías de las calles que se piensan aforar, lo cual es útil para definir tramos y hacer el análisis de Niveles de Servicio (NS).
- Realizar recorridos en sitio a pie o en vehículo que permitan detectar rutas y destinos relevantes, así como verificar las condiciones actuales de las vías, como retrasos en intersecciones, zonas de congestionamiento, desvíos, zonas de ascenso y descenso, carga y descarga, etc.

La información recopilada permitirá definir las rutas, intersecciones y movimientos por aforar.

2. Definición de alcances y puntos del ejercicio

Es importante definir el tipo de aforo y trayectorias que será aplicado, ya que de cada uno permite obtener distinta información.

Cuadro 11. Tipos de aforos y utilidad

Tipo de aforo	Utilidad	Datos requeridos
Direccional, a mitad de cuadra	<ul style="list-style-type: none"> - Volumen vehicular y niveles de servicio - Horas de Máxima Demanda (HMD) - Presencia de diferentes tipos de vehículos - Ubicación y dimensiones de reductores de velocidad - Redistribución de carriles - Colocación y programación de semáforos - Cambios de sentido de circulación 	<ul style="list-style-type: none"> - Tipología de la calle - Número de carriles aforados - Hora de Máxima Demanda - Volumen vehicular - Trayectorias aforadas
Direccional, en intersecciones	<ul style="list-style-type: none"> - Volumen vehicular y niveles de servicio - Horas de Máxima Demanda (HMD) - Presencia de diferentes tipos de vehículos - Ubicación y dimensiones de reductores de velocidad - Priorización de rutas, movimientos y ajustes a geometrías - Carriles de vuelta a la izquierda - Colocación y programación de semáforos - Cambios de sentido de circulación 	<ul style="list-style-type: none"> - Tipología de la calle - Número de carriles aforados - Hora de Máxima Demanda - Volumen vehicular - Trayectorias aforadas

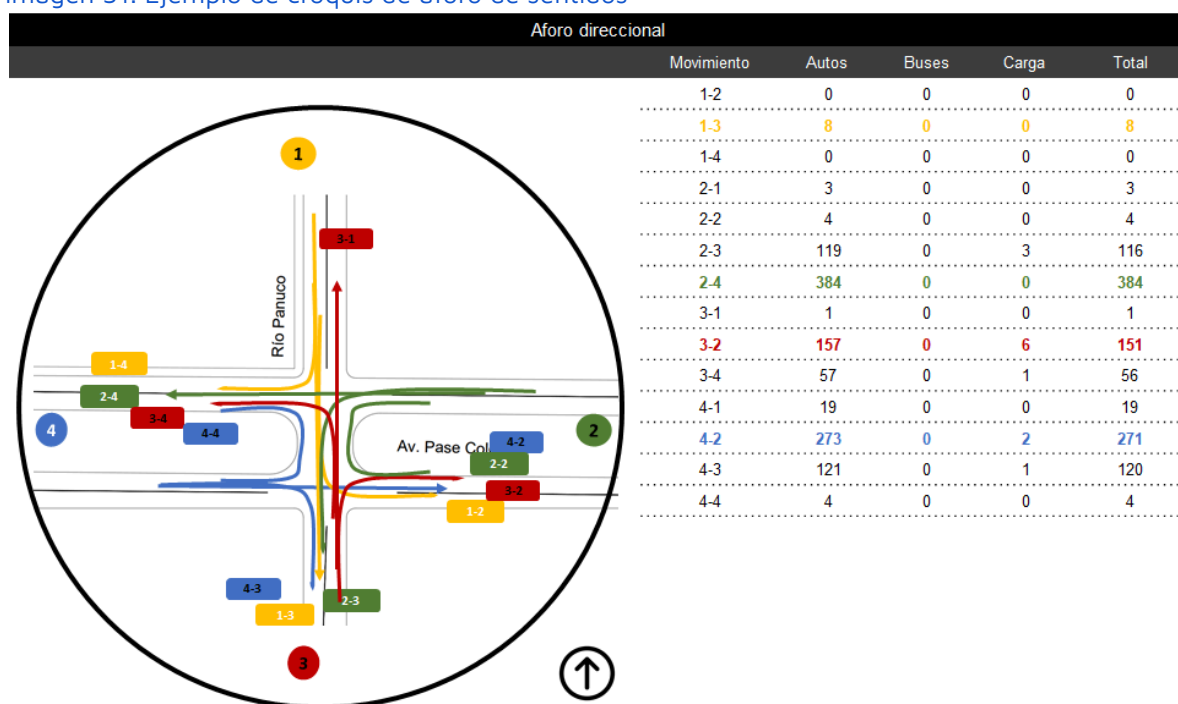
Fuente: Elaboración propia.

El análisis del contexto y el tipo de aforo a realizar permitirá definir los puntos en los que se requiere tener datos de aforo. Esto deberá priorizar:

- La toma de decisiones en puntos críticos y relevantes (espacios con mayor afluencia de vehículos, movimientos) que influyan en el trazado de rutas o en el diseño geométrico.
- Elegir puntos que complementarán al proyecto en fases posteriores
- La recopilación de datos con fines informativos

Desde un inicio deberán definirse las calles o trayectorias de las que se requiere tener información. Se recomienda elaborar un croquis enumerando los "brazos" que tenga la intersección y movimientos por aforar. En los casos en los que se trata de una intersección compleja, este croquis es de utilidad para la sistematización y análisis de información.

Imagen 31. Ejemplo de croquis de aforo de sentidos



Fuente: Sitt, 2021.

Dadas las limitaciones de personal, económicas y tecnológicas a las que se enfrentan los gobiernos locales, es importante considerar:

- Jornadas y días de aplicación
- Número de personas con disponibilidad para hacer el ejercicio
- Método de recopilación de información (manual o automatizado)
- Herramientas mecánicas o tecnológicas disponibles (tabletas, *smartphones*, contadores manuales, Cámaras de Circuito Cerrado de Televisión)

Algunos proyectos consideran la instalación de estaciones maestras de conteo automático¹⁷, las cuales tienen como objetivo principal proporcionar información referente al comportamiento de la demanda horaria y diaria durante los 7 días de la semana. En estos

¹⁷ El sistema utilizado para los aforos y la clasificación vehicular de manguera neumática, utiliza un sensor de ejes que detecta el paso de los vehículos gracias al impulso de presión que se genera. Este impulso es medido por un sensor de presión ubicado en el equipo de medición, el cual puede contar y clasificar el tipo de vehículo según la colocación de las mangueras.

casos, también se incluyen aforos manuales para la calibración de los resultados de cada estación.

Esta toma de decisiones permitirá diseñar o adaptar el formato que se requiere para el ejercicio¹⁸.

Se recomienda que los aforos vehiculares se desagreguen por tipos de vehículos ya que permite dar resultados más precisos al analizar la información.

3. Definición del tiempo y jornadas de aforo

En general se sugiere que se apliquen durante 14 o 16 horas por punto, pudiendo empezar a las 6 h y concluir a las 22 h. Esto permite tener registros de volúmenes en las horas que anteceden o preceden a los identificados en horas pico. De no ser posible se recomienda realizar por bloques de 2 a 3 horas en horarios cercanos a los horarios pico, vespertinos y nocturnos.

El ejercicio se aplica realizando cortes cada 15 minutos para facilitar el levantamiento de información. Esto permitirá conocer las Horas de Máxima Demanda (HMD) de viajes y las horas valle. El conocer las HMD también permite aplicar otros aforos en estos rangos de tiempo, menores y más específicos, dependiendo del objetivo que tenga el levantamiento de información.

Se podrá realizar un aforo vehicular, sin diferenciar la composición del tránsito, en los puntos más relevantes, en periodos de 6, 8, 10, 12 o hasta 24 horas para conocer la HMD. Posteriormente se podrá volver a aplicar el aforo pero obteniendo datos de su composición diferenciada, como los volúmenes por tipo de vehículo, en los puntos más relevantes para el proyecto.


Se recomienda que cada aforo por punto se realice por lo menos durante tres días, lo cual permite recabar distintas muestras en situaciones similares. No es indispensable que se realice en días consecutivos.

Para elegir los días se recomienda:

- Considerar aplicarlos los días martes, miércoles y jueves. Regularmente las características de los viajes en estos días son uniformes.
- Evitar los días lunes, viernes, sábados y domingos, ya que tienen viajes atípicos
- Evitar aplicarlos en el mes de diciembre o periodos vacacionales, ya que se consideran como días atípicos.
- Evitar contemplar los días que anteceden o preceden a días festivos o de asueto, ya que también presentan viajes atípicos.

4. Definición del personal requerido y capacitación

Se sugiere que una persona se dedique a contar un sentido de circulación. En caso de que se aforen varias direcciones es recomendable que una sola persona contabilice un máximo de tres. Cada persona puede participar durante varias jornadas o turnos no consecutivos.

¹⁸ Se adjunta formato de apoyo ubicado en:  Anexo 7. Formatos de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV)

Una jornada de 16 horas de trabajo continuo resulta desgastante, por lo que se sugiere considerar:

- Turnos de 8 horas por persona cuando participa personal del municipio
- Turnos de 2 a 4 horas por persona cuando hay participantes voluntarios

El número de personal deberá ajustarse conforme a lo observado en los recorridos en campo y a la definición de las jornadas de aforo.

De no contar con personal suficiente para realizar el aforo, se sugiere generar alianzas con otras dependencias del municipio y grupos clave, como la academia y colectivas, de manera que se busque sumarles en la actividad.

Una vez definido el número de personas requeridas, se les deberá convocar para capacitarles en los siguientes rubros:








- Logística y asignación de responsabilidades
- Llenado del formato de aforo
- Uso de dispositivos de apoyo (en caso de tenerlos)
- Uso de equipo de protección (chaleco, gorra, bloqueador)
- Solución de dudas a personas usuarias de las vías y mitigación de conflictos

5. Consideraciones generales durante la ejecución de aforos

Durante la captura de la información, se recomienda:

- Registrar las cantidades con marcas (líneas rectas y cruzadas).
- Utilizar filas de registro amplias para colocar varias marcas.
- Usar una fila por intervalo de 15 minutos para facilitar la sistematización.
- Utilizar formatos simplificados de intervalo de tiempo y cantidad de vehículos, cuando el aforo se centra en análisis cuantitativos.
- La primera columna de Total está destinada a la sumatoria de vehículos por periodo de 15 minutos. La segunda columna puede utilizarse para sumar los resultados por hora. Si bien estas operaciones pueden hacerse a mano, se sugiere realizarlas hasta que se sistematice la información en hojas de cálculo a través de la aplicación de fórmulas.
- Evitar hacer las sumatorias de cantidades de vehículos durante el ejercicio. Si bien pueden hacerse en horas valle, cuando el tránsito disminuye, es probable que se omitan registros.
- Elaborar un croquis para indicar la ubicación de la persona aforadora y los sentidos aforados. Esto aclara dudas durante la sistematización de información.
- Contar con periodos para el consumo de alimentos y bebidas, preferentemente en horas valle.
- Evitar entrar en conflictos con otras personas que se sientan observadas. Se sugiere informar que el ejercicio consiste en recabar datos para generar proyectos de movilidad en el municipio.
- Recabar material fotográfico como evidencia de la actividad y como material de comunicación para la socialización del proyecto.
- En caso de existir condiciones atípicas climáticas o de tránsito (lluvias, días soleados atípicos, cierre de calles, manifestaciones, rodadas ciclistas o masas críticas) se deberá suspender el aforo y realizarse en otra jornada en la que las condiciones sean normales.

Imagen 32. Ejemplo de llenado de formato de aforo¹⁹

Horario								Total 1	Total 2	Total
6:00 a.m. - 6:15 a.m.										
6:15 a.m. - 6:30 a.m.										
6:31 a.m. - 6:45 a.m.										
6:46 a.m. - 7:00 a.m.										

Fuente: Elaboración propia.

6. Sistematización y análisis de datos



Una vez concluidos los trabajos, es recomendable que los formatos de aforo sean capturados de forma digital en hojas de cálculo para almacenar y sistematizar la información, lo cual facilitará la elaboración de bases de datos capturada por punto y día de actividades. Esto permitirá tener información cuantitativa, como el tipo de vehículos que circulan por el punto aforado, volumen en Hora de Máxima Demanda, horas pico y horas valle. El procedimiento que se sugiere seguir para el analizar de información es el siguiente:

- **Obtención de los volúmenes vehiculares en Hora de Máxima Demanda.** Uno de los objetivos que tiene realizar el levantamiento de información en intervalos de 15 minutos es hallar con mayor precisión los horarios en los que aumenta el volumen vehicular en hora pico. El total por hora se obtiene al sumar el total de vehículos aforados en **cuatro intervalos** de 15 minutos (ver cuadro 2).

Cuadro 12. Sumatoria de volúmenes por periodos de 15 minutos para hallar la Hora de Máxima Demanda

Intervalo 15 min	Vehículos privados y taxis	Minibús y micros	Camiones	Bicicletas	Motocicletas	Total por intervalo	Total por hora
7:00 - 7:15	451	44	1	4	9	509	N/A
7:15 - 7:30	428	31	0	5	18	482	N/A
7:30 - 7:45	515	32	1	2	11	561	N/A
7:45 - 8:00	511	29	1	9	14	564	2116
8:00 - 8:15	462	39	2	4	17	524	2131
8:15 - 8:30	512	42	5	2	17	578	2227
8:30 - 7:45	361	39	2	3	14	419	2085
8:45 - 9:00	424	38	0	1	12	475	1996

Fuente: Elaboración propia.

 Suma de cuatro intervalos de 15 minutos  Hora de Máxima Demanda identificada

¹⁹ Se comparte formato de apoyo para la aplicación de estos aforos en el Anexo 7.

Total de vehículos por hora:

$509 + 482 + 561 + 564 = 2116$ vehículos, de 7:00 a 8:00

$482 + 561 + 564 + 424 = 2131$ vehículos, de 7:15 a 8:15

$561 + 564 + 524 + 578 = 2227$ vehículos, 7:30 a 8:30

En el ejemplo anterior, se identifica que la Hora de Máxima Demanda es de 7:30 a 8:30, ya que en este periodo es cuando se registró el mayor volumen de vehículos, el cual es de 2227. Cuando se realizan aforos direccionales, para conocer el volumen total de vehículos en la vía, se deben sumar los resultados de los sentidos aforados.

Cuadro 13. Análisis de volúmenes por movimiento, por punto de aforo

Croquis de referencia	Hora	Total vehículos A1	Total vehículos A2	Total
	7:30 - 7:45	N/A	N/A	N/A
	7:30 - 8:00	N/A	N/A	N/A
	7:30 - 8:15	N/A	N/A	N/A
	7:30 - 8:30	354	756	1110
	7:45 - 8:45	365	776	1141
	8:00 - 9:00	324	767	1091
	8:15 - 9:15	267	738	1005
	8:30 - 9:30	307	704	1011

Nota: Se indica que no aplica (N/A) ya que los datos de las primeras tres primeras filas corresponden a un periodo inferior a una hora

Fuente: Elaboración propia.

- **Ajuste del volumen vehicular por tipo de vehículo.** Las estimaciones hechas en el punto anterior permiten tener un primer dato de la capacidad vial de las calles y direcciones aforadas. Cada tipo de vehículo tiene un impacto diferente sobre el tráfico en las vías, dadas sus características, dimensiones o dinámicas. Por ejemplo:
 - Una motocicleta ocupa menor espacio que otros vehículos motorizados y puede viajar a mayores velocidades.
 - El transporte público y de carga requiere de más tiempo para girar en las intersecciones.
 - El transporte público debe detenerse para permitir el ascenso y descenso de personas.
 - El uso de los carriles de la extrema derecha, los cuales suelen tener un mayor número de interferencias por accesos a cocheras, giros, presencia de paradas de transporte público, ascenso y descenso, así como maniobras de carga y descarga.

Para considerar estas particularidades en el análisis del nivel de servicio de las vías, se sugiere hacer una calibración del número de vehículos, desagregada por tipo. El Manual de Diseño de Calles para las Ciudades Bolivianas (Cooperación Suiza en Bolivia, 2015) sugiere que se apliquen los siguientes factores para calibrar el número de vehículos:

- Vehículo privado y taxi = 1 pto.
- Minibus y micro = 1.5 pto.
- Camión = 2 pto.
- Motocicletas = 0.5 pto.
- Bicicletas = 0.33 pto.

A su vez, existe una gran variedad de vehículos motorizados que transitan por la ciudad de La Paz, los cuales algunos no se mencionan en el listado anterior. Por ello se sugiere asignarles un valor acorde a las características o dinámicas similares que compartan con aquellos ya listados. Con ello se tiene:

- **Vehículo privado y taxi** (1 pto): Automóviles, vagonetas, camionetas pequeñas, taxis, radio taxis y trufis.
- **Minibus y micro** (1.5 pto): Carrys de 7 pasajeros, minibús de 14 pasajeros, micros de 21 asientos, minibuses escolares o institucionales, minibuses interprovinciales.
- **Camión** (2 pto): Buses de 30 o más asientos, PumaKatari, ChikiTiti, camiones y camionetas de carga, buses escolares o institucionales, buses interprovinciales, volquetas, tractores.

Una vez agrupados los tipos de vehículos es posible aplicar los factores de calibración. Por ejemplo:

Cuadro 14. Agrupación y ajuste de la cantidad de camiones

Aforo vehicular - Camiones								
Hora	Buses de 30 o más asientos	Pumkatari ChikiTiti	Camiones y camionetas de carga	Bus escolar o institucional	Buses interprovinciales	Otros vehículos	Total	Total ajustado (x2)
7:00 - 7:15	1	1	2	1	1	0	6	12
7:15 - 7:30	2	2	3	0	1	0	8	16



Fuente: Elaboración propia.

A su vez, esto permite ajustar el número de vehículos que circulan en Hora de Máxima Demanda, obtenido en el primer punto.

Cuadro 15. Sumatoria de volúmenes por periodos de 15 minutos para hallar la Hora de Máxima Demanda, considerando el ajuste por tipo de vehículo.

Intervalo 15 min	Vehículos privados y taxis (1)	Minibús y micros (1.5)	Camiones (2)	Bicicletas (0.33)	Motocicletas (0.5)	Total por intervalo	Total por hora
7:00 - 7:15	451	66	2	1	5	525	N/A
7:15 - 7:30	428	47	0	2	9	485	N/A
7:30 - 7:45	515	48	2	1	6	571	N/A
7:45 - 8:00	511	44	2	3	7	566	2148
8:00 - 8:15	462	59	4	1	9	534	2157
8:15 - 8:30	512	63	10	1	9	594	2266
8:30 - 7:45	361	59	4	1	7	431	2126
8:45 - 9:00	424	57	0	0	6	487	2047

Fuente: Elaboración propia.

 Suma de cuatro intervalos de 15 minutos  Hora de Máxima Demanda identificada

Es importante considerar el ajuste resultante de la calibración, ya que la cantidad de vehículos identificados puede aumentar o disminuir, provocando cambios en la sumatoria de vehículos por intervalos y posiblemente en la Hora de Máxima Demanda. En el ejemplo anterior, la HMD no cambia, pero sí la cantidad de vehículos:

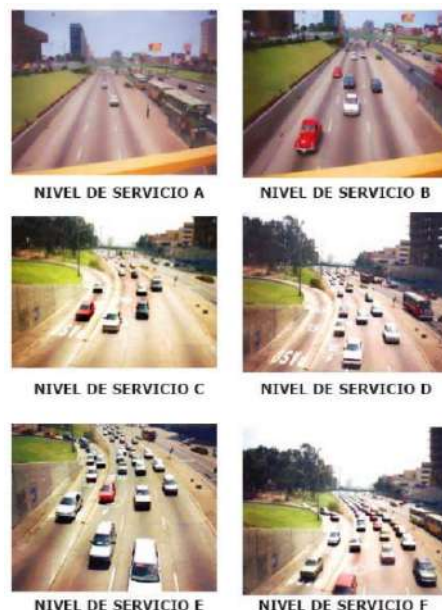
Antes del ajuste: 2227 vehículos, de 7:30 a 8:30 h

Después del ajuste: 2266 vehículos, de 7:30 a 8:30 h

Ya que se recomendó que los aforos sean aplicados en tres días, en cada uno se deberá encontrar el máximo volumen de vehículos en HMD, aplicando la calibración por tipo de vehículo. Los valores que se utilizarán para hacer otras estimaciones serán los más altos identificados en los tres días de aforo.

Estimación del nivel de servicio. El Nivel de Servicio es una medida cuantitativa de calidad de la operación de una vía, la cual considera velocidades, la convivencia con otros vehículos, etc. Al Nivel de Servicio se le asigna una letra, de la A a la F, dependiendo de las características de operación de la vía. La letra A se le asigna a aquellas vías con las mejores condiciones de circulación, con el mínimo de retrasos, mientras que la letra F corresponde a vías con interrupciones y congestionamientos importantes.

Imagen 33. Representación gráfica de los Niveles de Servicio vehiculares



Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas (VCHI, 2005).²⁰

El análisis del Nivel de Servicio puede realizarse con dos finalidades:

- Revisar la operación actual, con el mismo número de carriles que operan actualmente de la vía.
- Simular la operación del proyecto de movilidad activa o espacio público, al hacer la estimación retirando uno o varios carriles, los cuales serían destinados para el proyecto propuesto.

- **Estimación del Nivel de Servicio por demoras en intersecciones.** El Manual de Diseño de Calles para las Ciudades Bolivianas (Cooperación Suiza en Bolivia, 2015) sugiere que para hacer una estimación del Nivel de Servicio en vías con intersecciones, puede hacerse a través de los tiempos de demora en una intersección²¹. Este análisis de tiempos se realiza registrando los datos directamente en campo.

Imagen 34. Niveles de servicio por tiempos de demora en intersecciones

Nivel de servicio	Demora en el paso de una intersección	
A	< 5 seg.	El nivel de servicio tipo A caracteriza cruces donde los conductores esperan menos de 5 segundos en una intersección. Es un nivel de servicio muy bueno que ocurre cuando el avance es extremadamente favorable y la mayoría de los vehículos llegan durante la fase verde.
B	5 - 15 seg.	El nivel tipo B describe operaciones con demora superior a 5 segundos e inferior a 15 segundos por vehículo. Este ocurre generalmente con una buena progresión o con ciclos de semáforos cortos.
C	15 - 25 seg.	Estas demoras más prolongadas pueden deberse a una mayor cantidad de vehículos, ciclos más prolongados o a ambas circunstancias.
D	25 - 40 seg.	En el nivel de servicio tipo D se describen aquellas operaciones cuya demora sea superior a 25 seg. e inferior a 40 seg. por vehículo. En este nivel se hace más notable la influencia de la congestión.
E	40 - 60 seg.	Muchos organismos internacionales consideran a este nivel como la demora aceptable en el ámbito urbano con un tiempo de espera de 40 a 60 seg. por vehículo. Estos valores de demora generalmente indican un avance lento, con duraciones medias de ciclo y alta relación Intensidad/Capacidad.
F	> 60 seg.	Este nivel, donde la demora supera 60 seg., se suele presentar cuando existe una sobresaturación; es decir, cuando las intensidades de circulación de llegada superan la capacidad de la intersección. En días de fiestas y otros eventos hay que aplicar el nivel F.

Fuente: Manual de Diseño de Calles para las Ciudades Bolivianas (Cooperación Suiza en Bolivia, 2015).

²⁰ Este manual corresponde al país del Perú.

²¹ Una intersección mal regulada reducirá la capacidad vial y generará condiciones de congestión aun cuando disponga de un número elevado de carriles o un bajo flujo vehicular.

- **Estimación del Nivel de Servicio por velocidad de una vía.** El Manual de Diseño Vial de La Paz (Cooperación Suiza en Bolivia, 2018) sugiere que para hacer una estimación del Nivel de Servicio en vías urbanas, en vías interrumpidas por intersecciones, puede hacerse a través de la relación entre velocidad de operación y velocidad de flujo libre²².

Imagen 35. Niveles de servicio para vías de flujo interrumpido

NIVEL DE SERVICIO	DESCRIPCIÓN
A	Describe principalmente la operación de flujo libre. Los vehículos están exentos de influencias externas, cuentan con la capacidad de libertad de maniobra dentro de la corriente de tráfico. El retraso por las intersecciones es mínimo. La velocidad de desplazamiento pasa del 85% de la velocidad de flujo libre y la relación de volumen-capacidad no es superior a 1,0.
B	Describe una operación sin obstáculos. La capacidad de maniobra dentro del flujo de tráfico es sólo ligeramente restringida, y el retraso en la intersección no es significativo. La velocidad de desplazamiento es entre 67% y 85% de la velocidad de flujo libre y la relación de volumen-capacidad no es mayor que 1,0.
C	Describe una operación estable, la libertad de maniobra y cambio de carril a la mitad del segmento puede ser más restricto que el NS B. Filas más largas al límite de la intersección puede contribuir en la disminución de las velocidades. La velocidad de viaje se encuentra entre 50% y 67% de la velocidad de flujo libre, y la relación de volumen-capacidad no es mayor que 1,0.
D	Indica una menor condición de estabilidad en el cual pequeños incrementos en el flujo puede causar incrementos sustanciales, retrasos y una pérdida en la velocidad de viaje. Esta operación puede deberse a una progresión adversa de señales, volúmenes elevados o a una temporización inadecuada de la señal en la intersección. La velocidad de desplazamiento es entre 40% y 50% de la velocidad de flujo libre y la relación de volumen a capacidad no es mayor que 1,0.
E	Es caracterizada por una inestabilidad operacional y retrasos significativos. Tales operaciones pueden deberse a algunas combinaciones adversas, de volumen elevado y de temporización inapropiada de señales en la intersección. La velocidad de desplazamiento es entre 30% y 40% de la velocidad de flujo libre y la relación de volumen-capacidad no es mayor que 1,0.
F	Se caracteriza por el flujo a una velocidad extremadamente baja. Es probable que la congestión en la intersección se produzca por el alto retraso y las extensas colas. La velocidad de desplazamiento es 30% o menos de la velocidad de flujo libre, o la relación de volumen a capacidad es mayor que 1,0.

Fuente: Manual de Diseño Vial de La Paz (Cooperación Suiza en Bolivia, 2018).

Por ejemplo, una vía con una velocidad de flujo libre de 70 km/h y una velocidad de operación de 30 km/h, representa un 43 % de la velocidad en flujo libre. Esto indica que tiene un Nivel de Servicio D.

La metodología de análisis y ajuste del Nivel de Servicio vehicular tiende a priorizar aumentar la velocidad de vehículos motorizados y el espacio disponible para su circulación, lo cual no es benéfico para un entorno urbano y la seguridad vial de las personas más vulnerables.

Se sugiere buscar equilibrios en el diseño de proyectos de movilidad activa, de manera cuando se realicen modificaciones en las calzadas, los niveles se mantengan en rangos de tipo A, B o C, con el fin de lograr flujos de óptimos a estables.

- **Estimación del Nivel de Servicio por la capacidad vial.** Esta estimación es recomendable para relacionarlo con proyectos de movilidad activa ya que se enfoca en el espacio destinado para vehículos motorizados y no prioriza la velocidad.

En el siguiente cuadro se muestran valores de acuerdo con el Highway Capacity Manual, calculado a partir de V (volumen vehicular, vehículos por hora sentido) y C (capacidad vial, flujo máximo potencial de vehículos).

²² Entendiéndose como la velocidad promedio de tráfico bajo condiciones de flujo bajo (hasta 200 veh/hora).

Imagen 36. Niveles de servicio para vías de flujo interrumpido

NS	Descripción / Aplicación	V/C[3]
A	Flujo libre; se puede conducir sin obstáculos y Los retrasos en la intersección semaforizada son mínimos.	0.0 - 0.6
B	Operación razonable sin obstáculos; maniobras ligeramente restringidas por la presencia de otros vehículos y los retrasos no representan un problema.	0.6 - 0.7
C	Operación estable con un poco más de restricciones que un nivel de servicio B.	0.7 - 0.8
D	Operación inestable donde los pequeños incrementos en el volumen producen incrementos sustanciales en los retrasos y en la reducción de velocidad.	0.8 - 0.9
E	Operación con retrasos significativos. Aproximación a la intersección y velocidad promedio lenta.	0.9 a 1.0
F	Operación con velocidad extremadamente lenta causada por congestión en la intersección, Retrasos significativos.	> 1.0

Fuente: Manual de Calles (Sedatu-BID, 2018; p. 152).

La estimación de la capacidad vial por carril se retoma del Manual de Diseño de Calles para las Ciudades Bolivianas (Cooperación Suiza en Bolivia, 2015). Esto indica que un solo carril puede dejar pasar entre 800 y 1200 veh/hora.

Imagen 37. Referencia de capacidad vial por carril

Algunos datos sobre ingeniería de tráfico

Un carril de circulación en zona urbana, en condiciones de Bolivia, puede dejar pasar entre 800 y 1.200 vehículos por hora.

La hora pico representa entre 6 y 10% del tráfico diario. Y las horas pico son más agudas en las pequeñas ciudades que en las grandes.

Cuando hay más de 30 peatones por minuto y m² en una acera, los conflictos entre peatones se agudizan.

La velocidad comercial del transporte público en el medio urbano es generalmente de 10 a 12 km/h, por lo que alcanzar 18 km/h es un buen objetivo

La velocidad de un peatón en el medio urbano es de 3,5 km/h. La bicicleta se desplaza generalmente entre 10 y 15 km/h.

Fuente: Manual de Diseño de Calles para las Ciudades Bolivianas (Cooperación Suiza en Bolivia, 2015).

Esta referencia permite proponer una capacidad máxima para los cuatro tipos de vías a los que hace referencia el Manual de Diseño Vial de La Paz (Cooperación Suiza en Bolivia, 2018).

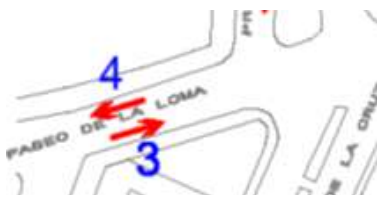
- Expresas: 1600 veh/h/carril²³
- Primarias: 1200 veh/h/carril
- Secundarias: 1000 veh/h/carril
- Terciarias: 800 veh/h/carril. En casos donde se prioriza la habitabilidad de las calles, puede limitarse a 400 veh/h/carril²⁴

Considerando los hallazgos del volumen vehicular en hora de máxima demanda (calibrado por tipo de vehículo), el número de carriles aforados, el tipo de vía y su capacidad máxima, puede obtenerse el Nivel de Servicio.

²³ Esta capacidad es mencionada en el Manual de Diseño Vial de la Paz.

²⁴ Manual de Calles (Sedatu-BID - 2018).

Cuadro 16. Ejemplo de análisis de Nivel de Servicio

	<p>Punto de aforo: 3. Paseo de la Loma, sentido suroeste a noreste</p> <p>Carriles de operación en proyecto: 2 carriles</p> <p>Hora de Máxima Demanda: de 7:30 a 8:30 horas</p> <p>Volumen en horario de máxima demanda: 2266 veh/h</p> <p>Tipo de vía: Primaria</p> <p>Capacidad por carril: 1000 veh/h/carril</p>
<p>Nivel de servicio:</p> <p>$NS = v/c$</p> <p>Donde:</p> <p>v = volumen en HMD / Carriles</p> <p>c = capacidad por carril</p>	<p>Nivel de servicio:</p> <p>$NS = v/c$</p> <p>$NS = (1133 \text{ veh/hora/carril}) / (1000 \text{ veh/h/carril})$</p> <p>$NS = 1.13$</p> <p>$NS = F$</p> <p>Operación con velocidad extremadamente lenta causada por congestión en la intersección, Retrasos significativos.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Cuando un Nivel de Servicio se encuentra entre los niveles D a F se recomienda hacer recorridos en campo para identificar los problemas que causan problemas en las vías, pudiendo encontrarse algunos como:

- Ascenso y descenso de personas, en espacios no permitidos, dobles filas
- Maniobras de carga y descarga que duran más de 2 min
- Giros a la izquierda
- Zonas de mercados
- Programación de semáforos
- Malas condiciones del pavimento
- Exceso o falta de entradas y salidas a la vía analizada
- Deficiencias en el diseño vial actual

Cuando se realiza una simulación del Nivel de Servicio retirando carriles y esta arroja niveles D a F, se debe buscar atender los problemas mencionados, antes de descartar utilizar la vía propuesta.

7. Uso y presentación de los hallazgos

Los resultados de los análisis de los aforos vehiculares permiten tomar y respaldar decisiones en torno al diseño de un proyecto. Para ello deben ser interpretados. Se puede encontrar información a partir de los siguientes análisis realizados:

- Volumen de vehículos por tipo: permite conocer su predominancia en las zonas donde se llevará a cabo el proyecto, por ejemplo, vehículos de carga, transporte público o motocicletas. Por ejemplo, la Calle 5 se consideraba de alto tránsito de vehículos de transporte público. Sin embargo, con los aforos se identificó que este tipo de vehículos representa el 0.5 % del reparto modal en la vía.
- Volumen vehicular en Hora de Máxima Demanda: permite proponer la colocación de algunos dispositivos como reductores de velocidad o semáforos (ver cuadro).

Imagen 38. Volúmenes mínimos para contemplar la colocación de semáforos

Tabla 44 - Volumen mínimo vehicular

NÚMERO DE CARRILES DE CIRCULACIÓN POR ACCESO		VEHÍCULOS POR HORA EN VÍA PRINCIPAL (TOTAL DE AMBOS ACCESOS)	VEHÍCULOS POR HORA EN EL ACCESO DE MAYOR VOLUMEN DE LA CALLE SECUNDARIA
VÍA PRIMARIA	VÍA SECUNDARIA		
1	1	500	150
2 o más	1	600	150
2 o más	2 o más	600	200
1	2 o más	500	200

Fuente: Manual de Diseño Vial de La Paz (Cooperación Suiza en Bolivia, 2018).

- Nivel de servicio: al ser un parámetro cuantitativo, permite presentar las condiciones actuales de operación de la vía, simulaciones de la operación al retirar carriles, identificación de áreas de oportunidad en las vías o intersecciones, elección o priorización de rutas.

Para facilitar su presentación y difusión se recomienda elaborar mapas y gráficos que sintetizen los hallazgos:

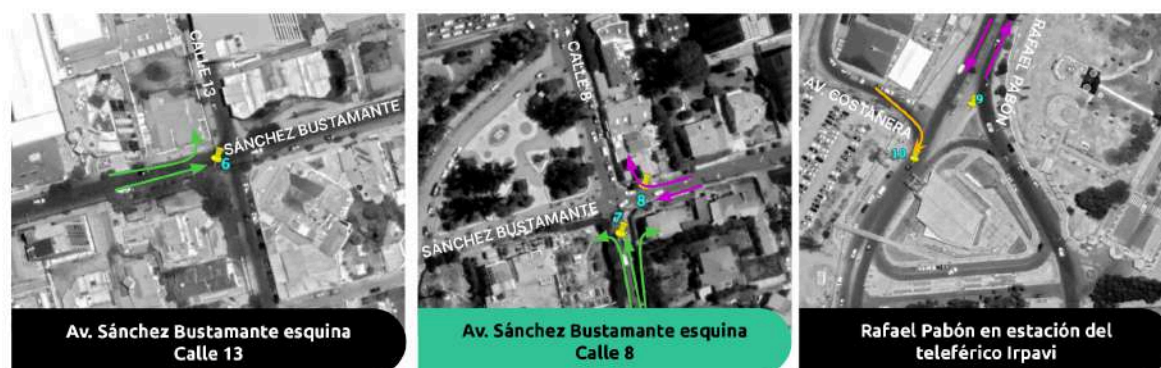
- Explicar la metodología utilizada: tipo y jornadas de aforo, personal participante, puntos aforados.
- Cuando es relevante, se sugiere mencionar el número o porcentaje de vehículos desagregados por tipo.
- Los hallazgos presentados deberían ser los más esenciales para respaldar la toma de decisiones.
- Reducir en la medida de lo posible el uso de lenguaje técnico.
- Utilizar ejemplos o datos curiosos que faciliten la comprensión de los datos, como:
 - La extensión del proyecto equivale dar 10 vueltas a la Plaza Central
 - El volumen de autos hallado equivale a llenar dos veces la Plaza Central
- Expresar datos en porcentajes, para hacer comparaciones con otros datos.

Imagen 39. Representación gráfica de los puntos aforados en la zona del piloto



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 40. Representación gráfica de los movimientos aforados en la zona del piloto



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 41. Representación de los volúmenes vehiculares

Resultados



Intersección	Sentido	Hora Pico	Volúmen máx. (veh/h)*	Vehículos ligeros	Minibuses	Buses y vehículos de carga	Motocicletas
Julio Patiño, en Calle 20	O - E	8:15 - 9:15	477	93 %	3 %	3 %	1 %
Julio Patiño, en Calle 20	E - O	7:30 - 8:30	365	90 %	0 %	9 %	1 %
Calle 21, en Pancara	S - N	8:00 - 9:00	959	77 %	15 %	6 %	2 %
Calle 21, en Pancara	N - S	15:45 - 16:45	820	79 %	16 %	3 %	2 %
Av. Sánchez Bustamante (entre Calle 12 y 13)	O - E	7:45 - 8:45	1270	80 %	13 %	6 %	1 %
Av. Sánchez Bustamante (entre Calle 8 y Av. Arequipa)	E - O	7:30 - 8:30	547	93 %	3 %	3 %	1 %
Av. Costanera (intersección con Rafael Pabón)	O - E	7:30 - 8:30	867	91 %	0 %	7 %	2 %
Rafael Pabón (después de Av. Costanera)	N - S	7:30 - 8:30	1478	91 %	2 %	5 %	2 %

* Considera ajustes por el impacto que cada tipo de vehículo tiene en las vías.

Fuente: Elaboración propia.

Imagen 42. Representación y síntesis de los principales hallazgos

Calle y sentido	Volúmen máx. (veh/h)	No. de carriles de circulación actuales	No. de pistas de circulación propuestos*	Nivel de servicio al modificar**	Hallazgos
Julio Patiño O - E, en Calle 20	477	2	1	0,4	Julio Patiño puede operar con un solo carril en ambos sentidos.
Calle 21 S-N, en Pancara	934	2	1	0,9	Puede implementarse una ciclovia pero la propuesta debe modificarse. Se requieren dos carriles de circulación por sentido.

* La propuesta considera espacio para la ciclovia

** Considerando 1000 veh/h/carril.

Un carril de circulación en zona urbana, en condiciones de Bolivia, puede dejar pasar entre 800 y 1200 vehículos por hora.

Fuente: Manual de Diseño de Calles para las Ciudades Bolivianas (Cooperación Suiza en Bolivia, 2015).

Parámetro	Operación	Nv. de servicio
De 0 a 0.6	Circulación fluida	A
De 0.6 a 0.8	Operación razonable	B, C
De 0.8 a 1	Congestiones, velocidad lenta	D, E
Mayor a 1	Circulación extremadamente lenta	F

Fuente: Elaboración propia.

5. Evaluación de ciclo-infraestructura

A partir de la implementación de infraestructura ciclista, existen diferentes formas para evaluarla que permitirán conocer si se están logrando los objetivos planteados previo a su implementación. Por ejemplo: las personas que utilizan la infraestructura, el número de viajes hechos gracias a su puesta en marcha, la percepción de la infraestructura por parte de las personas usuarias y el estado de la misma, que orientará planes de mantenimiento.

Evaluar la infraestructura es una acción clave para dar seguimiento al cumplimiento de objetivos que van encaminados hacia el desarrollo de políticas públicas en beneficio de la movilidad activa. Esta evaluación puede arrojar información que debe ser tomada en cuenta en el ajuste o mejora de los diseños, en la expansión de la red o en decisiones técnicas en futuros proyectos.

Existen diferentes metodologías para realizar la evaluación de la ciclo-infraestructura, entre los que podemos encontrar: aforos, evaluación en sitio y encuestas de percepción. Cada una con objetivos y aspectos a evaluar distintos, como se describe a continuación²⁵.


1. Evaluación mediante aforos

Los aforos permiten monitorear el incremento en el uso de viajes de movilidad activa, entre otras variables. Cuando es la primera vez que la ciudad implementa este tipo de infraestructura, como es el caso de la ciudad de La Paz, se recomiendan momentos específicos para implementar los aforos:

- Previo a la implementación de la infraestructura ciclista para obtener una línea base.
- Posterior a la implementación de la infraestructura ciclista, entre los 6 y 12 meses posteriores.
- De manera periódica, al menos una vez al año. Se recomienda realizarlos en los mismos meses para que los resultados sean comparables.

Es deseable realizar el aforo en los puntos de observación iniciales, priorizando aquellos sobre los que se implementó la infraestructura. Con la información obtenida se pueden analizar las siguientes variables y proponer o modificar objetivos:

- **Aumento en el número de viajes de movilidad activa:** Se recomienda plantear objetivos enfocados al incremento en el número de viajes, siempre y cuando sean realistas. El objetivo deberá ser coherente con las políticas de movilidad activa de la ciudad y el desarrollo de nueva infraestructura y facilidades. Por ejemplo, se pretende extender la red de infraestructura ciclista a 50 km en la ciudad en dos años y con ello aumentar los viajes en vehículos de micromovilidad al 5 %. Se debe notar que el aumento en el número de viajes no es exponencial, puede variar e incluso mantenerse año con año. El cambio en el uso modal se podrá notar a largo plazo²⁶ y en la medida en que la red se vaya extendiendo a otras zonas de la ciudad.
- **Incremento en el uso de vehículos de micromovilidad por parte de las mujeres:** Es común que los viajes en este tipo de movilidad sean realizados en mayor número por parte de hombres. Por ejemplo, con base en los aforos realizados en el Macrodistricho Sur, solo 11.3 % de los viajes son realizados por mujeres. El planteamiento del objetivo

²⁵ Se adjuntan formatos de apoyo en:  Anexo 7. Formatos de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV)

²⁶ Para determinar un cambio modal es necesario realizar una correlación entre la elección del modo de transporte, los kilómetros recorridos y la frecuencia de uso lo cual se aprecia mejor en el largo plazo (Cruz I. y García E., 2021)

deberá tener como meta aumentar el número de viajes de mujeres como parte de las políticas encaminadas a la perspectiva de género. Para ello se deberá procurar el desarrollo de infraestructura para la micromovilidad segura, es decir, infraestructura segregada²⁷, que contemple múltiples rutas para cubrir viajes de cuidado²⁸.

- **Incremento de viajes por parte de infantes y personas mayores:** Si se genera un aumento de viajes de infantes y personas mayores, también significa que la infraestructura es segura y cómoda. Por ello, se recomienda fijar objetivos encaminados a brindar estas características que permitan tener una mayor cantidad de personas usuarias de estos grupos etarios.
- **Monitoreo en el uso de movilidad activa eléctrica:** El uso de nuevos vehículos y tecnologías de movilidad activa trae consigo nuevas necesidades, por ejemplo, espacios de estacionamiento específicos para los distintos vehículos, e incluso espacios para la recarga de algunos. Proporcionar facilidades para esta movilidad ayudarán a incrementar el número de viajes por las características orográficas de la ciudad de La Paz.
- **Uso de accesorios como casco, elementos reflectores o luces:** El uso de casco es obligatorio según el artículo 19 del Reglamento Municipal del Transporte No Motorizado. Sin embargo, los resultados de los aforos evidencian que solo el 39 % de las personas ciclistas usan accesorios y de la misma muestra, solo el 33 % de ellas usan casco. Esto evidencia la necesidad de modificar el reglamento mencionado ya que su obligatoriedad puede desincentivar el uso de la bicicleta como medio de transporte. Esto es mencionado por Theo Zeegers, quien estudió el caso de países como Australia, en los que se impusieron leyes sobre el uso del casco en 1991²⁹. Los beneficios de andar en bicicleta son mayores a los riesgos en una proporción de 20:1 según Zeegers. Obligar el uso del casco puede percibirse como que la bicicleta es un vehículo de riesgo, por lo tanto, inhibe a los nuevos ciclistas.
- **Viajes con acompañantes:** Si se identifica que se están llevando acompañantes en los vehículos ciclistas (individuales), significa que existe una necesidad de proveer vehículos activos que permitan realizar movilidad del cuidado. Este indicador puede tomarse en cuenta a la hora de elegir los vehículos que se ofertarán en el sistema de bicicletas públicas. Además, el monitoreo del uso de la infraestructura ciclista por parte de personas que usan carritos de bebé o sillas de ruedas, denotan la necesidad de mejorar la infraestructura peatonal, sea a través de su ampliación o aplicación de criterios de diseño universal a las aceras. Los viajes en vehículos de micromovilidad pueden ser seguros siempre y cuando la infraestructura existente ofrezca las condiciones de seguridad idóneas para personas usuarias que utilicen diferentes tipos de vehículos, edades y capacidades.

²⁷ Survey: Women More Likely to Prefer Separated Bike Infrastructure. Shmitt A. (2018) Consúltense en: <https://usa.streetsblog.org/2018/09/11/survey-women-more-likely-to-prefer-separated-bike-infrastructure/>

²⁸ Actividades realizadas por personas adultas relacionadas con el cuidado de menores y personas dependientes, así como del cuidado del hogar. Inés Sánchez de Madariaga (2020). Consúltense en: <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/78364/49168>

²⁹ ¿Es el uso del casco mera cuestión estética? Bicitekas (2021). Consúltense en <https://bicitekas.org/blog/%C2%BFes-el-uso-del-casco-una-mera-cuesti%C3%B3n-de-est%C3%A9tica>

2. Evaluación mediante inspecciones en sitio

Esta evaluación tiene como propósito identificar el estado de la infraestructura y las necesidades (áreas o puntos) de mejora a los aspectos físicos de la infraestructura. La matriz generada por el equipo consultor, está basada en los 5 principios de la red de infraestructura ciclista, permitiendo tener un punto de partida legible para realizar la evaluación: **segura, directa, coherente, atractiva y cómoda**³⁰.

Para la evaluación en sitio es necesario realizar recorridos en campo y hacer uso de la matriz de evaluación³¹ basada en los cinco criterios mencionados. En caso de contar con diferentes configuraciones (ciclovía segregada, ciclocarril o carril compartido) se deberá realizar una evaluación por cada una, así como por cada vía en la que se haya intervenido. Esto permitirá priorizar el mantenimiento por tramo. Se recomienda que esta evaluación se implemente anualmente, como mecanismo de monitoreo para dar mantenimiento a la infraestructura.

Algunas recomendaciones para realizar la evaluación:


- Seleccionar el formato³² apropiado acorde a la tipología de infraestructura a evaluar e imprimirlo o contar con una versión en digital del mismo para su llenado en campo.
- Extender la invitación a miembros de la sociedad civil interesada, academia o personas que transitan regularmente por la zona en vehículos de micromovilidad o cuenten con conocimiento en la micromovilidad para garantizar la transparencia de los resultados obtenidos.
- Considerar las herramientas necesarias para el ejercicio como odómetro o flexómetro, tablas de registro, bolígrafo, gorras para protegerse del sol y cascos, entre otros.
- Realizar el recorrido en la totalidad del tramo a evaluar haciendo uso de diversos vehículos de movilidad activa (bicicleta, bicicleta eléctrica, monopatín eléctrico, entre otros).
- Es importante considerar que algunos de los criterios a evaluar contemplan la operación de la infraestructura en horarios de penumbra y el alumbrado público, por ello, es recomendable realizar dos recorridos: uno diurno y otro nocturno.

Los indicadores recomendados son los siguientes:

- **Seguridad:** Este criterio se basa en los elementos físicos que son indispensables para la seguridad en la circulación de las personas usuarias. Se evalúa el tipo de confinamiento, el ancho para la circulación, la correcta disposición de la señalización, el alumbrado y la legibilidad en los cruces.
- **Dirección:** Este criterio contempla el diseño de la infraestructura para llegar de un punto a otro. Se evalúa el trazado de la ruta y los desvíos que pueda llegar a hacer por barreras naturales o artificiales.
- **Coherencia:** En este criterio se contempla la compatibilidad del diseño de la infraestructura ciclista y su entorno, así como su conexión con otra ciclo-infraestructura. Se evalúa que la tipología de la infraestructura sea adecuada a la vía o espacio donde se implementa o su conectividad a otra infraestructura.

³⁰ Manual del diseño para el tráfico de bicicletas (CROW, 2006)

³¹ Ver Anexo 7: [Matriz de evaluación de ciclo-infraestructura](#).

³² Se adjuntan formatos de apoyo para la evaluación en:  Anexo 7. Formatos de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV)

- **Atracción:** Considera los elementos del entorno que generan las condiciones apropiadas para los desplazamientos y que incentivan su uso, como condiciones del entorno (desolado o activo). Se evalúa la presencia de arbolado, luminarias, entre otras.
- **Comodidad:** Este criterio considera las condiciones que permiten realizar viajes confortables para las personas usuarias. Se evalúa el ancho de la infraestructura, el uso de dispositivos de confinamiento, la superficie de rodamiento, elementos de sombra, manejo de pendientes, obstáculos.

Imagen 43 y 44. Ejemplo de llenado de los formatos de evaluación de ciclo-infraestructura

Nombre de la calle: <i>Ricardo Sánchez Hurtado</i>			Fecha:	
Requisito	Aspecto	Indicador	Evaluación/Puntuación	Áreas de oportunidad destacadas en los aspectos evaluados
Segura	Tipo de confinamiento	- El confinamiento es con dispositivos de control de tránsito adecuados u área de estacionamiento (2) - El confinamiento es con otros dispositivos ligeros o no diseñados para cicloinfraestructura, por ejemplo, techos de resaca, balizas flexibles, cónos de goma, etc. (1) - No existen elementos para confinar, únicamente delimitación con pintura (0)	1	N/A
	Ancho para circulación	- El ancho de circulación es de 2 m o mayor (2) - El ancho de circulación está entre 1.5 m y 2 m (1) - El ancho de circulación es menor a 1.5 m (0)	1	EL ANCHO DE LA CICLOVÍA ES APROPIADO PERO ES DIFÍCIL EL MANEJO ENTRE CARRETERAS
	Señalización	- La ciclovía cuenta con señalización horizontal (línea raya continua, área de espera ciclista, cruce ciclista, señal (SOL O BAC) y vertical (ciclovía, prohibido circulación de motocicletas, prohibido estacionar, señal preventiva de ciclistas en calles transversales) a lo largo de todo el trayecto (2) - La ciclovía cuenta con señalización horizontal y vertical parcialmente (parte de alguna de las mencionadas en el ítem anterior) (1) - La ciclovía no cuenta con señalización horizontal y/o vertical (0)	1	NO SE CUENTA CON TODA LA SEÑALIZACIÓN RECOMENDADA
	Alumbrado	- La ciclovía cuenta con alumbrado en todo el trayecto (2) - Se identifica la falta de lámparas o luminarias en mal estado en algunas partes del trayecto (1) - La ciclovía carece de iluminación apropiada, predominan espacios con penumbra (0)	1	EXISTEN ALGUNAS ZONAS DE PENUMBRA POR LOS ÁRBOLES
	Intersecciones	- Están señalizados los cruces peatonales, ciclistas y áreas de espera ciclistas durante todo el trayecto y se realizaron adecuaciones a la geometría de las intersecciones, por ejemplo, modificaciones en radios de giro, cajas o chicarros en calles transversales, líneas peatonales, reducción de ancho de carriles (2) - Algunas intersecciones carecen de cruces peatonales o ciclistas, o no realizaron adecuaciones a los radios de giro u otras mencionadas en el ítem anterior (1) - Los cruces no son visibles para otros modos de transporte y propician condiciones inseguras para las personas usuarias (0)	1	N/A

Cómoda	Sección de la ciclovía	- La sección de la ciclovía es apropiada para subir/cruce arriba o descender/cruce abajo, así como tiene un ancho homogéneo durante todo el trayecto (2) - La sección de la ciclovía tiene un ancho homogéneo durante todo el trayecto (2) - La sección de la ciclovía es homogénea en la mayor parte de la trayectoria, pero tiene puntos críticos en los que el ancho de circulación se reduce y debe mejorarse (1) - La sección de la ciclovía se reduce constantemente a lo largo de su longitud (0)	1	
	Confinamiento	- La ciclovía cuenta con una franja de confinamiento entre 30 y 60 cm y los elementos están separados a una distancia de entre 1.80 y 2.20 m (2) - La ciclovía cuenta con una franja de confinamiento menor a 30 cm y los elementos están separados entre sí a menos de 1.80 m, o bien, a más de 2.20 m (1) - La ciclovía no considera un espacio para el confinamiento, solo delimitación con pintura (0)	1	
	Superficie de rodamiento	- La superficie de rodamiento de la ciclovía se encuentra en buen estado o se hicieron mejoras a la superficie (pavimentación, parches, aplicación de grava, cambio de repelente, etc.) (2) - La superficie de rodamiento de la ciclovía presenta baches, hundimientos, estancamientos de agua, cunetas desbordadas o repelente no apto para la circulación ciclista (0)	1	
Puntuación obtenida			71	
Puntuación máxima			27	

Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizado el llenado de los formatos (ver Anexo 7), se obtendrá el total y se verificará las áreas con menor puntaje.

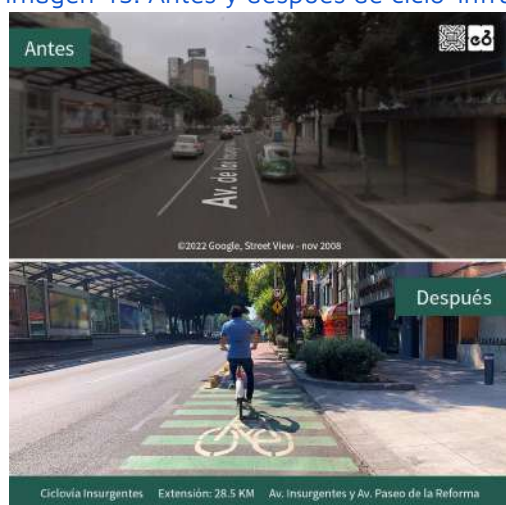
3. Evaluación mediante encuestas³³

Las encuestas nos permiten recopilar información valiosa del uso que se le otorga al espacio público y a la infraestructura implementada por parte de las personas usuarias. Con estos instrumentos es posible recabar información cualitativa referente a la satisfacción e impacto que tiene este tipo de infraestructura desde la visión de las personas usuarias, a través del uso de los siguientes indicadores:

- **Seguridad del transporte:** Permite identificar el nivel de percepción de seguridad que tienen las personas usuarias en los diferentes modos de transporte, la percepción de riesgo, la siniestralidad, la tendencia de uso de un modo de transporte a partir de su percepción de seguridad.
- **Accesibilidad:** Mide la disponibilidad y funcionamiento de los medios de transporte dispuestos y los elementos que conforman estos elementos³⁴. Evalúa la satisfacción del estado de la infraestructura, la cobertura de los diversos sistemas de transporte, la percepción y ubicación de espacios de parada, la cobertura de la red de infraestructura para cierto tipo de movilidad, entre otros.
- **Nivel de satisfacción de personas usuarias:** Contempla la aceptación o no del proyecto. Evalúa la tendencia de uso de la infraestructura implementada, frecuencia de uso, nivel de confort, entre otras.
- **Impacto en negocios:** Contempla el impacto de la infraestructura implementada en los negocios. Es posible evaluar la permanencia de los negocios, el giro que predomina, el aumento o disminución de ventas, entre otros.

Finalmente, aunque no es un método de evaluación, el registro fotográfico de las intervenciones en etapa previa a la implementación y después de ella, permitirá vislumbrar las mejoras en el espacio público así como los cambios en el comportamiento de las personas usuarias de la vía pública. Es deseable que en cada calle a intervenir se registre el “antes y el después” para comunicar la transformación a la población de una manera sencilla. Este registro permite muchas veces identificar el número de carriles habilitados o usados para la circulación vehicular y cómo la nueva infraestructura aporta o no afecta, sino que mejora las condiciones tanto de movilidad como de calidad de la vía.

Imagen 45. Antes y después de ciclo-infraestructura en Av. Insurgentes



Fuente: Ecobici Ciudad de México, 2021.

³³ Ver ejemplo en Anexo 3.

³⁴ Índice de Movilidad Urbana (IMCO, 2019).

6. Estimación de áreas de carga y descarga

Para esta metodología, se considera como entrega a todo movimiento de carga y descarga que sirva para abastecer a un comercio, equipamiento o para entregar mercancías a un distribuidor. De acuerdo con la Guía técnica extendida para bahías de carga y descarga (GIZ-Ricardo, 2022), las estimaciones para conocer cuántos espacios se requieren para hacer estas actividades pueden hacerse de distintas formas, entre las que destacan:

- Teórica, en función a parámetros definidos en otras ciudades
- Aplicación de conteos, en este caso el procedimiento recaba las necesidades reales en campo

Para el caso de la ciudad de La Paz, se recomienda aplicar la última, ya que es un proceso que integra directamente a los comerciantes al proyecto y se toman en cuenta sus necesidades. Esto fortalece las alianzas con estos grupos y se aligeran las posibles tensiones que existan a la hora de intervenir el espacio público.

1. Análisis del contexto y mapeo de espacios por aforar

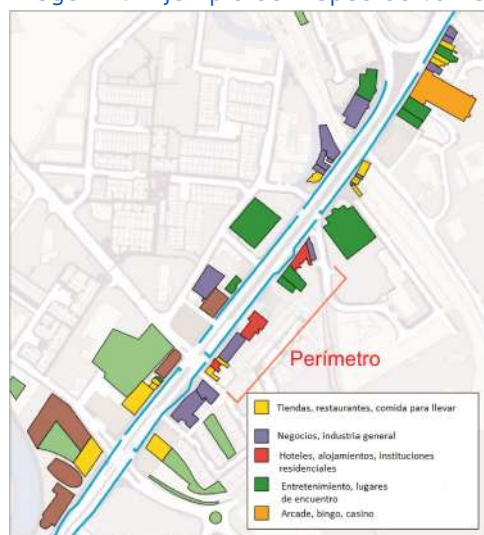
Se recomienda preparar un mapa o croquis en donde se indiquen los perímetros en los que se hará el conteo y se marquen los comercios o equipamientos que se tomarán en cuenta.

Se deberá contar por lo menos con su ubicación, giro y horarios de operación, tanto en plano como en cuadros. Para ello se puede tomar como base:

- Usos de suelo
- Planos de lotificación
- Mapas georeferenciados
- Bases de registros hechas por otras dependencias

En caso de que no se tenga el levantamiento se deberá hacer directamente en campo. Una vez mapeados los espacios, se les puede asignar una clave para facilitar su identificación.

Imagen 46. Ejemplo de mapeo de comercios



Fuente: Modificación de GIZ-Ricardo, 2022.

Para esta metodología se considera como un perímetro a los comercios existentes en una calle, es decir, entre dos esquinas. Esto favorece a que los resultados de los análisis sean específicos para cada tramo.

2. Definición de jornadas de conteo y personal participante

El conteo de entregas requiere que sea realizado en una semana completa (lunes a domingo) para determinar el número de entregas realizadas en este periodo y estimar las entregas máximas y mínimas. Para definir los horarios de conteo se sugiere aplicar una encuesta rápida a locatarios (ver [Metodología para la Aplicación de Encuestas](#)) para obtener:

- Número tentativo de entregas, por día y por semana
- Horarios en los que se realizan la primera y última entrega
- Horas punta de mayor volumen de entregas

Esta información permitirá contar con rangos estimados de inicio y término de actividades de aforo por jornada.

3. Definición del personal participante y capacitación


En caso que la actividad la aplique personal del municipio o personas voluntarias, se sugiere asignar a una persona por tramo de calle. Cuando se trate de calles con extensiones muy largas, se sugiere sumar a una persona adicional, de manera que su rango de visión le permita aplicar el ejercicio con claridad.

- Se sugiere que los períodos de aforo consideren:
 - Turnos de 8 horas por persona cuando participa personal del municipio
 - Turnos de 2 a 4 horas por persona cuando hay participantes voluntarios
- Debido a que el periodo de conteo puede abarcar horarios en la madrugada, se recomienda buscar el apoyo de la academia y grupos de la sociedad civil para contar con más personal. En estos casos se sugiere contar con apoyo de personal de seguridad ciudadana.

De no contar con los recursos o personal para hacer la actividad, es viable que se proporcionen los formatos de conteo a personal de cada local para llevar el registro. Es probable que se omita el registro de algunas entregas. Se sugiere revisar y simplificar el formato³⁵ para favorecer la disposición de los locatarios para realizar el conteo.

Una vez definido el número de personas requeridas, se les deberá capacitar en los siguientes rubros:

- Logística y asignación de responsabilidades
- Llenado del formato de aforo. Principalmente en la diferenciación de los tipos de vehículos por aforar.
- Uso de dispositivos de apoyo (en caso de tenerlos)
- Uso de equipo de protección (chaleco, gorra, bloqueador)
- Solución de dudas a personas usuarias de las vías y mitigación de conflictos

³⁵ Ver formato de ejemplo en:  Anexo 7. Formatos de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV)

4. Consideraciones generales durante la aplicación del ejercicio

Se recomienda integrar en el formato³⁶ una guía visual de los tipos de vehículos que se buscan contabilizar.

Imagen 47. Guía visual de vehículos para entregas

Tipos de vehículos							
Carro de carga (1)	Auto** (2)	Furgoneta (3)	Mini camión ligero (4)	Camión ligero (5)	Camión utilitario (6)	Tractocamión articulado (7)	Otros
							
1.5 m	4 - 5 m	5 - 7 m	Hasta 5 m	5 - 10 m	12.5 - 14 m	18.5 - 23 m	

Fuente: Elaboración propia.

El formato tiene un apartado para estimar la duración de cada entrega, con base en las horas de llegada y salida. Se recomienda hacer esta operación en gabinete, al concluir el ejercicio o en los momentos en los que no se detecten entregas. La columna "Comercio abastecido" puede ser llenada utilizando alguna clave propuesta dentro de este proyecto, el número de lote asignado o por el nombre del comercio.

5. Sistematización y análisis de información

Se recomienda capturar la información obtenida en hojas de cálculo que permitan agrupar los datos por perímetro. Por ejemplo: Calle 21, entre Montenegro y Pancara. De esta forma la estimación de espacios de carga y descarga responderá a un perímetro específico.

Cuadro 17. Estimación del número de entregas

Clave	Local	Total de entregas diarias mínimas (A)	Total de entregas diarias máximas (B)	Entregas semanales en hora pico (A')	Entregas semanales totales (B')
a1	Carnicería	2	5	8	15
a2	Tienda de abarrotes	1	4	7	12
a3	Restaurante	4	6	10	18
a4	Panadería	1	3	4	10
Total		8	18	29	55

Fuente: Adaptación de la Guía técnica extendida para bahías de carga y descarga (GIZ-Ricardo, 2022).

La estimación de áreas para maniobras de carga y descarga considera un número máximo y mínimo de espacios que eviten que varios vehículos coincidan durante los periodos de entrega de los periodos punta (entendiéndose como periodo punta como el rango de tiempo con mayor número de entregas). El tiempo permitido de operación puede estimarse a partir del promedio de duración de cada entrega registrada en los formatos de campo e incluso reducirse en caso de que se requiera dar más agilidad a las actividades³⁷.

³⁶ Ver formato de ejemplo en: [Anexo 7. Formatos de Monitoreo, Reporte y Verificación \(MRV\)](#)

³⁷ Se adjuntan fórmulas para la estimación en formato de apoyo ubicado en: [Anexo 7. Formatos de Monitoreo, Reporte y Verificación \(MRV\)](#)

Cuadro 18. Estimación del número de espacios requeridos

Estimación	Fórmula	Sustitución	Resultado ejemplo
% de entregas en periodo punta (C)	$C = (\sum A' \times 100) / \sum B'$	$C = (29 \times 100) / 55$	$0.53 = 53 \%$
Duración mínima del periodo punta (D)	No aplica	No aplica	180 min
Operaciones en periodo punta (mínimo) (E)	$E = \sum A \times C$	$E = 8 \times 0.53$	4.2
Operaciones en periodo punta (máximo) (F)	$F = \sum B \times C$	$E = 8 \times 0.53$	9.5
Tiempo permitido de operación (G)	No aplica	No aplica	30 min
Ocupación en periodo punta (mínimo) (H)	$H = E \times G$	$H = 4.2 \times 30$	126 min
Ocupación en periodo punta (máximo) (I)	$I = F \times G$	$I = 9.5 \times 30$	285 min
Espacios necesarios (mínimo) (J)	$J = H / D$	$J = 126 / 180$	0.7 espacios
Espacios necesarios (máximo) (K)	$K = I / D$	$K = 285 / 180$	1.58 espacios

Fuente: Adaptación de la Guía técnica extendida para bahías de carga y descarga (GIZ-Ricardo. 2022).

Se recomienda que las áreas de carga y descarga se ubiquen, en la medida de lo posible, a una distancia máxima de 50 m de los comercios a servir (GIZ-Ricardo. 2022).

6. Usos y aplicación de los hallazgos

Como arrojó el caso de la estimación anterior, el perímetro requiere de máximo dos espacios para maniobras de carga y descarga. El resto de la información levantada permitirá hacer ajustes al diseño de los espacios, considerando también la habitabilidad, forma y función de las calles. Los datos hallados tendrán la siguiente utilidad:

- Tipo de vehículo: permite proponer dimensiones de los cajones de estacionamiento
- Apertura de puertas, número de operarios y dispositivos de apoyo: permite considerar espacio adicional en las dimensiones de los cajones para proporcionar confort y seguridad durante las actividades
- Horas de actividades, lugar de aparcamiento: funcionan como datos para el ordenamiento de la vía y gestión en el territorio con todas las personas.

7. Implementación de pruebas piloto

1. Definir objetivo

Una prueba piloto es una acción a escala local, de bajo costo y alto impacto, que busca experimentar con las dinámicas de la calle, modificando su distribución y facilitando su ocupación por personas que normalmente no hacen uso de dicho espacio. Al ser un ejercicio de co-creación, permite que se socialice el proyecto, se evalúe y se demuestre que el diseño propuesto es el adecuado para convertirse en permanente.

Puede tener objetivos específicos en diferentes áreas, tales como:

- Diseño: observar movimientos y dinámicas entre vehículos, registrar dimensiones de vehículos y evaluar distintas configuraciones en campo.
- Gestión en el territorio: poner en marcha los mecanismos de coordinación, consultar la aceptación del proyecto con la población, socializarlo o aplicar encuestas.
- Monitoreo: aplicar conteos y registrar velocidades.

En general, una prueba piloto permite tomar decisiones haciendo eficiente el uso de recursos, ya que permite ajustar la propuesta final a las necesidades observadas y evaluadas durante el ejercicio.

2. Definir alcances y propuesta de prueba

Una vez definidos los objetivos del ejercicio, se recomienda representar en un plano las acciones que se llevarán a cabo durante la prueba y los espacios por intervenir:

- Demarcación de espacios seguros para ciclistas y peatones contemplando la sensibilización a través de un cartel o tótem informativo
- Delimitación de ciclovía con conos o con pintura
- Reconfiguración de la geometría de la calle y del espacio destinado para la parada de autobús

Es importante analizar si se requiere de algún permiso de otras instancias de gobierno. En caso de que se requiera, gestionar y proporcionar una copia de dicha autorización a la persona coordinadora.

Imagen 48. Ejemplo de definición del área a intervenir



Fuente: Municipio de San Pedro Garza García, 2022.

3. Realizar inventario de materiales existentes

Como se mencionó, se busca que una prueba piloto tenga un bajo costo, por lo que se sugiere revisar la disponibilidad de materiales con los que se cuente y en la medida de lo posible evitar adquirir nuevos.

Es recomendable que el inventario se realice en coordinación con otros grupos, áreas o dependencias del gobierno, ya que todos pueden hacer aportaciones y facilitar la implementación, e incluso, la extensión de la prueba.

Cuadro 19: Ejemplo de inventario de materiales existentes

Elemento	Unidad	Cantidad	Dependencia	Observaciones
Conos de 60 cm de alto	Pza	60	Movilidad	—
	Pza	30	Tránsito	Se requiere vehículo para pasar a recogerlos
Barrera peatonal metálica de 1.8 x 1.5 m	Pza	10	Movilidad	—
Delineadores de 90 cm de alto	Pza	15	Tránsito	Se requiere vehículo para pasar a recogerlos
Rollo de cinta amarilla	m	10	Movilidad	—
Escobas	Pza	6	Movilidad	—
Bicicletas	Pza	2	Movilidad	Para realizar recorridos en la prueba
Chalecos reflejantes	Pza	6	Movilidad	—
	Pza	15	Tránsito	—
Cuadros de madera para registro de datos	Pza	2	Movilidad	—
Cartel informativo	Pza	2	Comunicación	Requieren medidas para mandar a producción
Stickers	Pza	500	Comunicación	—

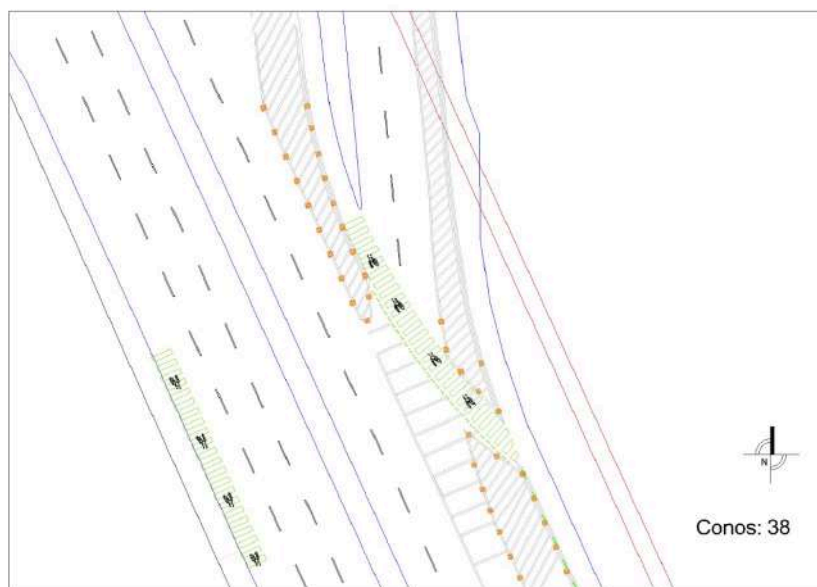
Fuente: Elaboración propia

De requerir algún recurso adicional, que sea indispensable para la ejecución de la prueba y con miras a maximizar el alcance y los resultados, se recomienda generar alianzas para gestionar recursos adicionales, así como apoyo y acompañamiento durante la implementación. Se recomienda solicitar apoyo de las colectivas ciclistas y otros grupos o personas aliadas como la academia o la iniciativa privada. También, debe evaluarse la posibilidad de utilizar materiales ecológicos y reutilizables para realizar la intervención.

4. Trazado de la propuesta

Para generar esta propuesta es indispensable contar con el inventario ya que con ello se determinará el alcance real que podrá tener la prueba o se podrán realizar ajustes para alcanzar el objetivo del ejercicio con los materiales disponibles. Se deberán dar detalles de las zonas a intervenir, dimensiones y disposición de los dispositivos a colocar en campo. Si la actividad requiere realizar una capacitación previa, también debe indicarse donde será el lugar.

Imagen 49. Ejemplo de definición del espacio y materiales a utilizar.



Fuente: Elaboración propia.

5. Definir periodo de tiempo del ejercicio

Esta estimación dependerá de los objetivos del ejercicio, ya que algunos pueden alcanzarse en pocas horas y otros requerirán de más tiempo, por ejemplo:

- Periodos de tres a cuatro horas: observación de movimientos con ajustes a geometrías, marcaje de un espacio emergente, aplicación de aforos y encuestas rápidas.
- Periodos de un día: observación de dinámicas en la vía bajo distintos escenarios, socialización de la intervención.
- Periodos de dos a tres meses: observación de cambios de dinámicas de las personas usuarias de las vías, percepciones, aplicación de aforos comparativos (uso de la infraestructura antes y después de la implementación).

En general, se recomienda que las pruebas cortas se realicen entre martes y jueves en un horario por la mañana y mantenerlo durante el día en horas pico para efectos de la evaluación.

Cuando se trate de pruebas más largas, es recomendable que el nuevo espacio opere las 24 h del día, sin remover materiales. En los casos en los que se busca observar cambios en las dinámicas de las personas es cuando se requiere que duren varias semanas. Se sugiere realizar un cronograma de actividades con fechas, en donde se incluya la planeación y la ejecución de cada uno de los puntos mencionados anteriormente.

Es importante considerar algunas cuestiones meteorológicas para la elección de horario de la intervención y la seguridad de las personas participantes. Por ejemplo, considerar la hidratación y sombra, así como recomendar el uso de ropa adecuada, sombreros y/o protector solar.

Se recomienda comunicar a las comunidades vecinales, organizaciones civiles y artistas locales³⁸ sobre la intervención. Un error frecuente es realizar estas intervenciones sin el involucramiento de la comunidad, sin un proceso inclusivo y sin un seguimiento posterior a la intervención. Considerar la oportunidad de aprovechar la intervención para informar sobre los beneficios para personas de diferentes grupos prioritarios y la importancia de que la intervención se implemente de manera permanente. Esto además permite mitigar posibles reacciones negativas para el momento de la intervención definitiva.

6. Definición de indicadores de evaluación

Como se ha mencionado, el objetivo de la prueba es identificar cambios en las dinámicas del espacio. Para ello se requiere generar indicadores que faciliten tener datos para posteriores tomas de decisiones, por ejemplo:

- Tiempos de cruce peatonal
- Duración de fases semafóricas
- Cantidad de peatones, ciclistas, vehículos motorizados³⁹
- Usos del espacio habilitado
- Tiempos de permanencia (en caso de que se implementen áreas de descanso)
- Reacción de la población (cuando se realiza con enfoque de gestión territorial)⁴⁰

Es recomendable generar formatos de observación para registrar esta información.


7. Designar y capacitar al personal participante

Es indispensable que personal del municipio participe en la actividad. Se sugiere contar con la asistencia de diversas áreas no solo para contar con más personal, sino también para que evalúen la prueba desde sus áreas de conocimiento, pudiendo participar:

- Dirección de Movilidad
- Guardia Municipal
- Tránsito
- Participación Ciudadana
- Comunicación Social
- Obras públicas
- Medio Ambiente

Se sugiere apoyarse en grupos y personas que han mostrado interés por el proyecto para fortalecer alianzas y en conjunto invitar a todas las personas usuarias a participar,

³⁸ Se recomienda invitar a artistas locales en intervenciones piloto y de urbanismo táctico, lo cual permite intervenir espacios de forma artística y/o participativa por medio de estos y de personas interesadas (vecinos y agrupaciones civiles) mejorando la apropiación de la intervención por parte de la ciudadanía.

³⁹ Ver ejemplos de formatos de conteos peatonales, de micromovilidad y vehiculares en:  Anexo 7. Formatos de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) .

⁴⁰ Se recomienda retomar las preguntas contenidas en el Anexo 3.

principalmente aquellas que son vecinas directas de los puntos seleccionados para la intervención. La convocatoria hacia estos grupos debe hacerse con tiempo suficiente para garantizar su participación. Para esto, se puede hacer un cartel invitación con información de la actividad, objetivo, lugar, fecha y hora.

La cantidad de personas requeridas para la actividad es variable ya que depende del objetivo de la prueba, extensión y la convocatoria alcanzada.

Una vez convocadas las personas, se les debe asignar roles y responsabilidades, asegurando que cada persona conozca su función dentro de la actividad. Usualmente los roles incluyen a una persona coordinadora, al menos dos responsables de la logística, limpieza y preparación del sitio, equipo de acción en calle y a personas responsables de documentar la intervención.

Para esta designación se sugiere llevar a cabo una mesa de trabajo donde se definan las responsabilidades y se incluyan los siguientes aspectos:

- Logística de la actividad y repaso de responsabilidades
- Levantamiento de los indicadores de evaluación
- Uso de dispositivos de apoyo (en caso de tenerlos)
- Uso de equipo de protección (chaleco, gorra, bloqueador)
- Solución de dudas a personas usuarias de las vías y mitigación de conflictos

Cuadro 20: Ejemplo de cuadro para la asignación de responsabilidades

Nombre/s	Área organización	Rol o responsabilidad
Laura Nuno	Movilidad	Coordinadora general
Juan Antonio	Comunicación social	Preparación de insumos gráficos y de comunicación (convocatoria, carteles informativos, etc.)
Juan Antonio	Comunicación social	Convocatoria: invitación a participar
Guadalupe	Movilidad	Compra y gestión de materiales
Alan	Servicios Públicos	Limpieza del sitio
Enrique	Tránsito	Ordenamiento del tránsito durante la intervención
Laura Guadalupe	Movilidad	Colocación de conos o delimitadores
Eloisa Mario Ángela	Sociedad civil	Encargadas de pintar cruces seguros

Fuente: Elaboración propia.

De ser necesario se recomienda generar fichas de la prueba piloto⁴¹, que faciliten la toma de datos y de un resumen de la intervención (ver Anexo 5 y 6).

⁴¹ Ejemplos disponibles en los Anexos 4 y 5.

8. Implementación de la prueba

- Programar el arribo de los materiales con anticipación y considerar al menos 1 hora para el emplazamiento de los dispositivos (dependiendo de la extensión).
- Limpiar y preparar el entorno, trazar la zona y el diseño, pintar y/o instalar los elementos de confinamiento o reductores de velocidad.
- Registrar la actividad con fotografías y video. Para esto, se sugiere buscar un sitio que permita tomar una fotografía desde las alturas, puede ser desde un balcón, azotea o utilizando un dron.
- Analizar si el nuevo diseño es funcional y compatible con la dinámica de la zona, si las personas usuarias ven beneficios, identificar la resistencia y la apropiación comunitaria de la intervención, para esto es importante llevar impresas los formatos de evaluación o corroborar que pueden acceder a ellos fácilmente de forma digital.
- Se sugiere realizar una encuesta para monitorear la aceptación de la intervención e identificar si tiene áreas de mejora de acuerdo con las personas usuarias, y así recoger sus inquietudes. Para ello es deseable que una persona se encargue de recoger el contacto de estas personas.

9. Evaluación de la prueba

- Sistematizar los resultados de forma gráfica, sencilla y clara, de manera que se facilite compartir los hallazgos y utilizarlos en actividades de socialización.
- Organizar una reunión de trabajo con las personas participantes para recopilar las diversas percepciones y registrarlas, pues esto sustentará la toma de decisiones. Es clave escuchar y tomar en cuenta todas las voces participantes y no centrarse en la opinión de un solo grupo.
- Dentro de esta sesión, incluir un espacio para recopilar recomendaciones sobre cómo mejorar el ejercicio, quizá en los tiempos, definición de roles, o simplificación de pasos para futuros ejercicios.

8. Calculadora de co-beneficios

La calculadora de cobeneficios es una adaptación de la Calculadora de cobeneficios RE-ACTIVA.MX desarrollada para México por el equipo consultor. Dicha calculadora, se desarrolló a través del siguiente proceso (Bikencity, 2021):

1. **Investigación de los co-beneficios de la movilidad activa.** Se recopiló y analizó información documental de fuentes académicas y literatura gris para identificar impactos positivos de la movilidad activa en distintos contextos en materia de salud física y mental, medio ambiente, y economía.
2. **Análisis de herramientas.** Se realizó una segunda investigación para determinar la existencia de metodologías o herramientas que realizan la medición de los beneficios identificados, así como sus características. Se identificaron ocho calculadoras de instituciones públicas, internacionales y organizaciones de la sociedad civil.
3. **Definición de información.** Se identificó la información estadística disponible a nivel municipal en materia de movilidad, salud, medio ambiente y economía (considerando los ámbitos en los que se tiene registro de los beneficios de la movilidad activa). A partir de la información existente se determinaron los tipos de impactos que podrían ser medidos para el caso de México y, por lo tanto, reportados por la Calculadora de Co-beneficios (salud, medio ambiente y seguridad vial). Se definieron los elementos metodológicos (parámetros y supuestos) que podrían retomarse y adaptarse al contexto. Asimismo, se identificaron variables, parámetros y supuestos que podrían incorporarse a la Calculadora de Co-beneficios y que no habían sido considerados por las calculadoras existentes.
4. **Comité de personas expertas.** Se discutió con un grupo asesor integrado por representantes de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría de Salud, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, y la Universidad Autónoma de México, quienes emitieron recomendaciones y opiniones a la metodología propuesta.
5. **Análisis de sensibilidad paramétrica.** Se hizo un ejercicio de análisis de sensibilidad para ajustar los parámetros a distintos valores y considerar su variabilidad en los impactos. De esto se concluyó que las variaciones en los parámetros no alteran significativamente los resultados y se determinó que la Calculadora brindaría un rango de beneficios y no un número absoluto.

Para la ciudad de La Paz, se realizó una adaptación a la calculadora. Se solicitó un listado de información a la municipalidad, y con base en los datos disponibles y proporcionados, el equipo consultor realizó la adaptación. Esta adaptación permite conocer los beneficios derivados de construir infraestructura ciclista, cuantifica y monetiza tres tipos de impactos: salud, medio ambiente y seguridad vial.

La calculadora parte del supuesto que la nueva infraestructura, de acuerdo con lo observado en la literatura, atraerá a nuevos ciclistas provenientes de medios de transporte más contaminantes, como el automóvil privado o el transporte público (Muller et al. 2018). El cambio modal implica que algunas personas incrementan su actividad física, con lo cual se generan beneficios a la salud, y se disminuyen las emisiones provenientes del transporte privado y público respecto al status quo. Esto genera impactos sociales positivos en términos de muertes prematuras evitadas y emisiones evitadas. Sin embargo, al incrementar la cantidad de personas ciclistas en la vía pública, se podrían causar muertes prematuras en términos

absolutos, aunque disminuyan en términos relativos (Geyer et al. 2005; Robinson, 2005; Jacobsen et al. 2015) en cuanto a las muertes prematuras causadas. Cada uno de estos impactos es monetizado en la calculadora.

En el caso de la ciudad de La Paz, se brindó un listado de la información y con base en la información recibida por la municipalidad, se realizó la adaptación de la calculadora al contexto de Bolivia. Para este instrumento se deberá tomar en cuenta la siguiente terminología:

- **Valor estadístico de una vida:** Medida estadística utilizada para monetizar las reducciones de la tasa de mortalidad de una población en particular.
- **Costo de una tonelada de CO₂e emitida:** Muestra el costo social en términos monetarios de emitir una tonelada de CO₂e.
- **Muertes ciclistas por cada mil millones de kilómetros viajados en bicicleta:** Consiste en una estimación de la cantidad de muertes de personas ciclistas por cada mil millones de kilómetros viajados en bicicleta.
- **Personas atraídas por cada km de infraestructura ciclista:** Incremento de ciclistas generado por el incremento de ciclovías confinadas.
- **Personas atraídas por cada km de infraestructura peatonal:** Incremento de personas a pie generado por el incremento de banquetas construidas.

En el Anexo 10 se incluye el Excel formulado con la calculadora. Este contiene las siguientes hojas:

- **Resumen:** Esta hoja incluye las instrucciones para realizar los cálculos, la situación actual de la ciudad (status quo), solicita la información del proyecto que se evalúa, los parámetros con los que se realizan los cálculos de manera sintetizada y el resultado del cálculo.
- **Modificaciones:** En esta hoja se muestran las instrucciones para realizar modificaciones en la calculadora, sea agregar otra ciudad, modificar el reparto modal, y los supuestos con los que trabaja la calculadora.
- **Parámetros y supuestos:** Se muestran los parámetros y supuestos con los que trabaja la calculadora, así como las referencias de cada uno.
- **Base de datos:** Se incluyen los datos necesarios para los cálculos que se procesan en las fórmulas.
- **Listas:** Se incluyen las listas de la información que utiliza listas desplegables en el archivo. Esta hoja no es relevante.

Nota: El archivo se encuentra protegido para que las fórmulas no sean modificadas por equivocación. De cualquier forma, la clave de desprotección es: bikencity.

A continuación se enlistan las fórmulas utilizadas para la construcción de la calculadora:

- **Tasa de mortalidad por todas las causas por cada 100 mil habitantes** (Kahlmeier et al, 2017): $\text{=(Defunciones totales / población total) * 100 000}$
- **Tasa de mortalidad por siniestros de tránsito por cada 100 mil habitantes** (Jacobsen et al, 2015): $\text{=(Defunciones en siniestros de tránsito / población total) * 100 000}$
- **Tasa de mortalidad de personas ciclistas por siniestros de tránsito por cada 100 k habitantes** (Jacobsen et al, 2015): $\text{=(Defunciones de ciclistas en siniestros de tránsito / población total) * 100 000}$
- **Co₂e emitido por viajes en automóvil privado** (EPA, 2014): $\text{=((Cantidad de viajes realizados en automóvil en un día regular * días hábiles en un año * 2 * tiempo promedio de viaje * distancia promedio de viaje recorrida en automóvil) / 1 000 000) * 278}$.

- **Costo ambiental de toneladas de Co2e** (Ricke et al, 2018): = (Co2e emitido por viajes en automóvil privado * Costo de una tonelada emitida de CO2e)
- **Porcentaje de la población que cumple con las recomendaciones de actividad física de la OMS** (Kahlmeier et al. 2017): = (Población que realiza actividad física por caminata o bicicleta mayor a 30 minutos al día / total de la población que viaja)
- **Cantidad de personas atraídas por ciclovías** (Buehler y Pucher, 2012): =((((km construidos-1) /1) *100) * porcentaje de ciclistas atraídos por cada 10 % de incremento de ciclovías confinadas) / 100) *Cantidad de viajes ciclistas en la ciudad / (SUMA (viajes totales en la ciudad)) *100 000.

Resultados

Antes del inicio de la asistencia, el equipo consultor identificó que la Secretaría Municipal de Movilidad y Seguridad Ciudadana (SMMSC) del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz no contaba con datos cualitativos ni cuantitativos para la toma de decisiones en cuanto a la implementación de infraestructura ciclista, principalmente en el Macrodistrito Sur. Por ello durante la primera visita técnica, en reunión de trabajo se orientó al municipio en la definición de los puntos para aplicar aforos de micromovilidad y vehiculares, así como una encuesta. El equipo consultor revisó los formatos actuales, los cuales fueron adecuados entre ambos equipos y otros insumos fueron proporcionados para la aplicación del ejercicio. Se acordó la aplicación de los aforos como se describe en el siguiente cuadro.

Cuadro 21: Resumen de los datos obtenidos en aforos y encuestas

Instrumento	Características	Fechas y horarios de aplicación
Aforos vehiculares	<ul style="list-style-type: none"> • Número de puntos de aforo: 18 • Tipos de vehículos: vehículos ligeros, transporte público, vehículos de carga y motocicletas • Aplicados en jornadas de 14 horas durante 4 días en días de semana 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 puntos los días 5 y 13 de abril, de 7:30 a 10 h, de 10:30 a 17 h y de 17:30 a 21:30 h (5 puntos diferentes cada día) • 8 puntos el 4 y 5 de mayo, de 7:30 a 10 h, de 10:30 a 17 h y de 17:30 a 21:30 h
Aforos de micromovilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Número de puntos de aforo: 10 • Tipos de vehículos: bicicletas, monopatines, sillas de ruedas, carros para bebés y carros de carga • Aplicados en seis días diferentes en días de semana en jornadas de 7 horas por día • Aplicados en dos días domingo en jornadas de 14 horas 	<ul style="list-style-type: none"> • 21, 22 y 23 de marzo de 7:30 a 14:30 h • 22 y 28 de marzo y 20 de abril de 14:30 a 22:00 h • 25 de marzo y 2 de abril en horarios de 7:00 a 21:30 h
Aplicación de encuestas	<ul style="list-style-type: none"> • Número de encuestas: 1113 (399 aplicadas por encuestadores en campo y 714 respondidas vía online) 	<ul style="list-style-type: none"> • 6 de abril al 1 de mayo

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan los resultados del análisis realizado por el equipo consultor tanto de los aforos vehiculares y de micromovilidad, como de las encuestas aplicadas. También, se incluyen recomendaciones para diferentes aspectos de cada instrumento, con base en el análisis realizado.

1. Aforos vehiculares

Los aforos fueron aplicados en 18 puntos (ver Cuadro 21) por la Dirección de Planificación Integral de la Movilidad de la Secretaría de Movilidad y Seguridad Ciudadana, a través de la Unidad de Planificación del Transporte Integrado. Durante el análisis de los aforos, realizado por el equipo consultor, se aplicó una calibración utilizando el factor de conversión para cada tipo de vehículo establecidos en el Anexo 5 del Manual de Diseño de Calles para Ciudades Bolivianas (Cooperación Suiza en Bolivia, 2015), excepto a los realizados el 5 de mayo. Se detalla más sobre las razones en el apartado de recomendaciones.

Imagen 50: Aforos vehiculares



Fuente: Elaboración propia.

Para realizar un cálculo de nivel de servicio por caudal, el análisis en todos los casos retoma el criterio de capacidad por carril mencionado en el manual mencionado, en el que se considera que un carril permite la circulación de 800 a 1200 vehículos por hora.

Imagen 51: Referencia de capacidad vial por carril

Algunos datos sobre ingeniería de tráfico

Un carril de circulación en zona urbana, en condiciones de Bolivia, puede dejar pasar entre 800 y 1.200 vehículos por hora.

La hora pico representa entre 6 y 10% del tráfico diario. Y las horas pico son más agudas en las pequeñas ciudades que en las grandes.

Cuando hay más de 30 peatones por minuto y m^2 en una acera, los conflictos entre peatones se agudizan.

La velocidad comercial del transporte público en el medio urbano es generalmente de 10 a 12 km/h, por lo que alcanzar 18 km/h es un buen objetivo

La velocidad de un peatón en el medio urbano es de 3,5 km/h. La bicicleta se desplaza generalmente entre 10 y 15 km/h.

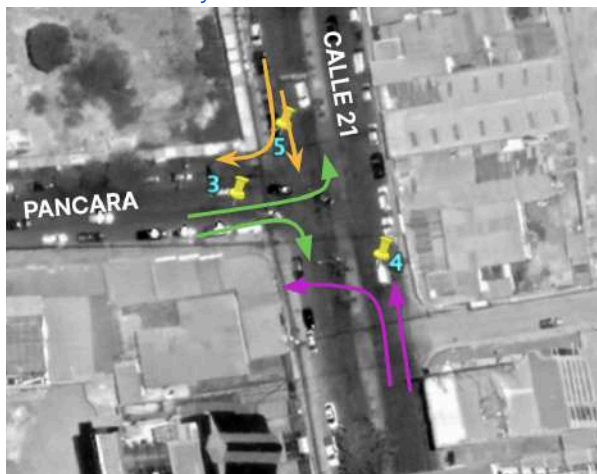
Fuente: Manual de Diseño de Calles para las Ciudades Bolivianas (Cooperación Suiza en Bolivia, 2015).

A continuación se describe el análisis realizado por cada punto de aforo vehicular⁴².

Calle 21 y Pancara (puntos de aforo 3, 4 y 5). Se analizaron los resultados de la intersección de Calle 21 y Pancara en la cual se hallaron 3 horarios pico con un promedio de 2043 vehículos:

- Hora pico matutina entre 8:00 y 9:00 horas con 2043.33 vehículos.
- Hora pico mediodía de 12:00 a 13:00 horas con 2042.50 vehículos.
- Hora pico vespertina de 15:15 a 16:15 horas con 2044.33 vehículos.

Imagen 52: Ubicación aforos en Calle 21 y Pancara



Fuente: Elaboración propia.

Se realizó el análisis de cada movimiento y se encontraron los siguientes valores de manera previa y posterior a la intersección respecto al número de vehículos en la Hora de Máxima Demanda (HMD):

Calle 21 (norte a sur)

Posición	HMD	Valor máximo
Previa a la intersección	810	820
Posterior a la intersección	813.83	814.8

Calle 21 (sur a norte)

Posición	HMD	Valor máximo
Previa a la intersección	796	934
Posterior a la intersección	780	848

Calle Pancara

Posición	HMD	Valor máximo
Salida hacia calle 21	438	521

⁴² En el Anexo 11 se comparten recomendaciones al diseño de calles tomando como base los hallazgos de estos aforos.

Los valores en la Calle 21 superan el umbral de los 800 vehículos/hora en ambos cuerpos de la calle, por lo que tener un solo carril de circulación es insuficiente para la demanda de circulación, llegando al límite operativo.

Avenida Ricardo Sánchez Bustamante (puntos de aforo 6, 7 y 8). El análisis del flujo vial sobre la Av. Bustamante, consideró tres puntos de aforo: (A) Bustamante esquina con Calle 13, (B) Calle 8 esquina con Bustamante y (C) Bustamante esquina con Calle 8.

Imagen 53: Ubicación de aforos en Av. Sánchez Bustamante e intersecciones



Fuente: Elaboración propia.

Avenida Ricardo Sánchez Bustamante - punto de aforo 6 (poniente a oriente)

Hora pico	HMD	Valor máximo
7:45 - 8:45	1141 vehículos	1270 vehículos
12:30 - 13:30	962 vehículos	1055 vehículos
18:15 - 19:15	1061 vehículos	1098 vehículos

El flujo total que transporta esta vía entre las calles 12 y 13, una vez calibrados los valores es de 1270 vehículos en la HMD (7:45 - 8:45).

(A) Bustamante esquina con Calle 13. Al analizar el aforo direccional, se identificó que 458 vehículos se incorporan a la Calle 13 en el periodo matutino, lo que destaca la relevancia del giro izquierda en esta vía. Mientras tanto, los vehículos que continúan sobre Bustamante con dirección a Calle 14, son 812 en la HMD.

(B) Calle 8 esquina con Bustamante. Este punto considera el flujo vial de Calle 8 para determinar el volumen de vehículos que circulan sobre la Avenida Ricardo Sánchez Bustamante hacia la Av. Arequipa. Para ello se sumaron los flujos B1+C1 y se identificó que entre Calle 8 y Av. Arequipa circulan 461 vehículos en su HMD (7:45 - 8:45).

(C) Bustamante esquina con Calle 8. Este punto considera el flujo vehicular de la intersección de Ricardo Sánchez Bustamante entre Calle 9 y Calle 8 con dirección a la Av. Arequipa. En este punto se tiene un volumen de hasta 547 vehículos en su HMD (7:30 - 8:30) que se considera como un volumen en el rango para desplazarse en un sólo carril y por ende un nivel de servicio óptimo.

Calle Julio Patiño y Calle 10 (puntos de aforo 1 y 2). Se analizaron los resultados de la intersección de Av. Julio Patiño con Calle 10, obteniendo los siguientes valores en HMD y considerando la cantidad máxima al aplicar los factores de conversión por tipo de vehículo del Manual de diseño de Calles para las ciudades Bolivianas (Cooperación Suiza en Bolivia, 2015).

Sentido poniente - oriente			Sentido oriente - poniente		
Hora pico	HMD	Valor máximo	Hora pico	HMD	Valor máximo
8:15 - 9:15	470 vehículos	477 vehículos	7:30 - 8:30	351 vehículos	365 vehículos
12:30 - 13:30	415 vehículos	409 vehículos	12:30 - 13:30	313 vehículos	311 vehículos
18:15 - 19:15	433 vehículos	425 vehículos	18:15 - 19:15	276 vehículos	294 vehículos

Se identificó que desde Calle 10, hasta 341 vehículos⁴³ dan vuelta a la derecha de 7:30 a 8:30 h hacia el sentido poniente de Julio Patiño, y desde Calle 10, hasta 197 vehículos⁴⁴ dan vuelta a la izquierda de 15:00 a 16:00 h hacia el sentido oriente de Av. Julio Patiño.

Imagen 54: Ubicación de aforos en Av. Julio Patiño e intersecciones



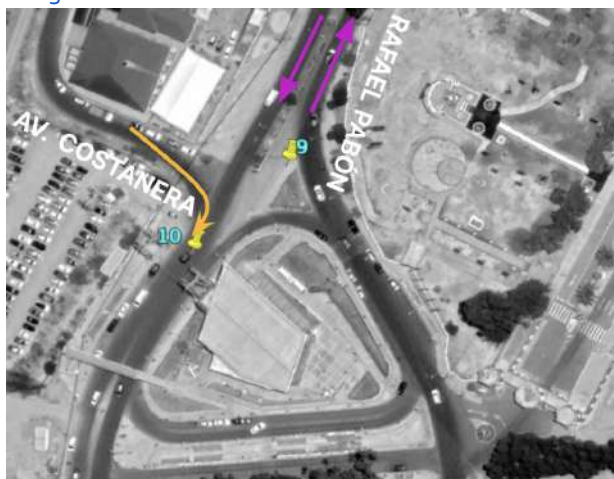
Fuente: Elaboración propia y Secretaría Municipal de Movilidad y Seguridad Ciudadana.

Rafael Pabón y Costanera (puntos de aforo 9 y 10). Este análisis consideró los movimientos antes y después de la intersección. Se obtuvieron los siguientes valores en HMD, considerando la cantidad máxima al aplicar los factores de conversión por tipo de vehículo del Manual de diseño de calles para las ciudades bolivianas (Cooperación Suiza en Bolivia, 2015).

⁴³ Capacidad vial máxima, considerando el ajuste a los valores en HMD y los factores de conversión por vehículo.

⁴⁴ Idem.

Imagen 55: Ubicación de aforos en Av. Rafael Pabón



Fuente: Elaboración propia.

Después de la intersección con Av. Costanera (sentido norte - sur)

Antes de la intersección con Av. Costanera (sentido norte - sur)

Hora pico	HMD	Valor máximo	Hora pico	HMD	Valor máximo
7:30 - 8:30	1452 vehículos	1478 vehículos	7:30 - 8:30	598 vehículos	611 vehículos
12:00 - 13:00	1007 vehículos	1030 vehículos	12:00 - 13:00	576 vehículos	583 vehículos
18:00 - 19:00	1014 vehículos	1042 vehículos	18:15 - 19:15	701 vehículos	711 vehículos

Av. Costanera

Hora pico	HMD	Valor máximo
7:30 - 8:30	854 vehículos	867 vehículos
12:00 - 13:00	431 vehículos	447 vehículos
18:15 - 19:15	323 vehículos	330 vehículos

Sentido sur - norte

Hora pico	HMD	Valor máximo
7:30 - 8:30	615 vehículos	627 vehículos
15:00 - 16:00	852 vehículos	873 vehículos
19:15 - 20:15	1389 vehículos	1397 vehículos

Esto indica que la mayor presencia de vehículos motorizados se da en la Av. Rafael Pabón, después de la intersección con Av. Costanera, en el horario de 7:30 a 8:30 horas en el sentido norte a sur, con un total de 1478 vehículos en todos sus carriles.

Calle 12 (puntos de aforo 13 y 14). Se analizaron dos puntos de aforo vehicular sobre Calle 12, esquina con Av. José Ballivián y en esquina con Calle Sánchez Bustamante: (C) ubicado antes de la intersección con Av. José Ballivián y (D) ubicado antes de la intersección con Sánchez Bustamante.

Imagen 55: Ubicación aforos en Calle 12



Fuente: Secretaría Municipal de Movilidad y Seguridad Ciudadana.

(C) antes de la intersección con Av. José Ballivián

Hora pico	HMD
8:15 - 9:15	1211 vehículos
12:30 - 13:30	989 vehículos
19:00 - 20:00	926 vehículos

(D) antes de la intersección con Av. Sánchez Bustamante

Hora pico	HMD
8:30 - 9:30	703 vehículos
12:30 - 13:30	585 vehículos
18:00 - 19:00	641 vehículos

Durante la jornada matutina se concentra el mayor tránsito de vehículos sobre Calle 12 procedente de Irpavi. Sin embargo, en la intersección con Av. José Ballivián, 40 % de los vehículos se incorporan a esta vía. Esto significa que el tramo con mayor afluencia de vehículos sobre Calle 12 es entre Av. Inofuentes y Av. José Ballivián.

Como se indica en el Manual de diseño de Calles para las ciudades Bolivianas (Cooperación Suiza en Bolivia, 2015), la capacidad vial máxima recomendada para este tramo por carril es de entre 800 a 1200 veh/hora/carril. El aforo identificó que actualmente circulan 1211 vehículos en

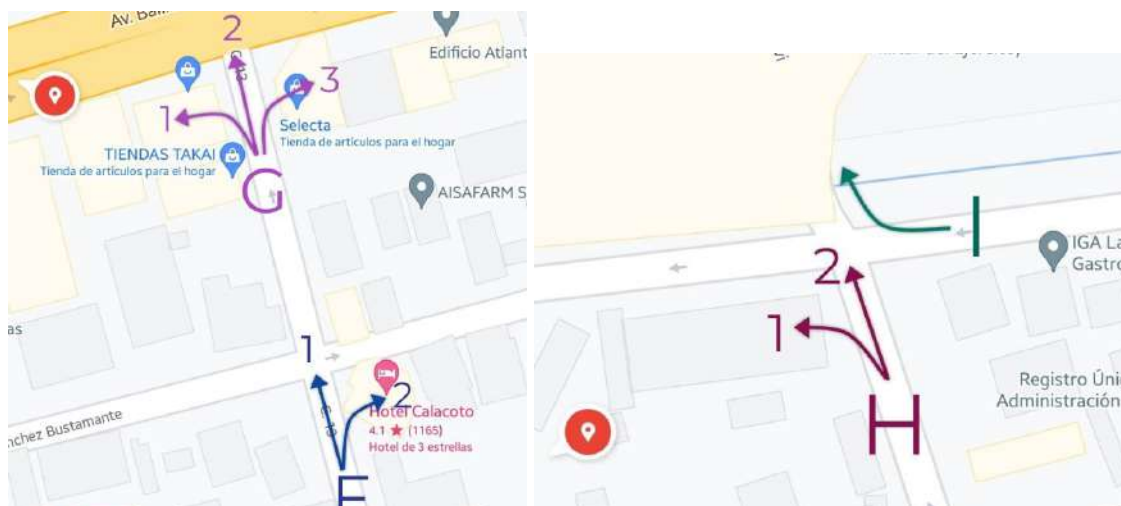
los carriles existentes. Por ello, **se identifica que en este tramo para conservar la correcta operación de la vía se requiere de dos carriles en operación.**

Por otro lado, en el tramo entre Av. José Ballivián y Sánchez Bustamante, al contemplar la reducción a un carril de circulación, y contemplando un valor medio de 1000 veh/hora y un valor en HMD de 703 veh/hora. Por lo tanto, el factor asignado al nivel de servicio en esta vía es de 0.7, es decir un nivel de servicio **C, lo cual indica que la vía funciona con una operación razonable.**

Nota: Los niveles de servicio pueden ser diferentes a los establecidos ya que no fue posible aplicar los factores de calibración de impacto debido a que los datos capturados no están desagregados por tipo de vehículo.

Calle 13 (puntos de aforo 15 y 16). Se analizaron los resultados de tres puntos de aforo vehicular en Calle 13, denominados como: (F) ubicado antes de la intersección con Av. Sánchez Bustamante, (G) ubicado antes de la intersección con la Av. Ballivián y (H) ubicado antes de Av. Inofuentes. De ellos se obtuvieron los siguientes valores en HMD:

Imagen 56: Ubicación de aforos en Av. Rafael Pabón



Fuente: Secretaría Municipal de Movilidad y Seguridad Ciudadana.

(F) antes de la intersección con Av. Sánchez Bustamante

Hora pico	HMD
7:45 - 8:45	649 vehículos
14:45 - 15:45	727 vehículos
18:30 - 19:30	883 vehículos

(G) antes de la intersección con Av. Ballivián

Hora pico	HMD
7:30 - 8:30	779 vehículos
11:45 - 12:45	650 vehículos
18:45 - 19:45	872 vehículos

(H) antes de la intersección con Av. Inofuentes

Hora pico	HMD
11:30 - 12:30	659 vehículos
15:30 - 16:30	716 vehículos
18:30 - 19:30	902 vehículos

Como se indica en el Manual de Diseño de Calles para las ciudades Bolivianas (Cooperación Suiza en Bolivia, 2015), en el análisis de la Calle 13, la capacidad vial máxima recomendada para este carril es de entre 800 a 1200 veh/hora/carril. Si se considera un valor promedio de 1000 veh/hora y un valor en HMD de 902 veh/hora, el nivel de servicio resultante es de 0.9, lo que da un nivel E. Esto representa que de operar con un solo carril, la vía tendría una velocidad lenta y retrasos significativos. Por ello, **se identifica que para la correcta operación de la vía se requiere tener dos carriles en operación.**

contras

Nota: Los niveles de servicio pueden ser diferentes a los establecidos ya que no fue posible aplicar los factores de calibración de impacto debido a que los datos capturados no están desagregados por tipo de vehículo.

Av. Inofuentes (puntos de aforo 11 y 12). Se analizaron los resultados de dos puntos de aforo vehicular en Av. Inofuentes, denominados como (B) ubicado antes de la intersección con Av. Rafael Pabón, e (I) ubicado antes de la intersección con Calle 13 y previo a la entrada a la estación Irapavi de Mi Teleférico. Sumado con el movimiento H1, el cual es parte del aforo realizado en el punto H, es posible obtener el número de vehículos que entran a la estación Irapavi.

(B) antes de la intersección con Av. Rafael Pabón

Hora pico	HMD
7:45 - 8:45	649 vehículos
14:45 - 15:45	727 vehículos
18:30 - 19:30	883 vehículos

(I) Ingreso de vehículos a la estación Irpavi

Hora pico	HMD
7:30 - 8:30	973 vehículos
11:45 - 12:45	900 vehículos
16:00 - 17:00	901 vehículos
18:30 - 19:30	1113 vehículos

La cantidad de 1113 vehículos en HMD, al contrastar con la capacidad máxima por carril de 1200 veh/hora, indicada en el Manual de Diseño de Calles para las Ciudades Bolivianas (Cooperación Suiza en Bolivia, 2015), arroja que el acceso a la estación Irpavi en Calle 13 opera con un **Nivel de Servicio E de 0.92**, lo cual indica que ya presenta una velocidad lenta y retrasos significativos. Mientras tanto, al hacer el cálculo de los vehículos que circulan sobre Av. Inofuentes después de la intersección Rafael Pabón, se aprecia un alto volumen de vehículos provenientes de Achumani e Irpavi. La cantidad de 1807 en la HMD que al dividirla en dos carriles de circulación resultan 903 veh/carril. Al obtener el nivel de servicio y asignando una capacidad por carril de 1000 veh/hora, indican que esta vía opera con un nivel **de servicio C, lo que indica que se opera razonablemente la vía con pocas demoras.**

Nota: Los niveles de servicio pueden ser diferentes a los establecidos ya que no fue posible aplicar los factores de calibración de impacto debido a que los datos capturados no están desagregados por tipo de vehículo.

Inofuentes después de intersección con Rafael Pabón (puntos de aforo 17 y 18)

Hora pico	HMD
7:45 - 8:45	1807 vehículos
14:15 - 15:15	1081 vehículos
18:00 - 19:00	1168 vehículos

Imagen 57: Ubicación de aforos en Av. Rafael Pabón y Av. Inofuentes



Fuente: Secretaría Municipal de Movilidad y Seguridad Ciudadana.

2. Aforos de micromovilidad

Con el propósito de conocer la demanda y uso de viajes de micromovilidad en el Macrodistrito Sur, el número de viajes, el tipo de vehículos de micromovilidad y las zonas con mayor afluencia, se aplicaron aforos en los siguientes diez puntos:

- Calle 21 y José María Aguirre Acha
- Gral. José Ballivián y Calle 21
- Mariscal Montenegro y Calle 18
- Calle 15 y Av. Ricardo Bustamante
- Rafael Pabón e ingreso a Irpavi (Teleférico verde)
- Gral. José Ballivián y Calle 8
- Calle 7 - Costanera y Tomasa Murillo
- Los Sauces y Calle 10
- José María Aguirre Achá y Calle 25
- Benito Juárez y Hernán Siles Zuazo (Camino a Mallasa)

Gráfico 1: Resultados de aforos de micromovilidad

Aforos de micromovilidad

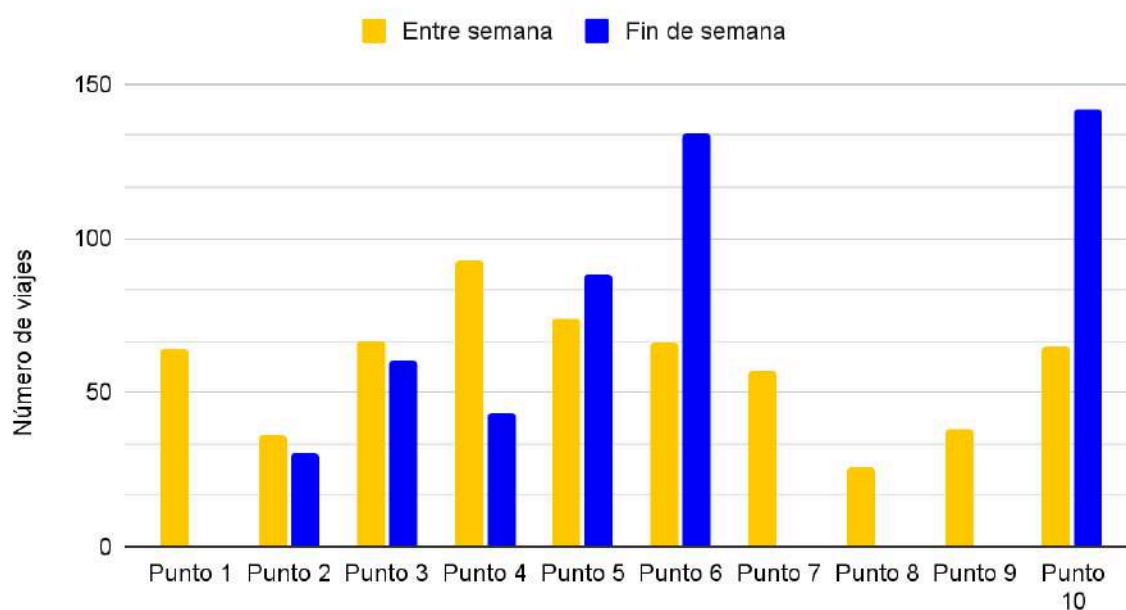
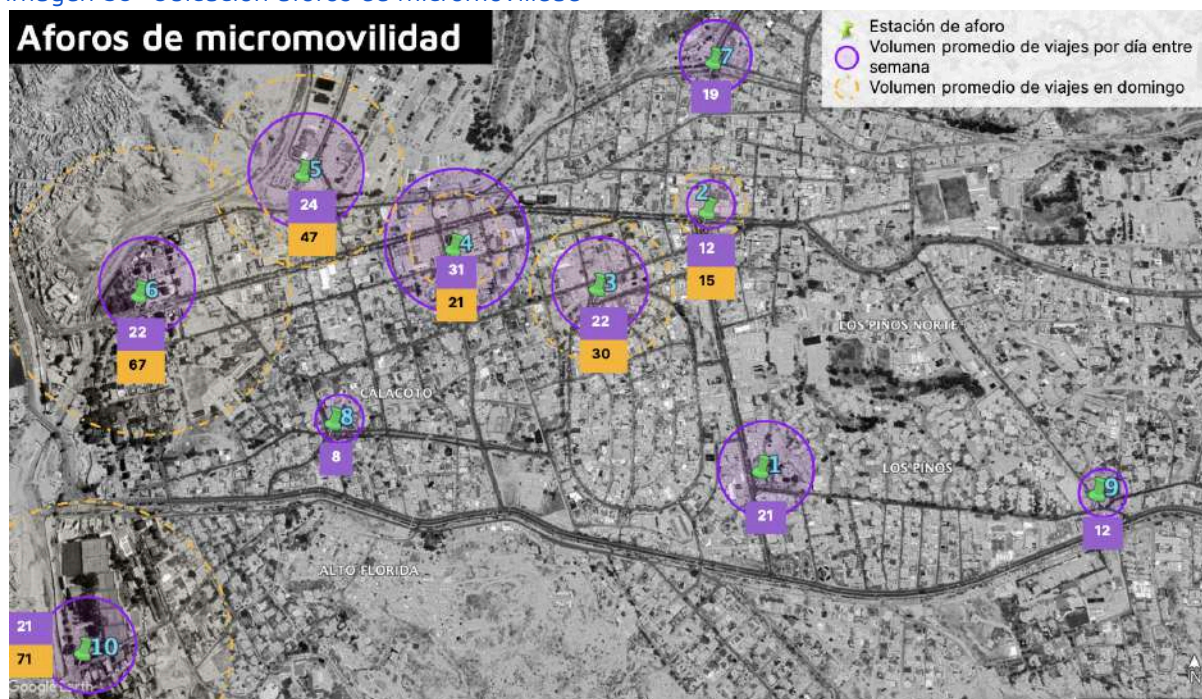


Imagen 58: Ubicación aforos de micromovilidad



Fuente: Elaboración propia.

La selección de los puntos de aforo se hizo con base al trazado de red realizado en conjunto con colectivas ciclistas y diversas áreas de la municipalidad, así como el recorrido de campo realizado en la primera visita técnica.

Dichos aforos se realizaron en 8 jornadas:

- Los días 21, 22 y 23 de marzo de 7:30 a 14:30 horas.
- Los días 22 y 28 de marzo y 20 de abril de 14:30 a 22:00 horas.
- Dos en día domingo, el 25 de marzo y 2 de abril, en horarios de 7:00 a 21:30 horas.

Los aforos realizados en jornadas de fines de semana (domingo) se propusieron para conocer la demanda de viajes de micromovilidad que se realizan con fines recreativos o deportivos que al tener relevancia en la zona pudiese ayudar a incrementar el número de viajes entre semana.

Asimismo, se contabilizaron los viajes realizados en carro de bebé, carro de carga y silla de ruedas. Sin embargo, para efectos de este aforo se toman en cuenta únicamente los viajes realizados en estos vehículos, siempre y cuando circulen sobre la calzada debido a que al circular sobre la acera son considerados como peatones.

El acumulado de viajes entre semana fue de 586, de los cuales 357 fueron realizados en bicicleta, 182 en monopatín y 47 en algún otro vehículo de micromovilidad.

El punto con más viajes de micromovilidad es en Calle 15, esquina con Av. Ricardo Bustamante promediando 31 viajes diarios, seguido de las inmediaciones de la estación de Mi Teleférico (estación Irapavi) con 24 viajes diarios y la intersección de Montenegro y Calle 18 con 22 viajes.

Cuadro 22: Resumen de los aforos de micromovilidad en días de semana

No.	Intersección	21 de marzo*	22 de marzo*	23 de marzo*	28 de marzo**	19 de abril**	20 de abril**	Total viajes	Promedio por día
1	Calle 21 y José María Aguirre Acha	11	12	14	9	7	11	64	21
2	Gral. José Ballivián y Calle 21	10	6	6	7	2	5	36	12
3	Mariscal Montenegro y Calle 18	19	17	4	12	8	7	67	22
4	Calle 15 y Ricardo Bustamante	12	10	16	20	24	11	93	31
5	Rafael Pabón e ingreso a Irapavi (Mi Teleférico verde)	8	5	18	8	19	16	74	24
6	Gral. José Ballivián y Calle 8	12	15	12	9	10	8	66	22
7	Calle 7 - Costanera y Tomasa Murillo	14	11	11	10	6	5	57	19
8	Los Sauces y Calle 10	4	1	5	4	5	7	26	8
9	José María Aguirre Acha y Calle 25	6	7	4	11	5	5	38	12
10	Benito Juárez y Hernán Siles Zuazo (camino a Mallasa)	8	7	16	8	14	12		21

Fuente: Elaboración propia.

*Aplicados de 7:30 -14:30 h.

**Aplicados de 14:30 - 21:30 h.

Indicador

>50
<50

Los aforos en fin de semana registraron un total de 497 viajes, siendo la bicicleta el vehículo con mayor número con 363, seguido del monopatín eléctrico (94 viajes). Además, el día 2 de abril se registró un total de 106 viajes en el camino a Mallasa (Benito Juárez y Hernán Siles Zuazo), promediando por lo tanto 71 viajes en este punto. De los diez puntos definidos, solo se aplicaron aforos durante el día domingo en seis de ellos.

Cuadro 23: Resumen de los aforos de micromovilidad en fin de semana.

No.	Intersección	25 marzo*	2 abril*	Total de viajes en los domingos aforados	Promedio de viajes en domingo
2	Gral. José Ballivián y Calle 21	20	10	30	15
3	Mariscal Montenegro y Calle 18	23	37	60	30
4	Calle 15 y Ricardo Bustamante	15	28	43	21
5	Rafael Pabón e ingreso a Irapavi (Teleférico verde)	60	28	88	44
6	Gral. José Ballivián y Calle 8	71	63	134	67
10	Benito Juárez y Hernán Siles Zuazo (camino a Mallasa)	36	106	142	71

Fuente: Elaboración propia.

*Aplicados de 7:30 a 21:30 h.

Indicador

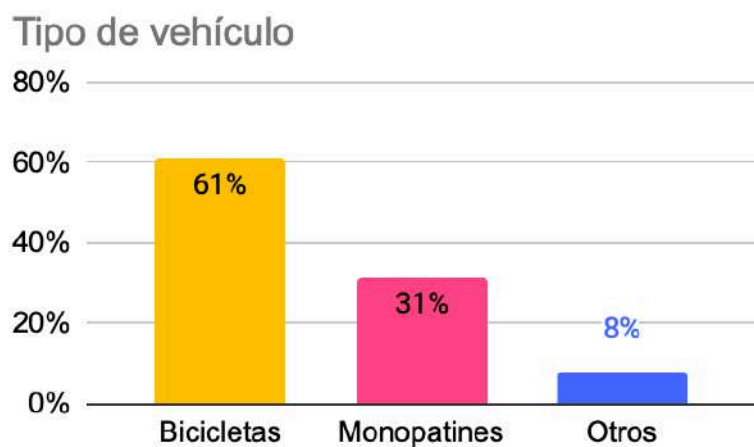
>100
<100

3. Perfil de las personas usuarias

El perfil de las personas usuarias de vehículos de micromovilidad en días de semana fue el siguiente:

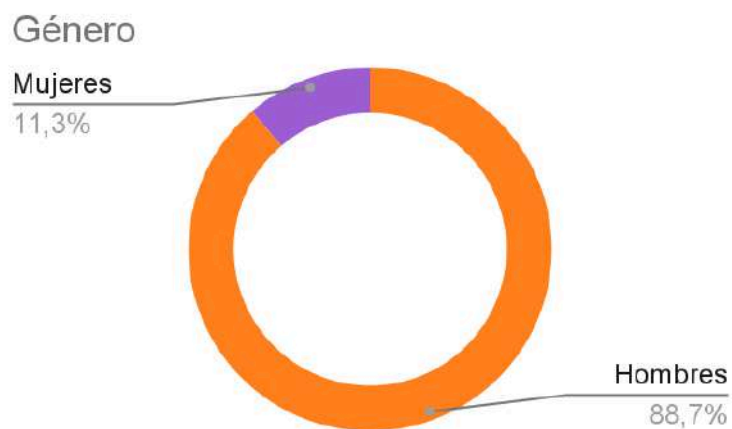
- **Vehículos.** De 586 viajes registrados entre semana, el 61 % se realizan en bicicleta, 31 % se realizan en monopatín y el 8 % en otros vehículos y dispositivos.
- **Género.** El 88.7 % de personas que utilizan vehículos de micromovilidad son hombres, mientras que el 11.3 % son mujeres. Es deseable realizar aforos posteriores para verificar si al implementar la infraestructura ciclista, más mujeres comienzan a utilizarla como medio de transporte.
- **Edad.** El 52% pertenece al grupo de edad de entre 19 y 29 años, siendo el grupo etario más común.
- **Accesorios.** El 39 % de las personas aforadas portaba accesorios como casco, luces, chaleco o sillas para acompañantes. De estas, el 86 % prefirió utilizar casco.
- **Acompañantes.** El 7.3 % de las personas aforadas viajó con un acompañante, como infantes, adolescentes, adultos o mascotas.

Gráfico 2: Vehículos de micromovilidad detectados y su porcentaje en viajes entre semana



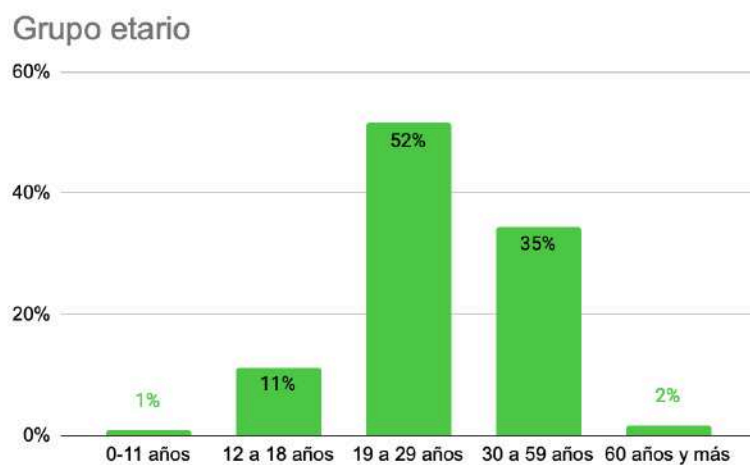
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3: Distribución por género en vehículos de micromovilidad entre semana



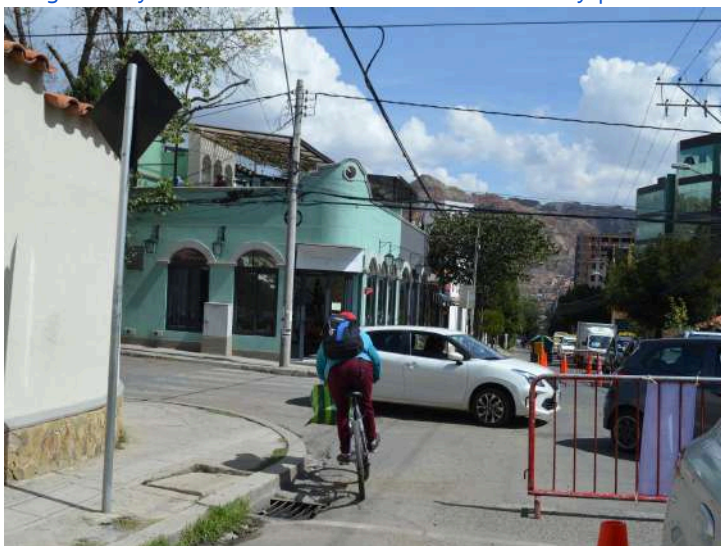
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4: Distribución de grupo etario en viajes de micromovilidad entre semana.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 59 y 60: Ciclista sobre Av. Bustamante y persona en silla de ruedas sobre Av. Patiño



Fuente: Elaboración propia.

El perfil de las personas usuarias de vehículos de micromovilidad en fin de semana fue el siguiente:

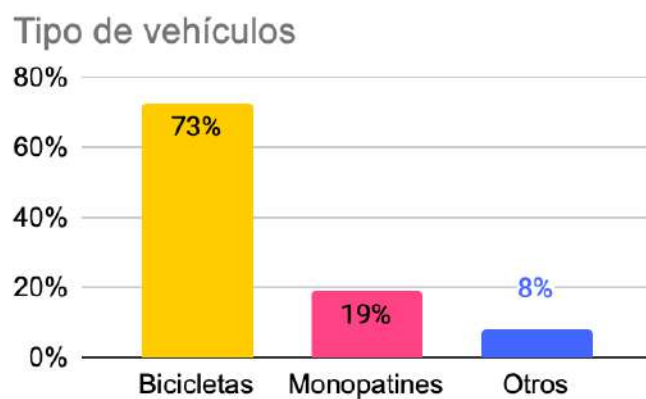
- **Vehículos.** De 497 viajes registrados en fin de semana, el 73 % se realizan en bicicleta, 19 % se realizan en monopatín y el 8 % en otros vehículos y dispositivos.
- **Género.** El 87.8 % de personas que utilizan vehículos de micromovilidad son hombres, mientras que el 12.2 % son mujeres.
- **Edad.** Los grupos de edades más comunes identificados fueron entre 19 y 29 años y entre 30 y 59 años, ambos con 39%.
- **Accesorios.** El 50 % de las personas registradas portaba accesorios como casco, luces, chaleco o sillas para acompañantes. De éstas, el 90 % prefirió utilizar casco.
- **Acompañantes.** El 6 % de las personas registradas viajó con un acompañante, como infantes, adolescentes, adultos o mascotas.

Imagen 61 y 62: Ciclista y usuarios de monopatín eléctrico sobre Av. Inofuentes



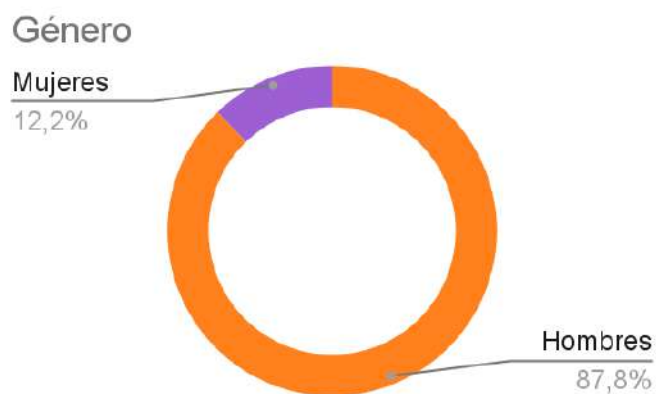
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5: Vehículos de micromovilidad detectados y su porcentaje en viajes en fin de semana



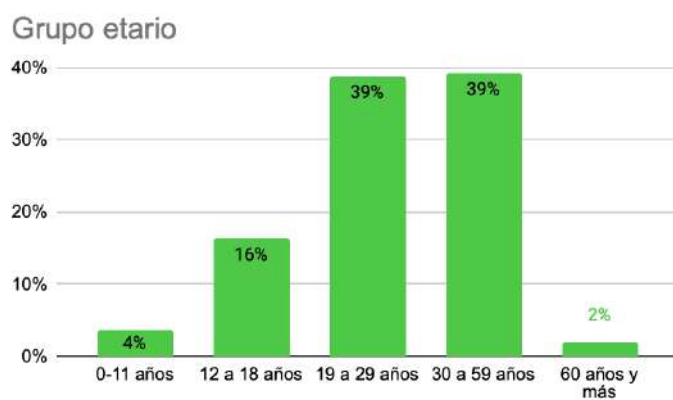
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 6: Distribución por género en vehículos de micromovilidad en fin de semana



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 7: Distribución de grupo etario en viajes de micromovilidad en fin de semana.



Fuente: Elaboración propia.

4. Encuesta de movilidad en el Macrodistrito Sur

En total, 1,113 encuestas fueron respondidas del 6 de abril al 1 de mayo, de las cuales **399** encuestas fueron aplicadas por **encuestadores** directamente en la zona Sur mientras que 714 fueron respondidas de manera **digital**, gracias a la difusión en redes sociales. La muestra representativa fue calculada a partir de la población del Macrodistrito Sur que asciende a 150,000 personas⁴⁵. Utilizando la fórmula de muestra representativa para población finita con nivel de confianza al 95 %, un margen de error al 5 %, una proporción esperada del 50 % y una precisión del 50 %⁴⁶.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

N=Total de la población

Z=1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)

p=proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

q=1 - p (en este caso 1-0.05 = 0.95)

e=precisión (en su investigación use un 5%)

A partir de este cálculo se obtuvo que la muestra representativa es de 383 encuestas. Entre los temas que se preguntaron se encuentra los siguientes:

- Percepción de seguridad personal y vial
- Información de movilidad e intermodalidad
 - Motivos de viaje
 - Frecuencia, horario y calles de viajes
 - Medios de transporte
 - Elementos que dificultan la movilidad
- Disposición hacia la movilidad activa
- Propuestas de mejoras al espacio público

Los análisis se realizaron a través de Excel, donde se utilizaron fórmulas de conteo para identificar la frecuencia de cada respuesta y posteriormente se calcularon porcentajes de estos datos. Además, se realizaron cruces de ciertos datos para llegar a respuestas más específicos, como por ejemplo:

- Ayudas técnicas utilizadas por personas en situación de discapacidad con
- Diferencia por géneros de la tenencia de bicicletas propias
- Diferencia por género en la percepción de seguridad personal
- Actitudes hacia la movilidad activa según medio de transporte más usado

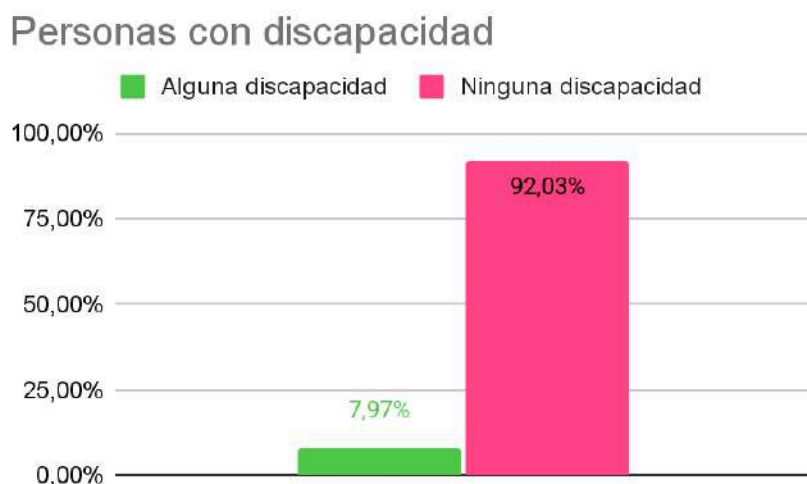
⁴⁵ Información proporcionada por la Secretaría Municipal de Movilidad y Seguridad Ciudadana (Anuario Estadístico del Municipio de la Paz, 2021).

⁴⁶ Herrera, M. (s.f). Fórmula para calcular las muestras de población finita. Disponible en <https://investigacionpediahr.files.wordpress.com/2011/01/formula-para-cc3a1lculo-de-la-muestra-poblaciones-finitas-var-categorica.pdf>

A continuación se describen los hallazgos de esta encuesta:

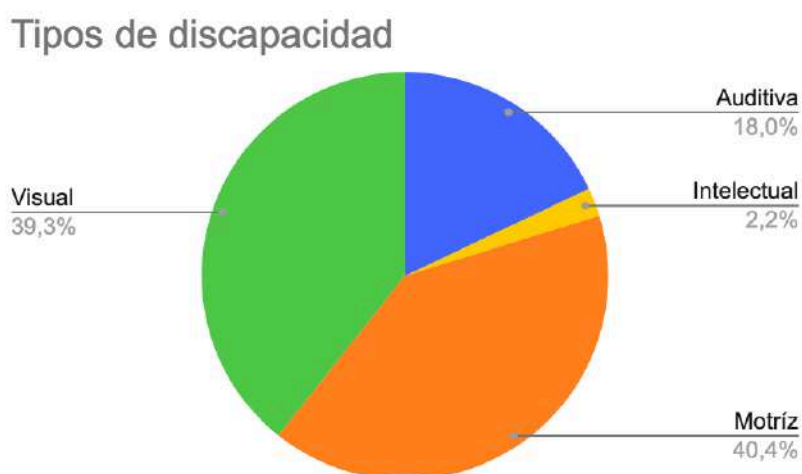
1. El 7.97 % de las personas encuestadas se encuentran en situación de discapacidad, siendo la más común discapacidad motriz con el 40 % de respuestas.

Gráfico 8: Porcentaje de personas con discapacidad



Fuente: Elaboración propia.

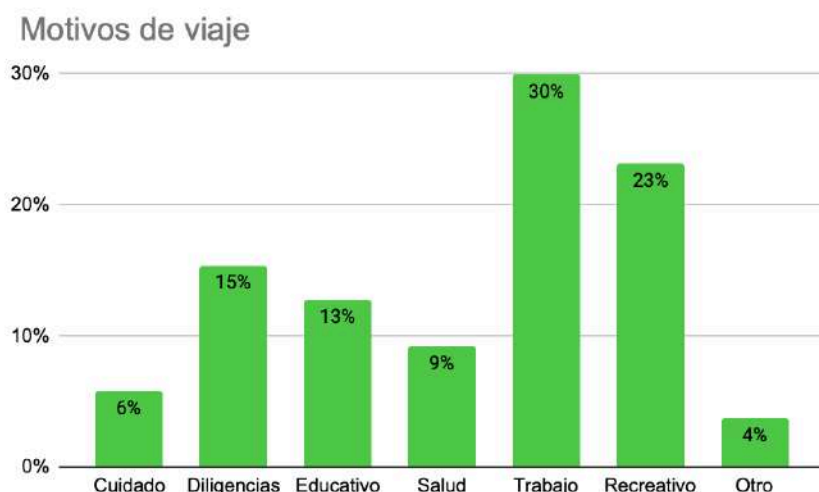
Gráfico 9: Tipos de discapacidad



Fuente: Elaboración propia.

2. La ayuda técnica más utilizada es el bastón, seguida por la ayuda de otras personas, con el 31 % y el 26 % respectivamente.
3. El motivo de viaje más común en la Zona Sur es trabajo seguido por recreación, con el 30 %.

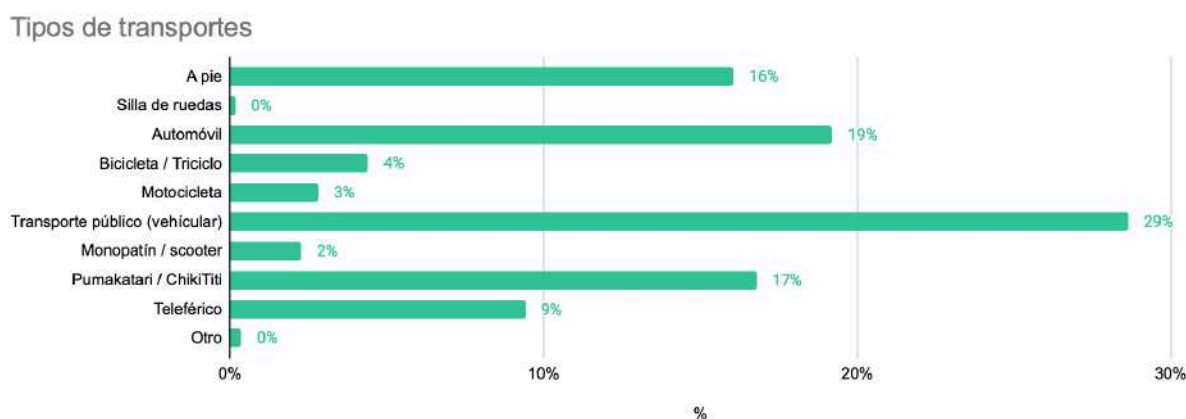
Gráfico 10: Motivos de viaje en el Macrodistrito Sur



Fuente: Elaboración propia.

- Más de la mitad de las personas encuestadas se mueven de manera principal en transporte público, lo cual incluye transporte público vehicular, Puma Katari, Chikititi y Mi Teleférico.

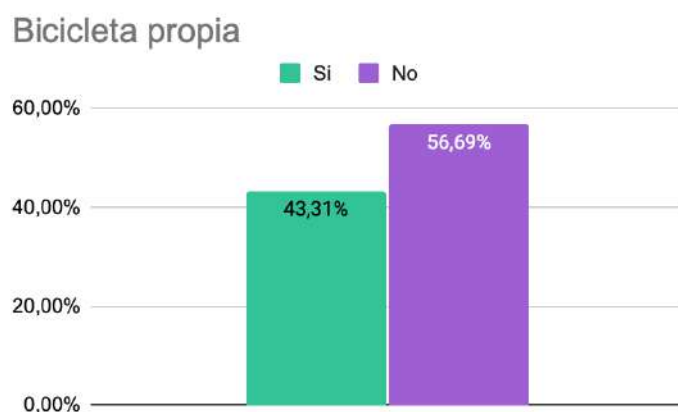
Gráfico 11: Medios de transporte utilizados en el Macrodistrito Sur



Fuente: Elaboración propia.

- La principal calle de circulación es la Av. Ballivián seguida por la Calle 21 de Calacoto, con el 21 % y 16 % respectivamente.
- El punto de cambio de medio de transporte más común es la Iglesia de San Miguel, seguido por Plaza Humbolt y la entrada a Irapavi con el 27 % y el 13 % respectivamente.
- Más de la mitad (57%) de las personas encuestadas no cuentan con una bicicleta propia.

Gráfico 12: Disponibilidad de bicicleta propia



Fuente: Elaboración propia.

8. Solo el 36 % de las mujeres encuestadas cuentan con una bicicleta propia contra el 49 % de los hombres.
9. Solo el 23 % de las personas encuestadas mencionaron sentir seguridad o mucha seguridad vial al transitar por la Zona Sur.
10. El 83 % de las personas encuestadas mencionó sentir inseguridad personal en algún momento al transitar por la Zona Sur. Las mujeres encuestadas sienten un 3 % más de inseguridad que los hombres, de manera general.
11. La mayoría de las personas encuestadas están de acuerdo con los siguientes enunciados. Estas respuestas coinciden en personas usuarias de todos los medios de transporte de manera general, incluyendo a las que se mueven en automóvil:
 - Realizar sus trayectos en bicicleta o monopatín si existiera infraestructura segura (77 % de las personas encuestadas mostraron disposición)
 - La implementación de una ciclovía (81 % de las personas encuestadas se mostraron a favor)
 - Realizar sus viajes en bicicleta si existiera un sistema de renta o alquiler (73 % de las personas encuestadas mostraron disposición)
12. A más del 80 % de las personas encuestadas le gustaría que el Gobierno:
 - Implemente pasos peatonales y ampliar aceras
 - Coloque elementos que protejan del sol y la lluvia
 - Construya de ciclovías y estacionamientos para bicicletas
 - Multe a conductores que no respeten las normas de tránsito
 - Mejore el alumbrado público

5. Encuesta a comerciantes de la Calle 21

La encuesta fue aplicada el 13 de mayo en la Calle 21 en un horario de 8:00 a 11:00 h aproximadamente. En total, 95 comercios respondieron la encuesta de 171 existentes. No se requirió determinar una muestra representativa ya que se planeó aplicar la encuesta al total de comercios de la Calle 21. Entre los temas que se preguntaron se encuentra los siguientes:

- Rubro de los comercios
- Percepción actual de la calle
- Opiniones sobre la restricción de estacionamiento

- Mejoras a la avenida
- Abastecimiento de mercancía
- Entrega de mercancía
- Ventas

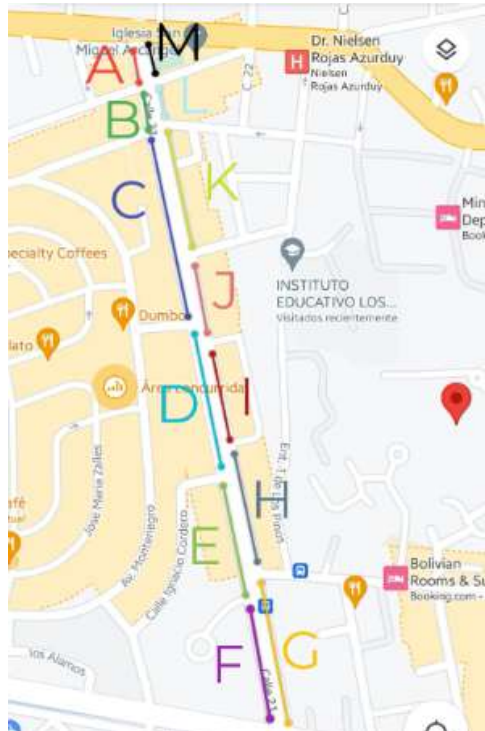
Los análisis se realizaron a través de Excel, donde se utilizaron fórmulas de conteo para identificar la frecuencia de cada respuesta y posteriormente se calcularon porcentajes de estos datos. Además, se realizaron cruces de ciertos datos para llegar a respuestas más específicos, como por ejemplo:

- Opiniones sobre restricción de estacionamiento basado en el tramo de la Calle 21 en que se encuentra el comercio
- Opiniones sobre mejoras en la calle basado en el tramo de la Calle 21 en que se encuentra el comercio

A continuación se describen los hallazgos de esta encuesta:

1. El rubro más común entre los comercios identificados fue la venta de ropa o cosméticos, con el 33 % de los casos.
2. La mayoría de los comercios entrevistados consideran la Calle 21 como segura, tranquila y principalmente agradable. Sin embargo, solo el 50 % la considera en buenas condiciones.
3. Entre los factores que generan las percepciones negativas se mencionaron el estacionamiento y las personas que ingieren bebidas alcohólicas en la calle, como las más comunes.
4. El tramo J de la Calle 21 es donde los comerciantes están más de acuerdo con el retiro del estacionamiento.
5. La mayoría de los tramos coinciden en que es necesario ampliar las banquetas y ordenar la vía.
6. Aproximadamente la mitad de los comercios se abastecen de mercancía a través de un proveedor y la otra mitad se abastece por ellos mismos.
7. Los medios de transporte en los que más llega la mercancía son autos sedán y furgonetas.
8. El horario más común para el abastecimiento es en la mañana.
9. Los días más comunes para el abastecimiento son los miércoles y viernes, con el día menos común siendo el domingo.
10. Solo el 18 % de los comercios entregan mercancía.
11. El medio de transporte más común en el que recogen la mercancía para luego entregarla es el auto sedán.
12. Los días más comunes para hacer las entregas son de lunes a sábado.
13. Los horarios más comunes para la entrega de las mercancías son en la mañana o en un horario acordado de manera previa con el cliente.
14. Los horarios de mayor venta son en la tarde y la noche.
15. El día con las mayores ventas es el sábado, seguido por los viernes.

Imagen 63: Puntos en los que se aplicó la encuesta a comerciantes



Fuente: Secretaría Municipal de Movilidad y Seguridad Ciudadana.

Conclusiones y recomendaciones

1. Aplicación y sistematización posteriores de aforos vehiculares

- a. En los aforos realizados el día 5 de mayo no fue posible hacer la aplicación de los factores de conversión para cada tipo de vehículo de acuerdo al Manual de Diseño de Calles para Ciudades Bolivianas (Cooperación Suiza en Bolivia, 2015) pues el volumen no se encuentra desagregado por tipo de vehículo. Por lo tanto, no es posible realizar la calibración que indique el impacto de cada tipo de vehículo en la vía. Se recomienda considerar el desagregado para un mejor análisis en ocasiones posteriores. Lo anterior porque cada tipo de vía tiene dinámicas y horarios pico distintos acorde al punto de aforo, por lo que no es posible calcular el volumen de cada tipo de vehículo usando como referencia otros puntos de aforo. El análisis por ende contempla el flujo real de vehículos, más no una adecuación por sus características específicas.
- b. Los aforos vehiculares se registraron en un solo día por punto. Se recomienda que los aforos se apliquen al menos en tres días diferentes con el objetivo de obtener más datos de análisis que robustezcan los resultados.
- c. Se sugiere integrar imágenes del tipo de vehículos al formato de sistematización de aforos, para que sirvan como referencia en el análisis.
- d. Se identificó que en la mayoría de los puntos aforados no se integraron los vehículos ciclistas, a pesar de que el formato del aforo los incluía. Esto imposibilitó su integración en el análisis. Se recomienda que en ocasiones posteriores se consideren tanto en el registro como en la sistematización de información.

2. Definición de la red ciclista

- a. La mayor parte de los viajes en vehículos de micromovilidad se realizan en los puntos 4, 5 y 6 (*ver cuadro 22*). Esto respalda que la red propuesta atiende la demanda existente.
- b. Si bien los puntos 6 y 10 (*ver cuadro 23*) presentan un alto número de viajes en fin de semana, responden a actividades recreativas. Es importante priorizar la implementación de infraestructura que responda a viajes con fines de movilidad cotidiana, es decir, para ir al trabajo, escuela, movilidad del cuidado, abasto, etc.
- c. El contar con los aforos de fines de semana permite conocer la dinámica del uso de vehículos de micromovilidad que tienen como objetivo los viajes recreativos o deportivos. Si bien es importante considerar a estas personas en la planeación de la red por ser potenciales personas usuarias de la infraestructura, es prioritario tomar en cuenta los viajes realizados entre semana, los cuales en su mayoría corresponderán al uso como un medio de transporte. Esto da la pauta a alcanzar el objetivo de la infraestructura ciclista, que es ofertar alternativas de traslado en medios más sostenibles.

3. Aplicación y sistematización posteriores de aforos de micromovilidad

- a. Se recomienda que los periodos de aforo matutinos y vespertinos se apliquen en el mismo día. Si se realizan en días y periodos diferentes las dinámicas de las calles pueden cambiar.
- b. Pueden omitirse de la sistematización los viajes en sillas de ruedas, carros de carga y de bebe que van por la acera, ya que utilizan el espacio destinado para su desplazamiento.
- c. Se identificó que el registro de personas que llevan carros para bebés y sus acompañantes no se hizo adecuadamente. Al contabilizar personas que llevan carros para bebes, la persona que lleva el dispositivo se considera como la persona usuaria. Quien va dentro del dispositivo es a quien se considera como acompañante. En próximos ejercicios se recomienda hacer esta corrección.
- d. Los resultados de estos aforos se deben considerar como línea base, reconociendo que actualmente los volúmenes en vehículos de micromovilidad son bajos en comparación con los vehículos motorizados. Esto no debe suponer que la acción a tomar es proveer o continuar proveyendo infraestructura para el auto, sino que los volúmenes bajos de micromovilidad se deben a la falta de infraestructura ciclista. Por ello, se recomienda aplicar aforos de micromovilidad posteriores a la implementación de la infraestructura ciclista y de manera periódica para medir el impacto en el reparto modal.

4. Medición de co-beneficios

- a. Una vez que se defina la totalidad de kilómetros de infraestructura a implementar, se recomienda realizar los cálculos correspondientes y comunicar el impacto del proyecto en términos ambientales, de seguridad vial y en salud.
- b. Se considera clave incluir tales beneficios en banners para redes sociales, en el sitio web y en los *talking points* cuando se tengan encuentros con la prensa.
- c. La calculadora es escalable, se pueden agregar más ciudades, si se cuenta con los datos necesarios para los cálculos.

Bibliografía

Bicitekas (2020). ¿Es el uso del casco mera cuestión estética?. Disponible en: <https://bicitekas.org/blog/%C2%BFes-el-uso-del-casco-una-mera-cuesti%C3%B3n-de-est%C3%A9tica>

BID (2017). Mujeres y ciclismo urbano. Disponible en: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Mujeres-y-ciclismo-urbano-Promoviendo-pol%C3%ADticas-inclusivas-de-movilidad-en-Am%C3%A9rica>

BikeNcity. 2021. Calculadora de Co-beneficios, Guía de uso y nota metodológica. Disponible en: <https://media.graphassets.com/MLNADVpoRBGLH6t0hTIX>

BikeNcity. 2022. Gestión en el territorio y comunicación efectiva: Guía para proyectos de movilidad activa y habitabilidad en el espacio público. 2a edición. México. Disponible en: <https://re-activa.mx/guia-de-gestion-y-comunicacion/>

Buehler, R. y Pucher, J. (2012). Cycling to work in 90 large American cities: new evidence on the role of bike paths and lanes. Disponible en <https://www.iaderfabbri.com/wp-content/uploads/2012/04/bici-e-ciclabili-bikepaths.pdf>

Camina. s.f. Camina Kit. Manual para intervención. México. Disponible en: https://camina.mx/manual/camina_kit.pdf

Cooperación Suiza en Bolivia. 2018. Manual de Diseño Vial de La Paz. Bolivia. No disponible en internet para su consulta.

Cooperación Suiza en Bolivia. 2015. Manual de Diseño de Calles para las Ciudades Bolivianas. Bolivia. No disponible en internet para su consulta.

Crow (2007). Manual de diseño para el tráfico de bicicletas. Disponible en: <https://crowplatform.com/product/design-manual-for-bicycle-traffic/>

Cruz I. y García E. (2021). Equilibrio de largo plazo y cambio modal en el transporte público en ciudades mexicanas. Disponible en: <http://www.economia.uadec.mx/pdfs/Rev21Sem2Art1.pdf>

De Lima, M. (2019). The value of a statistical life in Mexico. Disponible en <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/21606544.2019.1617196>

DOT New York, 2006. *Pedestrian Level of Service Study, Phase 1*. Estados Unidos. Disponible en: https://www.nyc.gov/assets/planning/download/pdf/plans/transportation/td_fullpedlosb.pdf

EPA (2014) Greenhouse Gas Emissions from a Typical Passenger Vehicle. Disponible en <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/P100JPPH.TXT?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=2011+Thru+2015&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&IntQFieldOp=0&ExtQFieldOp=0&XmlQuery=&File=D%3A%5Czyfiles%5CIndex%20Data%5C11thru15%5CTxt%5C00000011%5CP100JPPH.txt&User=ANONYMOUS&Password=anonymous&SortMethod=h%7C-&MaximumDocuments=1&FuzzyDegree=0&ImageQuality=r75g8/r75g8/x150y150q16/i425&Display=hpfr&D>

[efSeekPage=x&SearchBack=ZyActionL&Back=ZyActionS&BackDesc=Results%20page&MaximumPages=1&ZyEntry=1&SeekPage=x&ZyPURL](#)

Escuela de Transporte de Vías de Tunja. 2018. Movilidad interna peatonal en plataformas de estaciones, sistemas de Transporte Masivo BRT. Colombia. Disponible en: https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/3084/TGT_1650.pdf;jsessionid=BAB9F726A34919A6CDE05F083F0015D7?sequence=1

Geyer, J., Raiford, N., Ragland, D. y Pham, T. (2005). The Continuing Debate about Safety in Numbers—Data From Oakland. Disponible en <https://escholarship.org/content/qt0v85242q/qt0v85242q.pdf>

GIZ-Ricardo. 2022. Guía técnica extendida para bahías de carga y descarga. México. Disponible en: https://ciudadesytransporte.mx/wp-content/uploads/2022/05/guia_tecnica_extendida_para_bahias_de_carga_y_descarga.pdf

IMCO (2019). Índice de movilidad urbana. Barrios mejor conectados para ciudades más equitativas. México. Disponible en: https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2019/01/I%CC%81ndice-de-Movilidad-Urbana_Documento.pdf

ITDP (2012). Manual Ciclociudades, Tomo IV. México. Disponible en: <https://ciclociudades.itdp.org/wp-content/uploads/2015/10/Manual-Tomo-IV.pdf>

ITDP (2014). Conteo ciclista 2013. México. Disponible en: <https://ciclociudades.itdp.org/wp-content/uploads/2015/10/Conteo-Ciclista-2013.pdf>

Jacobsen, P., Ragland, D. y Komanoff, C. (2015). Safety in numbers for walkers and bicyclists: exploring the mechanisms. Disponible en <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.982.2939&rep=rep1&type=pdf>

Kahlmeier, S., Götschi, T., Cavill, N., Castro-Fernandez, A., Brand, C., Rojas-Rueda, D. y Racioppi, F. (2017). Health economic assessment tool (HEAT) for walking and for cycling. Methods and user guide on physical activity, air pollution, injuries and carbon impact assessments. Disponible en <https://www.zora.uzh.ch/id/eprint/151107/1/2017-Heat-kahlmeier.pdf>

Mueller, N., Rojas-Rueda, D., Salmon, M., Martinez, D., Ambros, A., Brand, C., y Nieuwenhuijsen, M. (2018). Health impact assessment of cycling network expansions in European cities. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0091743517304978>

Ricke, K., Drouet, L., Caldeira, K., y Tavoni, M. (2018). Country-level social cost of carbon. Nature Climate Change. Disponible en <https://www.nature.com/articles/s41558-018-0282-y>

Rojas-Rueda, D. (2021). Health impacts of urban bicycling in Mexico. Disponible en <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/5/2300>

Sánchez de Madariaga I. (2020). Actividades realizadas por personas adultas relacionadas con el cuidado de menores y personas dependientes, así como del cuidado del hogar. Disponible en: <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/78364/49168>

Schmitt A. (2018). Survey: Women More Likely to Prefer Separated Bike Infrastructure. Disponible en: <https://usa.streetsblog.org/2018/09/11/survey-women-more-likely-to-prefer-separated-bike-infrastructure/>

Segob. 2011. Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEGOB-2011. México. Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/138413/NOM-003-SEGOB-2011.pdf>

Sedatu-BID. 2018. Manual de Calles. Diseño vial para ciudades mexicanas. México. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/509173/Manual_de_calles_2019.pdf

Señalética y señalización. Campo de visión. s.f. Disponible en: <http://senaletica.weebly.com/campo-de-visioacuten.html>

Torres M. y Hernandez H. (2016). Estudio de la movilidad ciclista en un sector de los Cantones Cartago y el Guarco, de la Provincia Cartago, Costa Rica. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4517/451750038024/html/>

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. 2007. Capacidad y niveles de servicio en la infraestructura vial. Colombia. Disponible en: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/1222/RED-1.pdf;jsessionid=382A62EAD3A3E00495D8B49E9EB3F974?sequence=1>

VCHI. 2005. Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas. Perú. Disponible en: [https://limacap.org/normatividad-2019/transportes/Manual%20VCHI%20\(2005\).pdf](https://limacap.org/normatividad-2019/transportes/Manual%20VCHI%20(2005).pdf)

Anexos

- Anexo 1. [Encuesta sobre movilidad en el Macrodistrito Sur](#) (link a formulario y respuestas)
- Anexo 2. [Encuesta a comerciantes](#) (link a formulario y respuestas)
- Anexo 3. Encuesta de satisfacción a comerciantes
- Anexo 4. Ejemplo de ficha resumen de la prueba con campos para el registro de datos en campo
- Anexo 5. Ejemplo de ficha resumen de la prueba con campos para la verificación de disponibilidad de materiales y personal
- Anexo 6. [Matriz de identificación de datos e indicadores](#)
- Anexo 7. [Formatos de Monitoreo, Reporte y Verificación \(MRV\)](#)
- Anexo 8. [Cuadros del entregable](#)
- Anexo 9. [Imágenes del entregable](#)
- Anexo 10. [Calculadora de co-beneficios](#) (descargar, no consultar en línea)
- Anexo 11. Recomendaciones al diseño con base en los resultados de los aforos

Anexo 1. Encuesta sobre movilidad en el Macrodistrito Sur

El Gobierno Autónomo Municipal de La Paz a través de la Secretaría Municipal de Movilidad y Seguridad Ciudadana, busca entender las percepciones y formas de transportarse de la ciudadanía en el Macrodistrito Sur para realizar mejoras en las calles y el espacio público. Agradecemos su colaboración para responder esta encuesta.

Instrucciones: Lea cuidadosamente y responda a las siguientes preguntas.

Folio:		Fecha:	
Calle:		Hora	

Información sociodemográfica

1. Especifique su edad:	
--------------------------------	--

2. Seleccione el género con el que se identifica:		
Mujer	Hombre	Otro

3. Seleccione el barrio en el que vive:								
Calacoto	San Miguel	Los Pinos	Achumani	Irpavi	La Florida	Alto Irpavi	Koani	Otro

4. En caso de tener alguna discapacidad temporal o permanente, seleccione el tipo:				
Intelectual	Motriz	Visual	Auditiva	Otra

5. Seleccione el tipo de ayuda técnica que utiliza para facilitar su movilidad:			
Muletas	Perro guía	Le ayuda otra persona	Otra
Andadera	Silla de ruedas	Bastón	Ninguna

Información de movilidad e intermodalidad

6. Seleccione el principal motivo por el que transita en el Macrodistrito Sur:						
Recreativo	Educativo	Salud	Trabajo	Diligencias	Cuidar o acompañar a alguien	Otro

7. Seleccione la frecuencia con la que transita en el Macrodistrito Sur:				
Todos los días	Más de tres veces por semana	Menos de tres veces por semana	Una vez al mes	Casi nunca

8. Seleccione el o los principales medios de transporte que usa para circular en el Macrodistrito Sur:								
A pie/ Silla de ruedas	Automóvil particular	Bicicleta / Triciclo	Motocicleta	Transporte público (vehicular)	Monopatín	Pumakata ri/Chikititi	Teleférico	Otro

9. Seleccione los elementos que dificulten su movilidad en el Macrodistrito Sur:							
No hay elementos que dificulten mi movilidad	Raíces de árboles	Comercios en la acera y/o calle	Huecos, alcantarillas abiertas, baches	Vehículos estacionados	Desniveles o escaleras	Baches en la calle	Otro

10. Seleccione el principal punto donde cambia de modo de transporte para entrar al Macrodistrito Sur:									
Plaza Humbolt (Calle 8)	Teleférico verde	Entrada a Irpavi (calle 13 o 12)	Entrada a Koani (calle 17)	Iglesia San Miguel	Entrada a Achumani (calle 23)	Obrajes Curva de Holguín	Calle 16 o 17 de Obrajes	Paradas del Pumakata en Calacoto	Otro

11. Seleccione el principal horario en el que transita por el Macrodistrito Sur entre semana:			
Entre 7:00 am - 12:00 pm	Entre 12:00 pm - 6:00 pm	Entre 6:00 pm - 12:00	Entre 12:00 am - 7:00 am

12. Seleccione el principal horario en el que transita por el Macrodistrito Sur en fin de semana:			
7:00 am - 12:00 pm	12:00 pm - 6:00 pm	6:00 pm - 12:00	12:00 am - 7:00 am

13. Seleccione las principales calles por las que transita en el Macrodistrito Sur:						
Ballivián	Bustamante	Calle 15	Calle 21	Julio Patiño	Aguirre Achá	Montenegro
Calle 8 de Calacoto	Av. Arequipa	Av. Costanera	Av. Inofuentes	Av. Clemente Inofuentes	Av. Rafael Pabón	Otro

14. Seleccione si cuenta o no con una bicicleta propia:	
Sí	No

Seguridad personal y vial

15. Seleccione el momento en el que siente mayor inseguridad por robo, asalto, acoso o violencia al transitar por el Macrodistrito Sur:					
Durante el día	Muy temprano en la mañana	Durante la noche	A partir de las 7 de la noche	En todo momento	Nunca

16. Entre los siguientes hechos, seleccione cual ha presenciado o de cual ha sido víctima en el Macrodistrito Sur:				
Acoso sexual	Descuidistas (cuando te roban sin que te des cuenta)	Robo con violencia (asalto)	Ninguno	Otro

17. Entre los siguientes hechos, seleccione de cuál ha presenciado en la Zona Sur (Calacoto y barrios colindantes):				
Acoso sexual	Descuidistas (cuando te roban sin que te des cuenta)	Robo con violencia (asalto)	Ninguno	Otro

	que te des cuenta)			
--	--------------------	--	--	--

18. Seleccione el nivel de seguridad vial que siente al transitar por el Macrodistrito Sur (se refiere a la posibilidad de sufrir choques y atropellos):				
Mucha inseguridad	Inseguridad	Ni seguridad ni inseguridad	Seguridad	Mucha seguridad

Disposición hacia la movilidad activa

19. De acuerdo con sus intereses, seleccione si está dispuesto o no a realizar las siguientes actividades en el Macrodistrito Sur:		
Actividades	Sí	No
1. Realizar o completar mis trayectos en bicicleta o monopatín eléctrico si existiera infraestructura segura para este tipo de transportes		
2. Aceptar la implementación de una ciclovía		
3. Realizar viajes en bicicleta si existiera un sistema de renta		

Mejoras al espacio público

20. Seleccione los elementos que le gustaría se implementen en las calles del Macrodistrito Sur y cuáles no le gustaría que se implementen:		
Actividades	Sí	No
1. Mejorar la apariencia de la calle (limpieza, pintura, letreros, elementos decorativos)		
2. Implementar pasos peatonales y ampliar aceras		
3. Colocar elementos que protejan del sol y la lluvia		
4. Construcción de ciclovías y estacionamientos para bicicletas		
5. Multar a conductores que no respeten las normas de tránsito		
6. Mejorar el alumbrado público		
7. Podar los árboles		

8. Colocar semáforos		
9. Implementar infraestructura que reduzca la velocidad de los autos		

21. Seleccione el medio por el que se enteró de esta encuesta:					
Redes sociales	Carteles	Encuestador	Por otra persona	Amigos y conocidos	Otra

Gracias por responder esta encuesta. Tomaremos en cuenta la información brindada para proyectos de mejora en la Zona Sur.







Anexo 2. Encuesta a comerciantes

Ubicación (tramo):

¡Buenos días! Mi nombre es _____. Soy de la Secretaría Municipal de Movilidad y Seguridad Ciudadana. Estamos evaluando la implementación de una ciclovía, es decir, un espacio exclusivo para que circulen las bicicletas y monopatines con seguridad en esta calle y es probable que el estacionamiento sea reubicado. Por ello, estamos encuestando a los negocios de esta calle, para conocer sus necesidades de estacionamiento y de maniobras de carga y descarga. ¿Me colabora respondiendo? Nos tomaría menos de 10 minutos.

1. ¿Cuál es el rubro de su comercio?
2. ¿Qué opina de que se restrinja el estacionamiento en esta calle?
 - a. Estoy de acuerdo
 - b. Ni en acuerdo ni en desacuerdo
 - c. Estoy en desacuerdo
3. ¿Cómo percibes actualmente la avenida _____? Seleccione una opción en cada inciso:
 - a. ___ Segura ___ Insegura
 - b. ___ Tranquila ___ Caótica
 - c. ___ En buenas condiciones ___ En malas condiciones
 - d. ___ Agradable ___ Desagradable
4. ¿Cuál es el factor que le genera esta percepción?
5. ¿Qué mejoras le gustaría que se realicen en esta calle?
 - a. Alumbrado público
 - b. Ampliación de banquetas
 - c. Ordenamiento de la vía
 - d. Otro: _____
6. ¿Cómo abastece su negocio?
 - a. Un proveedor acude a mi local
 - b. Lo hago yo mismo
 - c. Las dos anteriores
7. ¿En qué días(s) es el abastecimiento o aprovisionamiento?
 - a. Lunes
 - b. Martes
 - c. Miércoles
 - d. Jueves
 - e. Viernes
 - f. Sábado
 - g. Domingo
8. ¿En qué horario(s) es el reabastecimiento?
 - a. 04:00 - 07:00
 - b. 07:00 - 10:00
 - c. 10:00 - 13:00
 - d. 13:00 - 16:00
 - e. 16:00 - 19:00
 - f. 19:00 - 21:00
 - g. 21:00 - 04:00
 - h. Otro: _____
9. ¿En qué medio de transporte llega la mercancía para su negocio?

a. Carro de carga manual	b. Auto sedán	c. Furgoneta
--------------------------	---------------	--------------

		
d. Camión ligero	e. Camión utilitario	f. Tractocamión articulado
		
g. Otro		

10. ¿Su comercio requiere entregar mercancías a algún distribuidor? Se entiende como distribuidor a una persona que compra al mayoreo para abastecer su negocio.

- a. Sí b. No

En caso de haber respondido afirmativamente a la pregunta anterior responda las siguientes preguntas:




11. ¿Qué días hace entregas de mercancías?

- a. Lunes e. Viernes
b. Martes f. Sábado
c. Miércoles g. Domingo
d. Jueves

12. ¿En qué horario(s) es la entrega de dicha mercancía?

- a. 04:00 - 06:00
b. 07:00 - 10:00
c. 10:00 - 13:00
d. 13:00 - 16:00
e. 16:00 - 19:00
f. 19:00 - 21:00
g. 21:00 - 04:00
h. Otro: _____

13. ¿Qué medio de transporte es el que recibe las mercancías?

h. Carro de carga manual	i. Auto sedán	j. Furgoneta
		
k. Camión ligero	l. Camión utilitario	m. Tractocamión articulado

		
n. Otro		

14. ¿Qué día tiene mayor cantidad de ventas su negocio?
- Lunes
 - Martes
 - Miércoles
 - Jueves
 - Viernes
 - Sábado
 - Domingo
15. ¿En qué horario tiene mayor cantidad de ventas su negocio?
- Mañana
 - Tarde
 - Noche
16. ¿En promedio cuánto vendes el día que tienes mayor cantidad de ventas? Este dato nos permitirá evaluar el aumento en las ventas a partir de la implementación de la ciclovía.
- 0 a 1000
 - 1000 a 3000
 - 3000 5000
 - 5000 a 7000
 - Más de 7000

Gracias por responder esta encuesta

Tomaremos en cuenta la información brindada para proyectos de mejora en la Zona Sur.

Anexo 3. Encuesta de satisfacción de la infraestructura

El Gobierno Autónomo Municipal de La Paz a través de la Secretaría Municipal de Movilidad y Seguridad Ciudadana, busca entender las percepciones y formas de transportarse de la ciudadanía en el Macrodistrito Sur a partir de la implementación de la nueva infraestructura ciclista. Agradecemos su colaboración para responder esta encuesta.

Instrucciones: Lea cuidadosamente y responda a las siguientes preguntas.

Folio:		Fecha:	
Calle:		Hora	

Información sociodemográfica

1. Especifique su edad:	
--------------------------------	--

2. Seleccione el género con el que se identifica:		
Mujer	Hombre	Otro

3. Seleccione el barrio en el que vive:								
Calacoto	San Miguel	Los Pinos	Achumani	Irpavi	La Florida	Alto Irpavi	Koani	Otro

4. En caso de tener alguna discapacidad temporal o permanente, seleccione el tipo:				
Intelectual	Motriz	Visual	Auditiva	Otra

5. Seleccione el tipo de ayuda técnica que utiliza para facilitar su movilidad:			
Muletas	Perro guía	Le ayuda otra persona	Otra
Andadera	Silla de ruedas	Bastón	Ninguna

Información de movilidad e intermodalidad

6. Seleccione el principal motivo por el que transita en el Macrodistrito Sur:						
Recreativo	Educativo	Salud	Trabajo	Diligencias	Cuidar o acompañar a alguien	Otro

7. Desde la implementación de la nueva infraestructura. Seleccione la frecuencia con la que transita en el Macrodistrito Sur:				
Todos los días	Más de tres veces por semana	Menos de tres veces por semana	Una vez al mes	Casi nunca

8. Desde la implementación de la nueva infraestructura, ¿ha cambiado el modo de transporte en el que circula por el Macrodistrito Sur?	
Sí	No

9. Seleccione el o los principales medios de transporte que usa para circular en el Macrodistrito Sur, desde la implementación de la nueva infraestructura:								
A pie/ Silla de ruedas	Automóvil particular	Bicicleta / Triciclo	Motocicleta	Transporte público (vehicular)	Monopatín	Pumakata ri/Chikititi	Teleférico	Otro

10. Seleccione los elementos que dificulten su movilidad en el Macrodistrito Sur, desde la implementación de la nueva infraestructura:							
No hay elementos que dificulten mi movilidad	Raíces de árboles	Comercios en la acera y/o calle	Huecos, alcantarillas abiertas, baches	Vehículos estacionados	Desniveles o escaleras	Baches en la calle	Otro

11. Seleccione el principal punto donde cambia de modo de transporte para entrar al Macrodistrito Sur, desde la implementación de la nueva infraestructura:									
Plaza Humbolt (Calle 8)	Teleférico verde	Entrada a Irpavi (calle 13 o 12)	Entrada a Koani (calle 17)	Iglesia San Miguel	Entrada a Achumani (calle 23)	Obrajes Curva de Holguín	Calle 16 o 17 de Obrajes	Paradas del Pumakata ri en Calacoto	Otro

12. Seleccione el principal horario en el que transita por el Macrodistrito Sur entre semana, desde la implementación de la nueva infraestructura:			
Entre 7:00 am - 12:00 pm	Entre 12:00 pm - 6:00 pm	Entre 6:00 pm - 12:00	Entre 12:00 am - 7:00 am

13. Seleccione el principal horario en el que transita por el Macrodistrito Sur en fin de semana, desde la implementación de la nueva infraestructura:			
7:00 am - 12:00 pm	12:00 pm - 6:00 pm	6:00 pm - 12:00	12:00 am - 7:00 am

14. Seleccione las principales calles por las que transita en el Macrodistrito Sur, desde la implementación de la nueva infraestructura:						
Ballivián	Bustamante	Calle 15	Calle 21	Julio Patiño	Aguirre Achá	Montenegro
Calle 8 de Calacoto	Av. Arequipa	Av. Costanera	Av. Inofuentes	Av. Clemente Inofuentes	Av. Rafael Pabón	Otro

Seguridad personal y vial

15. Seleccione el momento en el que siente mayor inseguridad por robo, asalto, acoso o violencia al transitar por el Macrodistrito Sur, desde la implementación de la nueva infraestructura:					
Durante el día	Muy temprano en la mañana	Durante la noche	A partir de las 7 de la noche	En todo momento	Nunca

16. Entre los siguientes hechos, seleccione cual ha presenciado o de cual ha sido víctima en el Macrodistrito Sur, desde la implementación de la nueva infraestructura:				
Acoso sexual	Descuidistas (cuando te roban sin	Robo con violencia (asalto)	Ninguno	Otro

	que te des cuenta)			
--	--------------------	--	--	--

17. Entre los siguientes hechos, seleccione de cuál ha presenciado en la Zona Sur (Calacoto y barrios colindantes), desde la implementación de la nueva infraestructura:				
Acoso sexual	Descuidistas (cuando te roban sin que te des cuenta)	Robo con violencia (asalto)	Ninguno	Otro

18. Seleccione el nivel de seguridad vial que siente al transitar por el Macrodistrito Sur desde la implementación de la nueva infraestructuras (se refiere a la posibilidad de sufrir choques y atropellos):				
Mucha inseguridad	Inseguridad	Ni seguridad ni inseguridad	Seguridad	Mucha seguridad

Disposición hacia la movilidad activa

19. De acuerdo con sus intereses, seleccione si está dispuesto o no a realizar las siguientes actividades en el Macrodistrito Sur, desde la implementación de la nueva infraestructura:		
Actividades	Sí	No
1. Realizar o completar mis trayectos en bicicleta o monopatín eléctrico ahora que existe infraestructura segura para este tipo de transportes		
2. Aceptar la implementación de más infraestructura ciclista		

Mejoras al espacio público

20. Seleccione el nivel de satisfacción que siente con respecto a los los elementos de la nueva infraestructura:					
Actividades	Nada de satisfacción	Poca satisfacción	Satisfacción	Mucha satisfacción	No se implementó este elemento
1. Mejorar la apariencia de la calle (limpieza, pintura, letreros, elementos decorativos)					
2. Implementar pasos peatonales y ampliar aceras					
3. Colocar elementos que protejan del sol y la lluvia					
4. Construcción de ciclovías y estacionamientos para bicicletas					

5. Multar a conductores que no respeten las normas de tránsito					
6. Mejorar el alumbrado público					
7. Podar los árboles					
8. Colocar semáforos					
9. Implementar infraestructura que reduzca la velocidad de los autos					

Gestión y comunicación

21. Según su experiencia con el proyecto, marque si está de acuerdo o no con las siguientes afirmaciones:		
Afirmaciones	Sí	No
1. Recibió información oportuna del proyecto		
2. Se le tomó en cuenta durante el proceso de planificación del proyecto		

22. Seleccione el medio por el que se enteró de esta encuesta:					
Redes sociales	Carteles	Encuestador	Por otra persona	Amigos y conocidos	Otra







Gracias por responder esta encuesta.

Anexo 4. Encuesta de satisfacción a comerciantes

Ubicación (tramo):

¡Buenos días! Mi nombre es _____. Soy de la Secretaría Municipal de Movilidad y Seguridad Ciudadana. Estamos evaluando la infraestructura implementada recientemente. Por ello, estamos encuestando a los negocios de esta calle, para conocer su percepción sobre la nueva infraestructura. ¿Me colabora respondiendo? Nos tomaría menos de 10 minutos.

1. ¿Cuál es el rubro de su comercio?
2. Desde la implementación de la nueva infraestructura, ¿cómo percibes la avenida _____? Seleccione una opción en cada inciso:
 - a. ___ Segura ___ Insegura
 - b. ___ Tranquila ___ Caótica
 - c. ___ En buenas condiciones ___ En malas condiciones
 - d. ___ Agradable ___ Desagradable
3. ¿Cuál es el factor que le genera esta percepción?
4. Desde la implementación de la nueva infraestructura, ¿En qué medio de transporte llega la mercancía para su negocio?



o. Carro de carga manual	p. Auto sedán	q. Furgoneta
		
r. Camión ligero	s. Camión utilitario	t. Tractocamión articulado
		
u. Otro		

5. Desde la implementación de la nueva infraestructura, ¿qué día tiene mayor cantidad de ventas su negocio?
 - a. Lunes
 - b. Martes
 - c. Miércoles
 - d. Jueves
 - e. Viernes
 - f. Sábado
 - g. Domingo
6. Desde la implementación de la nueva infraestructura, ¿en qué horario tiene mayor cantidad de ventas su negocio?
 - a. Mañana





- b. Tarde
 - c. Noche
7. Desde la implementación de la nueva infraestructura, ¿cómo han cambiado sus ventas?
- a. No han cambiado
 - b. Han aumentado
 - c. Han disminuido
 - d. Otra
8. Desde la implementación de la nueva infraestructura, ¿ha cambiado el modo de transporte en que llegan sus compradores?
- a. No han cambiado
 - b. Ahora llegan en bicicleta
 - c. Ahora llegan caminando
 - d. Otra
9. Desde la implementación de la nueva infraestructura, ¿en promedio cuánto vendes el día que tienes mayor cantidad de ventas? Este dato nos permitirá evaluar el aumento en las ventas a partir de la implementación de la ciclovía.
- a. 0 a 1000
 - b. 1000 a 3000
 - c. 3000 5000
 - d. 5000 a 7000
 - e. Más de 7000

Gracias por responder esta encuesta.

Anexo 5. Ejemplo de ficha resumen de la prueba con campos para el registro de datos en campo





Financiado por
la Unión Europea

Prueba piloto 1	Julio Patiño
Día	Jueves 11 de mayo
Entre	Calle 17 y 21
Extensión	400 m
Configuraciones	Ciclovía confinada y 2 carriles de circulación (uno por sentido)
Horario	7:30 - 9:00 h
Objetivo	Aclarar dudas sobre la convivencia de la ciclovía con el Pumakatari


Velocidades



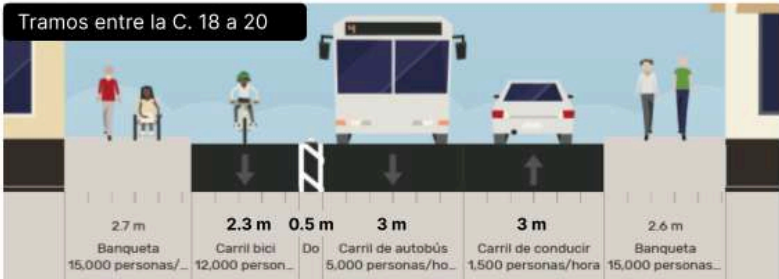
Toma de velocidades
Sentido de la ciclovía

Observaciones

Tramos entre la C. 17 y 18 y C. 20 y 21





Tramos entre la C. 18 a 20







Material fotográfico


Anexo 6. Ejemplo de ficha resumen de la prueba con campos para la verificación de disponibilidad de materiales y personal

Financiado por la Unión Europea



Prueba piloto 1	Julio Patiño	<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">  <p>APROX. 10 CONOS + 1 BARRERA PEATONAL</p> </div> <p>Estimación de materiales requeridos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Entre C. 21 y C. 20: Aprox. 10 conos + 1 barrera peatonal Entre C. 20 y C. 19: Aprox. 19 conos + 1 barrera peatonal Entre C. 19 y C. 18: Aprox. 19 conos + 1 barrera peatonal Entre C. 18 y C. 17: Aprox. 19 conos + 1 barrera peatonal <p>Total estimado: 67 conos y 4 barreras peatonales metálicas.</p>
Día	Jueves 11 de mayo	
Entre	Calle 17 y 21	
Extensión	400 m	
Configuraciones	Ciclovía confinada y 2 carriles de circulación (uno por sentido)	
Horario	7:30 - 9:00 h	
Objetivo	Aclarar dudas sobre la convivencia de la ciclovía con el Pumakatari	

✓	Insumos	Cantidad
	Materiales Conos (a cada 5 m) Barreras metálicas (a final de cuadra) Cinta	
	Plano para la colocación	
	Vehículo de transporte	
	Material de comunicación: Stickers Lona Volantes	
	Chalecos reflejantes	

✓	Tipo de personal	Cantidad
	Vigilancia (mín. 2 personas por tramo de prueba) Institución: _____	
	Colocación y retiro de dispositivos Institución: _____	
	Colocación de lonas Encargada(o): _____	
	Toma de material audiovisual Encargada(o): _____	
	Otro:	

