

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

**Entregable 12. Propuesta del  
modelo de negocio para un Sistema  
de Bicicletas Públicas en la ciudad  
de La Paz**



Financiado por  
la Unión Europea



AFD



bikeNcity

## 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 3 de dicho servicio y se enfoca en el modelo de negocios y financiero del sistema de bicicletas públicas, así como la caracterización del sistema. El informe incluye la metodología y los resultados del proceso de definición de ambos modelos, así como las conclusiones y recomendaciones para que el GAMLP pueda poner en marcha el sistema. También, se incluyen la bibliografía y los anexos correspondientes.

En la sección de la metodología se hace referencia al proceso por el cual el equipo consultor logró la definición del modelo de negocios y financiero. Este, comenzó con un taller de capacitación donde se mostró las características de los sistemas de bicicletas públicas, las distintas tecnologías y proveedores, así como los aspectos básicos de la planificación, implementación, operación y monitoreo del sistema. Posteriormente se proporcionó un benchmarking al municipio focalizado en los modelos de negocio y financiero de distintas ciudades y se revisaron algunos antecedentes de la municipalidad. Como etapa final se confirmó el modelo de negocios y financiero del sistema de bicicletas públicas del GAMLP.

En el apartado de resultados se describe a detalle el modelo de negocios y financiero. Esta definición se realizó a través de reuniones de trabajo. De igual forma, dentro de esta definición, se realizó la caracterización del sistema. Es decir, la zona de servicio, el polígono de operación, el perfil de las personas usuarias, el número de bicicletas y las características de la tecnología que se sugiere implementar bajo un modelo híbrido: bicicletas sin anclaje con estaciones delimitadas.

Finalmente, en el apartado de conclusiones y recomendaciones, se brinda la perspectiva del equipo consultor respecto a los pasos a seguir por parte del GAMLP para que los modelos definidos sean implementados. De igual forma, se incluyen recomendaciones para que el GAMLP replique el proceso implementado en otras zonas de la ciudad.

## Índice

<b>Resumen ejecutivo</b>	<b>1</b>
<b>Introducción</b>	<b>4</b>
<b>Metodología</b>	<b>5</b>
1. Taller de capacitación	5
2. Benchmarking de modelos de negocio y financiero	5
3. Revisión de antecedentes	5
4. Análisis de las capacidades técnicas y financieras del GAMLP	6
5. Conformación del modelo de negocios y financiero	6
6. Caracterización del sistema	7
<b>Resultados</b>	<b>8</b>
1. Antecedentes	8
2. Modelo de negocios y financiero	10
3. Caracterización del sistema	15
<b>Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>40</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>41</b>
<b>Anexos</b>	<b>42</b>

## Mapas

Mapa 1. Orografía de La Paz	16
Mapa 2. Localización del polígono en el Macrodistrito Sur	18
Mapa 3. Área de influencia del polígono	18
Mapa 4. Equipamientos generadores de empleos y atractores de viajes	19
Mapa 5. Densidad de población en viviendas en el Macrodistrito Sur	20
Mapa 6. Puntos generadores y atractores de viaje	21
Mapa 7. Barreras urbanas naturales y artificiales	22
Mapa 8. Pendientes en el Macrodistrito Sur	23
Mapa 9. Clasificación de vías acorde a su pendiente en el Macrodistrito Sur	23
Mapa 10. Sistema vial	25
Mapa 11. Oferta de transporte público en el polígono de operación.	26
Mapa 12. Proyectos de infraestructura ciclista en el polígono de operación	27
Mapa 14. Proyección de tiempos de traslado en bicicleta eléctrica la estación de teleférico Irpavi	30
Mapa 15. Proyección de tiempos de traslado en bicicleta mecánica desde la Iglesia de San Miguel	30
Mapa 16. Proyección de tiempos de traslado en bicicleta eléctrica desde la Iglesia de San Miguel	31
Mapa 17. Proyección de tiempos de traslado en bicicleta mecánica desde la plaza Humboldt	31
Mapa 18. Proyección de tiempos de traslado en bicicleta eléctrica desde la plaza Humboldt	32

## Cuadros

Cuadro 1. Comparativa de costos entre sistema híbrido y con anclaje	6
Cuadro 2. Responsabilidades, responsables y posibles fuentes de financiamiento	11
Cuadro 3. Modos de transporte utilizados en el Macrodistrito Sur	33
Cuadro 4. Número de bicicletas estimado en relación con los grupos de población	37

## Imágenes

Imagen 1. Emplazamiento de una estación híbrida para el sistema híbrido Muévete Chilo Sinaloa	37
---	----

## Introducción

Los sistemas de bicicletas públicas son un servicio de transporte público individual en el que las personas pueden acceder a una bicicleta para realizar viajes dentro de un polígono específico de servicio. Estos generan múltiples beneficios a la ciudad como la intermodalidad, y la reducción de emisiones contaminantes debido a que se brinda acceso a un medio de transporte bajo en carbono.

Para poder implementar un sistema de bicicletas públicas, es necesario definir el modelo de negocios y financiero bajo el cual operará el programa. El modelo de negocios de un sistema se refiere a la definición de las partes involucradas en su implementación y las responsabilidades que cada una tendrá. Entre las más relevantes están definir quién se hará cargo de la propiedad de los bienes del sistema y quién estará a cargo de su operación. Esta definición se debe realizar con base en el contexto de la ciudad, específicamente con base en sus capacidades técnicas y financieras, ya que de no considerarlas, se puede establecer un modelo que no sea viable para la ciudad, y por lo tanto, no se logrará su implementación.

Por otro lado, el modelo financiero de un sistema se refiere a la definición de los gastos de inversión, conocido como Capex, y a los gastos de operación, conocido como Opex. Ambos gastos deben sustentarse por diversas fuentes de financiamiento, las cuales, también deberán ser definidas con base en el modelo de negocios, y, nuevamente, con base en las capacidades financieras de la ciudad. En este sentido, destacan como fuentes de financiamiento las

En el presente documento se establece el modelo de negocios y financiero del sistema de bicicletas públicas para la ciudad de La Paz. De igual forma, se incluye la caracterización del sistema, es decir, la zona donde se prestará el servicio, el polígono de operación, así como el perfil de las personas usuarias y las características de la flota vehicular correspondiente al programa. Este modelo debe entenderse como la base de la planificación del sistema de bicicletas de La Paz. Por tanto, en el apartado de recomendaciones y conclusiones, se encuentran los próximos pasos sugeridos por el equipo consultor, para que se logre la implementación del sistema.

## Metodología

### 1. Taller de capacitación

Como actividad inicial, durante la primera visita técnica se impartió el taller donde se presentaron las características necesarias para implementar un sistemas de bicicletas públicas y facilitar el entendimiento de las generaciones, la diferencia entre modelo de negocios y financiero, los casos de éxito y los criterios técnicos base que se deben considerar a la hora de licitar la operación de un sistema.

En el Anexo 1 se puede consultar la presentación brindada en el taller.

### 2. Benchmarking de modelos de negocio y financiero

Se desarrolló un *benchmarking* de ocho sistemas de bicicleta pública para comparar principalmente las características de sus modelos de negocio y financiero. Los sistemas analizados fueron:

- Ecobici (Ciudad de México, México)
- *Bay Wheels* (San Francisco, Estados Unidos)
- Bicimio (Cali, Colombia)
- Tembici Bogotá (Bogotá, Colombia)
- Encicla (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Colombia)
- MiBici (Jalisco, México)
- Rueda por Ibagué (Ibagué, Colombia)

De estos sistemas, se analizaron las siguientes características:

- Tecnología utilizada en bicicletas y estaciones
- Esquema de operación (Propiedad de los activos y entidad encargada de la operación del sistema)
- Responsable de la comunicación del sistema
- Fuentes de financiamiento
- Similitudes con la ciudad de La Paz

El *benchmarking* es un instrumento de suma relevancia para el equipo del GAMLP ya que permite identificar esquemas que se asemejan a las capacidades técnicas y financieras de La Paz, así como escenarios ideales para la adquisición de los activos y la operación del sistema. Esta información se revisó entre el resto de las áreas del GAMLP de manera que puede esbozarse un esquema de modelo de negocio y financiero adaptado a los requerimientos de La Paz. Los hallazgos del *benchmarking* pueden consultarse en el Anexo 2.

### 3. Revisión de antecedentes

Se revisó el documento 'Apoyo en la implementación de un sistema de bicicletas compartidas para La Paz', desarrollado por el Banco Mundial en el 2021. Este documento es el único antecedente que el GAMLP tiene respecto a la planificación de un sistema de bicicletas públicas. Para ver los hallazgos y recomendaciones de esta revisión, consultar la sección Resultados de este entregable.

## 4. Análisis de las capacidades técnicas y financieras del GAMLP

Con el objetivo de definir un modelo de negocios viable, se evaluaron las capacidades técnicas y financieras de la municipalidad. Para ello, se proporcionó un checklist (ver Anexo 3), el cual fue revisado en reuniones de trabajo con el GAMLP. Posterior a esta evaluación se definieron tanto el modelo de negocios como el financiero.

El checklist se enfocó en los siguientes componentes:

- **Financiamiento:** Incluye preguntas sobre la capacidad financiera actual del GAMLP para la puesta en marcha del sistema y la viabilidad del costo de la membresía anual.
- **Operación:** Incluye preguntas sobre la capacidad operativa actual del GAMLP para operar el sistema de bicicletas públicas.
- **Supervisión:** Incluye preguntas sobre la capacidad operativa actual del GAMLP para supervisar el sistema de bicicletas públicas, en caso de que un tercero lo opere.

Se obtuvieron respuestas al checklist (ver Anexo 4) y en reuniones de trabajo se discutieron estos aspectos para establecer el modelo de negocios (ver Anexo 5).

## 5. Conformación del modelo de negocios y financiero

Como resultado, el modelo de negocios establece que la propiedad del sistema sea pública y la operación privada. También se estableció operar bajo un modelo híbrido, con bicicletas sin anclaje pero con estaciones delimitadas, ya que la capacidad financiera del GAMLP no permite adquirir un sistema con anclaje.

**Cuadro 1. Comparativa de costos entre sistema híbrido y con anclaje**

Elemento	Sistema híbrido	Sistema con anclaje
Estación	Entre 600 <sup>1</sup> y 1000 <sup>2</sup> dólares americanos	Entre 1000 y 2000 dólares americanos <sup>3</sup>
Bicicleta	Entre 1000 y 1200 dólares americanos	Entre 40 000 y 50 000 dólares americanos

Fuente: Elaboración propia con base en ITDP, 2018.

Los costos de las bicicletas tienen un rango variable de precio, dependiendo de sus características y tecnología requerida. El costo de una bicicleta depende de la tecnología y la calidad en los materiales. Por ejemplo, en el sistema Biketown de Portland, Oregón, el costo por bicicleta en el año 2018 era de 1500 USD (ITDP, 2018). Esta contaba con una pantalla LCD alimentada por energía solar, luces automáticas y transmisión por eje sin cadena.

El costo de las estaciones y sus anclajes pueden rondar entre 40 y 50 mil USD<sup>4</sup> por estación (ITDP, 2018). El precio también dependerá del tipo de anclaje a utilizar, la tecnología del tótem (pudiendo tener solo un mapa o una pantalla), la conexión a la acometida eléctrica, en caso de que lo requiera, la ejecución de obra civil, entre otros aspectos.

<sup>1</sup> Bicicleta mecánica.

<sup>2</sup> Bicicleta eléctrica.

<sup>3</sup> Bicicleta mecánica.

<sup>4</sup> Gámez-Pérez, K. *et al.* (2018) coinciden con este rango de costos, al valorar una bicicleta en 1070 USD y la implementación de una estación en 30 000 USD.

Tomando como base los aspectos del modelo de negocios, se procedió a desarrollar el modelo financiero. Este incluye la inversión inicial de 416,480 dólares americanos y el modelo operativo. El modelo operativo se refiere a los ingresos y costos que se tendrán en la operación.

Los costos fueron obtenidos con base en la experiencias de bikeNcity en la implementación de modelos híbridos con la misma tecnología en ciudades mexicanas, así como de bibliografía. Además, se obtuvo información de dos proveedores mediante reuniones virtuales:

- Capital Bicycle: proveedor y operador colombiano de sistemas de bicicletas públicas y compartidas.
- Quantum. Proveedor boliviano con bicicletas mecánicas y eléctricas en el mercado.

## 6. Caracterización del sistema

Como parte de la caracterización del sistema, se definió la zona de servicio, el polígono, perfil de las personas usuarias, usuarios potenciales y tecnología.

Para determinar la zona de servicio se analizaron los componentes naturales, principalmente, las zonas con menor cantidad de pendientes lo cual es un factor importante para la movilidad en bicicleta. Asimismo, se tomó en cuenta la infraestructura ciclista planificada la cual permitirá potenciar los viajes del sistema de bicicletas.

Mientras tanto, para definir el polígono se tomaron en cuenta las barreras naturales y artificiales, el sistema vial y sus características, la oferta de transporte (incluyendo la oferta del sistema Walawa), la densidad de viviendas, la distribución de viajes y oferta de equipamientos y servicios. Dichos componentes permitieron delimitar el polígono y su cobertura.

Además, se definió el perfil de las personas usuarias, para ello se tomaron en cuenta diversas fuentes de información como el Estudio de Tráfico para la Actualización de la Demanda de Transporte de 2016, la Encuesta de Movilidad para el proyecto de infraestructura ciclista de 2023 y los aforos de micromovilidad para el proyecto de infraestructura ciclista de 2023.

Por otro lado, para determinar el número de usuarios potenciales se tomó en cuenta la población del macrodistrito Sur y la metodología para estimación de la demanda de ltpd, 2018. Como resultado se obtuvo el número de personas potenciales y se estimó la cantidad de bicicletas necesarias para satisfacer sus viajes dentro del polígono proyectado.

Finalmente, se dedicó un apartado para hablar de la tecnología del sistema y de sus vehículos, en el cual se identifican las principales características de las estaciones, bicicletas y se brindan algunas recomendaciones para su operación.



## Resultados

### 1. Antecedentes

El documento incluye, en su mayoría, características generales de los sistemas de bicicletas compartidas en términos de marco normativo, contractuales, técnicos y operativos. La información proporcionada es útil, ya que brinda un panorama general de cada aspecto. Sin embargo, se encuentra que el apartado más relevante para el GAMLP es el correspondiente a las 'Recomendaciones principales para la implementación de un SBC para la Ciudad de La Paz'.

En este se incluyen algunas recomendaciones técnicas que fueron tomadas en cuenta por el equipo consultor dentro de la definición del modelo de negocios y financiero, así como de la caracterización del sistema. Sin embargo, algunas no cuentan con sustentos técnicos, por lo que a continuación se resumen estos hallazgos, pues algunas no son compatibles con el análisis realizado por bikeNcity:

- **Polígono.** El documento recomienda un polígono de 8 km cuadrados, una segunda fase entre 12 y 15 km cuadrados, y una tercera expansión entre 15 y 20 km cuadrados. Sin embargo, no se mencionan los límites del polígono ni la metodología utilizada para esta definición. Sin embargo, una similitud entre este documento y los hallazgos de esta consultoría es que el polígono inicial se sitúe en Calacoto y que conecte a Calacoto, con Irpavi, Achumani y Los Pinos. Para la recomendación de que la expansión sea hacia Bella Vista y Cota Cota, se sugiere tomar en cuenta el análisis realizado en esta consultoría mediante los factores de orografía, barreras naturales y artificiales, orígenes y destinos, etc.
- **Intermodalidad.** Ambos análisis coinciden en que es de suma importancia que el sistema de bicicletas públicas funja como alimentador del sistema de transporte público colectivo, especialmente de La Paz Bus y de Mi Teleférico.
- **Número de bicicletas y densidad de estaciones.** El documento del Banco Mundial recomienda casi el doble de bicicletas para la fase inicial. Esto puede ser debido a que el área que recomiendan es casi el doble a lo que se sugiere en esta consultoría. Sin embargo, nuevamente, no se incluye la metodología con la cual se llegó a esa definición. Esto es similar a la densidad de las estaciones, sugiere una densidad de ocho estaciones por kilómetro cuadrado, a diferencia de esta consultoría que se basa en bibliografía (entre diez y dieciséis estaciones por kilómetro cuadrado), recomendando el menor umbral. Es decir, diez estaciones por kilómetro.
- **Tecnología.** El documento del Banco Mundial, recomienda implementar un piloto con bicicletas sin anclaje, mediante propiedad y operación privada, en primera instancia. Esto implica que el gobierno otorga permiso a un privado para la proveeduría de este servicio. El documento también recomienda que si no existe la oferta de este modelo, se implemente bajo el modelo de negocios que se estableció en esta consultoría: bajo propiedad pública y operación privada. Se considera que el pilotaje recomendado por el Banco Mundial ya fue llevado a cabo a través de Walawa, proveedor de monopatines eléctricos. Por ello, es de suma importancia contar con los datos de este pilotaje para la toma de decisiones de bicicleta pública.

- **Modelo híbrido.** El Banco Mundial considera que el modelo híbrido no ha sido explorado ampliamente, y que compartir los costos y riesgos entre el gobierno y el privado, puede brindar beneficios óptimos para las personas usuarias de una manera más costo-eficiente y sin tanto riesgo para el privado. En este sentido, esta consultoría va en línea con el documento, pero también considera que el modelo híbrido no solo abarca la propiedad de los bienes, sino que para esta consultoría, el modelo híbrido se transfiere a la tecnología, en donde se utilizan bicicletas sin anclaje distribuidas en estaciones delimitadas.
- **Estudio de factibilidad.** El documento del Banco Mundial recomienda realizar un estudio de factibilidad. En este sentido, este documento cubriría esa recomendación, por lo que los próximos esfuerzos del GAMLP deben estar enfocados en poner en marcha el modelo.
- **Apoyo gubernamental.** Algo en lo que coinciden ambas consultorías es en que todos los sistemas de bicicletas públicas requieren financiamiento del gobierno. En el caso de esta consultoría, se recomienda considerar al menos una contribución del 30 %. Esta puede comenzar con un monto menor e ir incrementando a lo largo del tiempo.
- **Ingresos por publicidad y patrocinios de alto perfil.** Otro rubro en el que ambos análisis coinciden es en la necesidad de contar con ingresos por publicidad. En esta consultoría se otorgan distintos tipos de combos de publicidad que pueden ser vendidos a privados, por ejemplo, bancos y supermercados. Dentro de estas negociaciones, se requiere de la visión del alcalde y su gabinete, así como asegurar su voluntad política a lo largo de todo el proceso.
- **Plan de participación ciudadana.** Por último, ambos estudios coinciden en que se requiere una estrategia de comunicación y gestión territorial para poner en marcha el sistema. Tal cual como se ha implementado con el proyecto de infraestructura ciclista, por lo que se sugiere replicar las estrategias y retomar los aprendizajes del actual proceso.

## 2. Modelo de negocios y financiero

Como parte del modelo de negocios, se definió que el sistema debe ser de propiedad pública con operación privada. Esto, de acuerdo con las capacidades técnicas y financieras actuales del GAML P.

### Modelo de negocios

El modelo de negocios de un sistema de bicicleta pública establece las partes involucradas y sus responsabilidades para la puesta en marcha del programa. En el caso del GAML se definió que la propiedad sea pública y la operación privada, es decir, mediante la contratación de un tercero.

**Propiedad pública.** Actualmente, el municipio no cuenta con recursos financieros para la implementación del sistema de bicicletas públicas. Tampoco considera que en el corto plazo podrán crear un fondo específico para este fin. En contraste, el mercado global ha dejado ver que el modelo de negocios de las empresas que proveen estos servicios no están encaminados al establecimiento de una política pública de movilidad sustentable, a diferencia de cómo se visualiza el sistema de bicicletas para La Paz. Por lo tanto, ante este panorama, al no contar con los recursos suficientes para adquirir una tecnología con anclaje, se recomienda optar por un modelo híbrido, con bicicletas sin anclaje y estaciones delimitadas en el espacio público, ambas infraestructuras bajo la propiedad del municipio (ver apartado de Tecnología).

De cualquier manera, es deseable que en el largo plazo se realicen las modificaciones necesarias para que los ingresos por estacionamiento tarifado sean orientados a un fondo de movilidad sustentable que permita la implementación de programas como el sistema de bicicletas públicas. Pues, actualmente, los recursos ingresados están orientados a un fondo general del municipio llamado Cuenta Única Municipal.

**Operación privada.** El municipio manifestó que no cuenta con la capacidad técnica y el personal para realizar la operación y mantenimiento del sistema. De igual forma, en el largo plazo no se visualiza que pueda contratarse al personal para llevar a cabo esta tarea. Por lo que se recomienda que la operación del sistema sea contratada a un tercero, y el municipio se haga cargo del pago de esta contraprestación.

Bajo este esquema, donde la operación será realizada por un privado, la supervisión del sistema deberá llevarse a cabo por el municipio. Para ello, se consideró viable el fortalecimiento de la Secretaría Municipal de Movilidad y Seguridad Ciudadana (SMMSC), contratando personal para llevar a cabo esta tarea. Esta situación se repite respecto a la comunicación del sistema. En suma, se visualiza que el equipo de la SMMSC se fortalezca con la contratación de dos personas. Este fortalecimiento se visualiza en la Unidad de Ordenamiento y Control de la Movilidad de la Dirección de Regulación y Ordenamiento de la Movilidad, de manera que la persona que se contrate se encuentre operativamente en esta unidad. Sin embargo, se requiere que la Dirección de Regulación y Ordenamiento de la Movilidad, Dirección de Planificación Integral de la Movilidad y la Dirección de Seguridad Ciudadana, fortalezcan sus capacidades de planificación, implementación, y supervisión del sistema de bicicletas públicas.

**Fuentes de financiamiento.** En cuanto a las fuentes de financiamiento, una vez que se definió que la propiedad será pública y la operación privada, se evaluó la viabilidad de éstas con base en las capacidades del municipio.

Algunas de las fuentes de financiamiento evaluadas con inviabilidad, fueron las siguientes:

Cuadro 2. Responsabilidades, responsables y posibles fuentes de financiamiento

<b>Responsabilidad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Posibles fuentes de financiamiento</b>
<b>Propiedad de la infraestructura</b>	GAMLP	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Recursos del municipio para la compra de hardware y software</li> <li>● Donación de una cooperación internacional</li> </ul>
<b>Operación y mantenimiento</b>	Tercero bajo contratación	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Recursos del municipio</li> <li>● Membresías del sistema</li> <li>● Productos publicitarios</li> <li>● Estacionamiento tarifado (en el largo plazo, tras modificación de operación de la CUM)</li> </ul>
<b>Supervisión del sistema</b>	GAMLP	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Recursos del municipio a través de la contratación de personal</li> <li>● Capacitación a personal con recursos del municipio o con apoyo de cooperación internacional</li> </ul>
<b>Comunicación del sistema</b>	GAMLP	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Recursos del municipio a través de la contratación de personal</li> <li>● Capacitación a personal con recursos del municipio o con apoyo de cooperación internacional</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

### Modelo financiero

A partir de la información anterior, se desarrolló el modelo financiero (ver Anexo 6). Este se divide en dos componentes: la inversión inicial y el modelo operativo. El modelo financiero está proyectado para el primer año de operación. Este deberá ser proyectado para los años siguientes a partir de los seis meses de operación, ajustando a las necesidades del modelo y las variables que vayan surgiendo en la marcha.

**Inversión inicial.** Esta representa los recursos necesarios para adquirir los bienes e infraestructura que garanticen el inicio de la operación del sistema. Esta categoría incluye los siguientes elementos:

- Bicycletas eléctricas y mecánicas: Flota vehicular que será adquirida para el funcionamiento del sistema. El costo incluye la personalización de las bicycletas. También, dentro del cálculo se estimó un 10 % adicional en la flota vehicular para dejarlo como stock en caso de robo o vandalismo.
- Herramientas y accesorios de reparación: Insumos que utilizarán los mecánicos que brinden mantenimiento preventivo y correctivo al sistema.
- Desarrollo de aplicación digital para usuarios: Interfaz por la cual las personas usuarias desbloquearán las bicycletas para acceder al sistema, así como también reportar fallas y acceder a información del sistema como el mapa de servicio y disponibilidad de bicycletas.
- Desarrollo de dashboard: Plataforma que aloja, procesa y presenta los datos del uso del sistema. Por ejemplo, el número de viajes, usuarios registrados, fecha y hora de inicio y fin de los recorridos, emisiones contaminantes reducidas, entre otros aspectos que sirven para monitorear el sistema y comunicar el impacto del mismo.
- Estaciones con obra: Espacios demarcados para la toma y devolución de las bicycletas. Estas incluyen la señalización horizontal y vertical, considerando un tótem informativo por estación para colocar información como el número de estación, mapa de barrio, contacto de emergencia y espacio para publicidad.
- Aranceles de importación: Porcentaje por importación de los bienes que probablemente serán traídos desde el extranjero, aplicable a la flota vehicular y a la herramienta.
- Otros gastos: dentro de esta categoría se consideraron capacitaciones al personal operativo del sistema. Por lo regular, las empresas que operan los sistemas, requieren confirmar un equipo local y capacitarlo para que brinden la operación y el mantenimiento al sistema. Entre estos gastos se incluyen los honorarios y gastos de viaje del personal que proveerá la capacitación.

**Modelo operativo.** Este incluye todos los costos y gastos corrientes necesarios para la óptima operación del sistema. El modelo se desglosa en ingresos y gastos, y está desarrollado para que sea sustentable con los supuestos mencionados.

En cuanto a los ingresos, se contemplan tres fuentes de ingresos: membresías, productos publicitarios y apoyo gubernamental:

- **Membresías.** Se establecieron tres tipos de membresías:
  - Anuales. Dirigidas a la población de La Paz, con un costo de 35 dólares americanos.
  - Mensuales. Dirigidas a personas nacionales que estén por un tiempo corto en La Paz, con un costo de 20 dólares americanos.
  - Semanales. Dirigidas a la población turística, con un costo de 15 dólares americanos.

Las membresías deberán aumentar anualmente conforme a la inflación. El número de usuarios calculado en el modelo corresponde a cuatro viajes por bicicleta, estándar mínimo que se requiere para considerar el sistema exitoso.

No se recomienda los cobros individuales por servicio, es decir, por cada viaje realizado en bicicleta, debido al riesgo de robo que representa por la facilidad de acceso a través del pago de un viaje, a la carga administrativa que representaría realizar cobro por viaje y monitorear cada uno de estos, y al déficit en las proyecciones financieras de ingresos, las cuales son más estables teniendo membresías de mayor extensión.

- **Productos publicitarios.** Se visualizan tres tipos de sponsoreo con cinco productos. Estos no son excluyentes y los precios deberían aumentar dependiendo el tipo de cliente al que se ofrezca. Actualmente el modelo incluye el mínimo indispensable para la operación del sistema pero este puede aumentar dependiendo el acercamiento que el gobierno realice con los diferentes sponsors.
  - Nombre del sistema público: Este es el producto más estratégico y de suma importancia, ya que será la identidad a través de la cuál se reconocerá al sistema de bicicletas públicas. Por ejemplo, Citi Bike en la ciudad de Nueva York lleva el nombre del grupo bancario Citigroup. En este producto, se recomienda establecer un contrato de cinco años debido a que se ofrece al sponsor primario y puede ser vendido por hasta tres hasta veces la cantidad proyectada.
  - Brandeo en la salpicadera: Se refiere a la publicidad que lleva cada una de las bicicletas en proporciones del 25 % del área por cada sponsor. Esta puede ofrecerse hasta el 50 %, es decir, una cara de la salpicadera, por ejemplo.
  - Brandeo de marca en tótem: Se refiere a la publicidad en cada uno de los tótems que estarán en las estaciones. Se recomienda ofrecer el 25 % del área destinada de publicidad por tótem.
  - Presencia de marca en APP obligado: Es un producto digital que aparecerá al abrir la app para desbloquear la bici durante dos o tres segundos en la totalidad de la pantalla.
  - Presencia de marca dentro de la APP: También es un producto digital, a diferencia del anterior, dentro de la app pueden aparecer banners publicitarios para venderse como espacio de publicidad.

Estos productos pueden ser modificados y adaptados a las necesidades del cliente. Por ejemplo, se puede vender por porcentaje de área en las salpicaderas o por número de bicicletas con el branding. En los productos digitales se pueden atraer negocios por periodicidad o por cantidad de clicks (viajes). Es decir, cada vez que abren la app cuenta como un vista en los banners. Todas son diferentes opciones en las cuales se pueden monetizar la parte de publicidad.

- **Apoyo gubernamental.** El apoyo gubernamental es monto necesario para cubrir la eficiencia del modelo, ya que las buenas prácticas este apoyo es el compromiso que tiene el gobierno para dar continuidad a los proyectos. Este se estima que cubra cerca del 30 % de los gastos de la operación.

En cuanto a los gastos operativos, el modelo considera los mínimos indispensables para soportar la operación. Estos gastos están divididos en tres rubros: administrativos, rentas y mercadotecnia.

- **Gastos administrativos.** Estos incluyen todos los gastos relacionados al personal y a la gestión del sistema que requiere garantizar el operador. Se incluye como una referencia para que el GAMLP tenga una base sobre la cual solicitar al operador. Algunos operadores pueden ofrecer una conformación distinta de estos gastos, por ejemplo, más o menos personal. Sin embargo, la estimación se recomienda como base para el inicio de las negociaciones.
  - Personal operativo: Este incluye el sueldo de los mecánicos que proveerán de mantenimiento preventivo y correctivo, y a los técnicos encargados de rebalancear el sistema. Se estiman cinco personas, dos mecánicos y tres técnicos.
  - Personal administrativo: Este incluye el sueldo de una persona a cargo de realizar pagos, cuentas por cobrar, multas y el seguimiento a las membresías.
  - Gastos de teléfono, internet y electricidad: Estos gastos son los generados por línea telefónica, internet al operador local, y el pago de la energía eléctrica.
  - Hosting de la aplicación: Incluye el pago de los servidores donde se alojará la app.
  - Mantenimiento de la aplicación y dashboard: Este incluye el sueldo a los ingenieros de software encargados de brindar mantenimiento tanto a la app como al dashboard. Esta función es relevante por la importancia de estar en condiciones óptimas la app y porque para que las bicicletas estén operando en su totalidad, el software de desbloqueo debe estar en buen estado.
- **Rentas.** Incluye el pago del espacio físico donde se encontrarán las oficinas y donde se resguarden las bicicletas en reparación, así como herramientas y refacciones.
- **Mercadotecnia.** Se refiere a los mecanismos de difusión por los cuales se incentivará el uso del sistema, este puede ser terciado a un externo. Por ejemplo, radio, televisión, espacios publicitarios, internet, etc. Este gasto debe diferenciarse de las campañas de comunicación que el gobierno debe realizar para difundir los logros, datos y métricas del sistema, las cuales estarán a cargo del área de Comunicación. También, no debe entenderse como los ingresos que se obtendrán mediante la publicidad que el sistema le dará a terceros.

El modelo financiero está diseñado para su escalabilidad y el avance en su complejidad de las operaciones. Por ejemplo, si se necesita un aumento en la mano de obra se tendrá que aumentar el costo de sueldos en el modelo. Una ventaja es que está formulado, de tal manera que se podrá actualizar conforme a las decisiones que se vayan tomando a la hora de implementarlo.

### 3. Caracterización del sistema

Como parte de la caracterización del sistema, se definió la zona de servicio, el polígono, perfil de las personas usuarias, usuarios potenciales y tecnología.

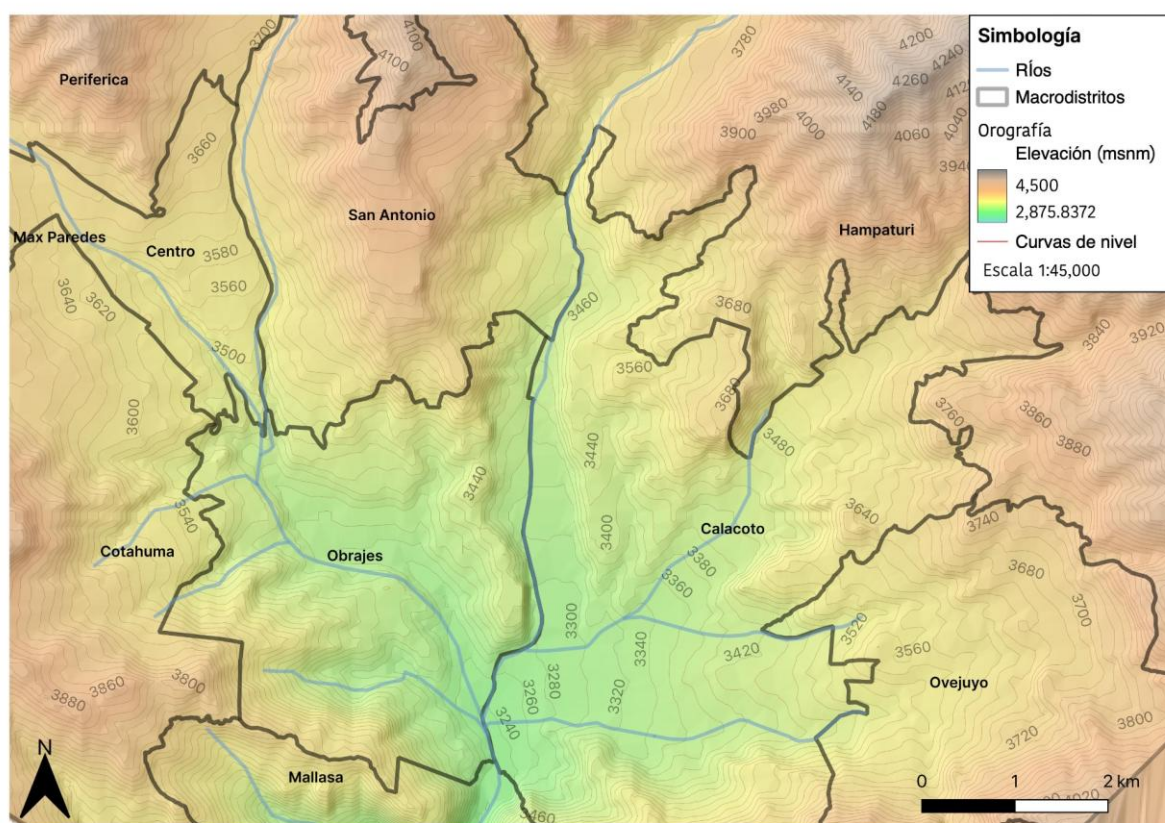
### Zona de servicio

La zona idónea para iniciar la prestación de servicio del sistema de bicicletas públicas es el Macrodistrito Sur. Esta recomendación se fundamenta en los siguientes factores:

- **Orografía de la ciudad.** La ciudad de La Paz se caracteriza por tener una orografía irregular con cambios significativos entre las distintas zonas de la urbe. El Macrodistrito Sur es la zona con mayor uniformidad topográfica en área respecto a otros macrodistritos (ver Mapa 1).
- **Objetivo del sistema.** Siguiendo el factor anterior, durante reuniones de trabajo y talleres con áreas del gobierno y ciudadanía, se identificó que en el imaginario colectivo esta es una de las razones principales por las que se considera que la bicicleta no se utiliza como medio de transporte entre distritos. Por ello, se considera que el sistema de bicicletas públicas, debe tener como objetivo principal la intermodalidad, siendo un transporte complementario al transporte público colectivo: Mi Teleférico, La Paz Bus, trufis, entre otros.
- **Inicio de la política pública de movilidad en bicicleta.** La ciudad de La Paz se encuentra en una etapa inicial de promoción del uso de la bicicleta como medio de transporte. Actualmente, la infraestructura ciclista se está planificando en el Macrodistrito Sur. Por ello, se recomienda robustecer una política integral en la misma zona, que pueda escalar a otras zonas de la ciudad.
- **Enfoque de pilotaje.** El GAMLP ha dado un enfoque de “pilotaje” a la implementación de la infraestructura ciclista, y así lo ha considerado también para el sistema de monopatines eléctricos de la empresa Walawa. Este enfoque puede servir como justificación de la implementación del sistema, en donde el sistema de bicicletas públicas funja como un elemento de maduración de la política pública.



Mapa 1. Orografía de La Paz



Fuente: Elaboración propia con base en GeoBolivia (2013).

## Definición del polígono

Para la definición del polígono de operación del sistema de bicicletas públicas, se tomó como base la factibilidad de desplazamientos en bicicleta por las diferentes zonas de la ciudad a partir de la orografía y la disponibilidad de infraestructura ciclista que permitirá incentivar los viajes. Además, se tomaron en cuenta insumos del taller de diseño de la red de cicloinfraestructura, la Encuesta de Movilidad en Macrodistrito Sur e información complementaria que se describe a continuación.

Aunque la bibliografía establece que un polígono de operación debe considerar al menos 10 km cuadrados de extensión (ITDP, 2013), esta característica es dependiente del contexto de cada ciudad. En el caso de La Paz, su orografía no permite establecer un polígono de tal extensión (ver Mapa 1).

Con base en el análisis realizado, se definió que el polígono de operación de 3.59 km cuadrados abarcando los barrios de Calacoto, San Miguel, Los Pinos Irpavi, Bajo Achumani y Achumani Central. Este se delimita por las siguientes vías: al sur con Av. Costanera, al poniente con la Av. Arequipa, al oriente con la Calle 25 y al norte con la Av. Inofuentes. Mientras tanto en la zona de Irpavi con la Av. Ovando al oriente, la Av. Alfredo Robles al poniente y la calle 9 al norte. Finalmente, en la zona de Achumani se delimita por la Av. José Manuel Chinchilla al poniente, la Av. Alexander al oriente y la calle 35 al norte.

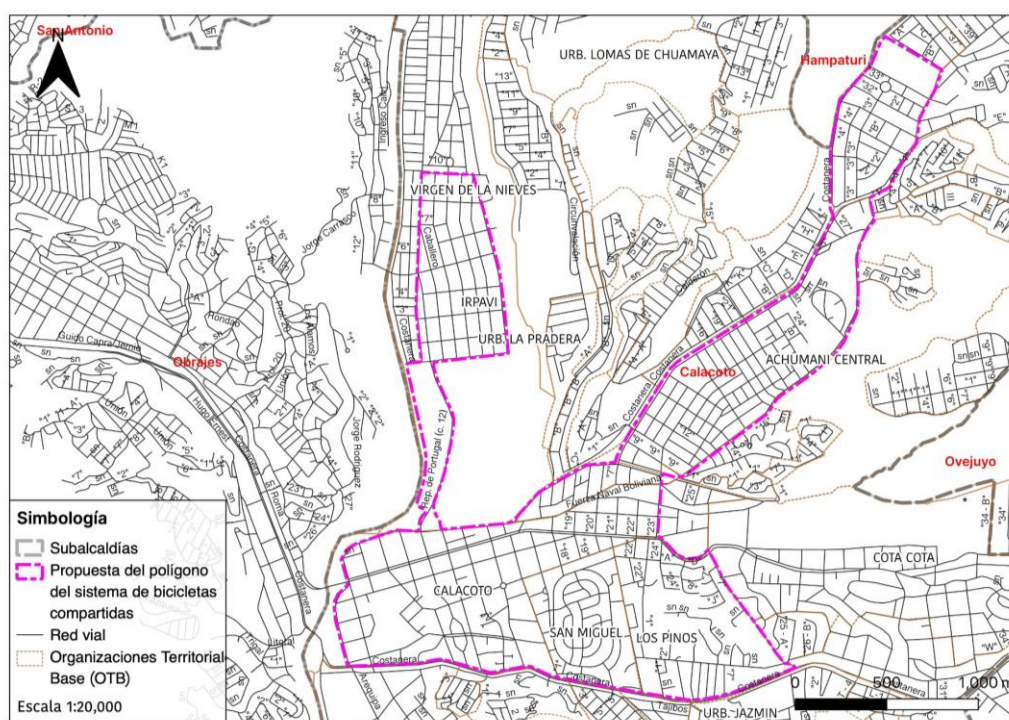
Sin embargo, aunque el polígono esté delimitado de esta manera, las estaciones ubicadas en los límites del polígono, brindan servicio entre 300 y 500 m alrededor, distancia caminable desde la estación, por lo que el área de influencia, es ser mayor a los 11 km cuadrados<sup>5</sup> (ver Mapa 3).

Dentro del análisis, y en reuniones de trabajo con el equipo del GAMLP se evaluó la factibilidad de que el polígono cubriera la zona de Cota Cota. Sin embargo, a pesar de que dentro de esta zona existen áreas planas, para acceder es necesario superar pendientes prolongadas mayores al 10 %, porcentaje máximo recomendado para vehículos de micromovilidad. Por ello, para esta fase inicial del polígono se recomienda omitir esta zona, previendo una posible extensión en el futuro que dé cobertura a equipamientos importantes como la Universidad de San Andrés.

---

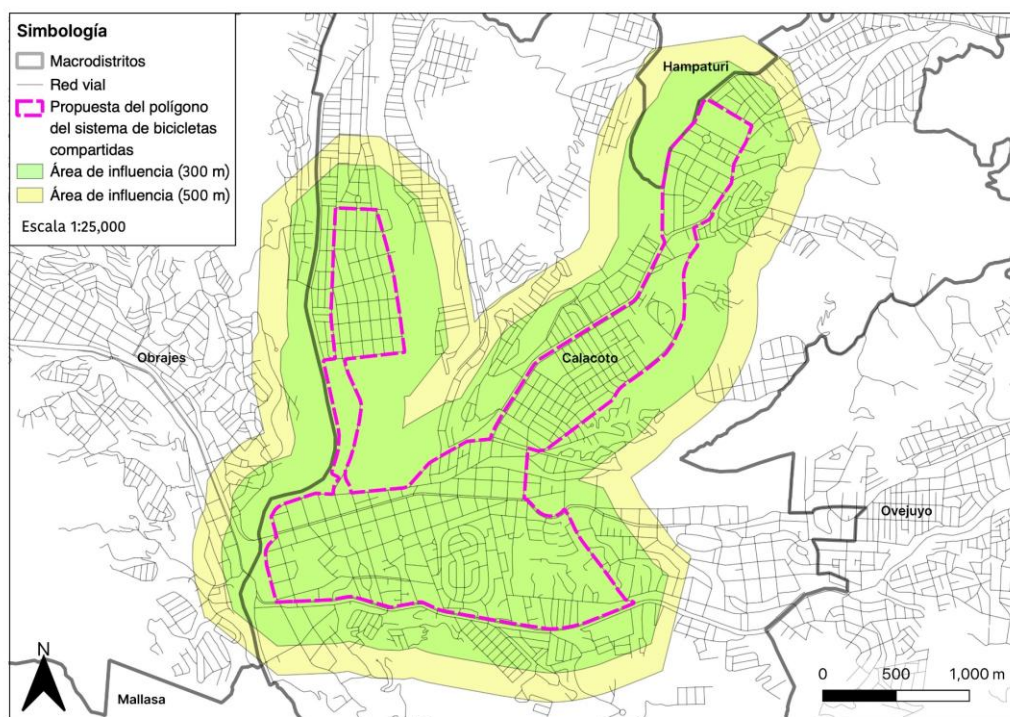
<sup>5</sup> Debido a la traza urbana, el área puede corresponder a zonas que no tienen una continuidad vial.

Mapa 2. Localización del polígono en el Macrodistrito Sur



Fuente: Elaboración propia con base en información del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (2023).

Mapa 3. Área de influencia del polígono



Fuente: Elaboración propia con base en información del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (2023).



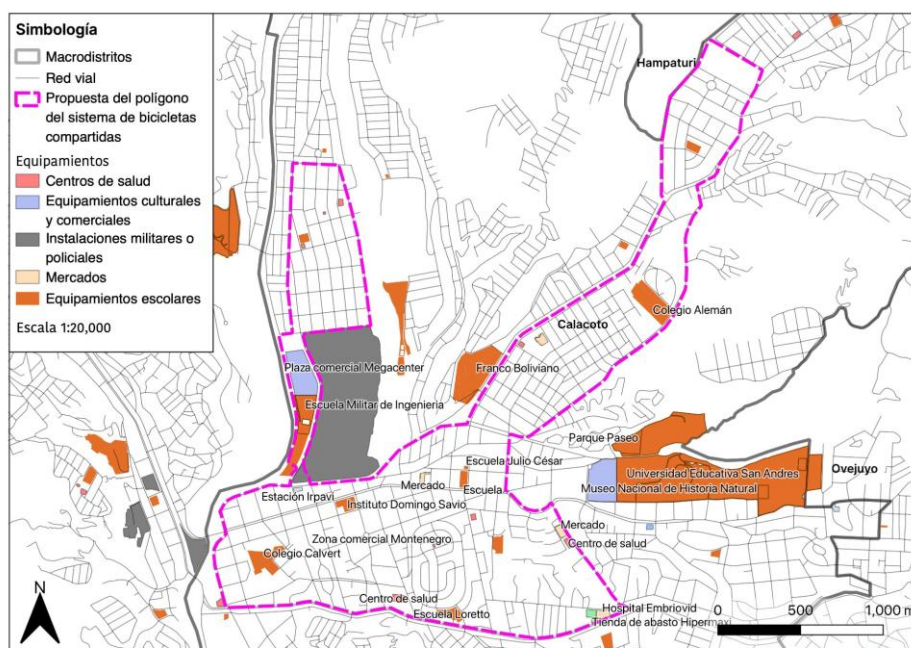
A continuación, se describen los elementos analizados para la definición del polígono.

**Puntos generadores y atractores de viajes.** Dos de los aspectos primordiales en la planeación de un sistema de bicicleta pública son la ubicación de la vivienda y de los centros de empleo. Por lo general, las zonas habitacionales se consideran como áreas generadoras de viajes (origen) y las zonas donde se concentran los empleos se consideran como los puntos atractores de viaje (destino). Dentro del Macrodistrito Sur, se identificaron los siguientes puntos generadores y atractores de viaje:

- Zonas habitacionales: Se analizó la densidad de los barrios de Calacoto, San Miguel, Los Pinos, Achumani, e Irpavi, los cuales requieren de una oferta de transporte. Entre estos destaca
- Puntos turísticos: Museo Nacional de Historia Natural, Estadio Rafael Mendoza Castellón, parques y plazas públicas como la plaza Balaguer, la Plaza 17 de Calacoto, el parque Laguna de Cota Cota, entre otras.
- Equipamientos educativos: Escuela Militar, Colegio Alemán, Universidad Mayor de San Andrés, Instituto Domingo Savio, Colegio Calvert, entre otros.
- Equipamientos comerciales: Plaza comercial Megacenter, zona comercial de la calle San Miguel, mercados y tiendas de abasto.

Respecto a los empleos, según las Cartillas Macrodistritales, en el año 2016, cerca de 67 mil personas eran personas ocupadas, es decir, personas económicamente activas con una vocación laboral remunerada. El distrito 18 cuenta con una mayor población clasificada como profesionistas, científicos o intelectuales (47.3 %), mientras tanto el distrito 21 concentró un mayor número de trabajadores de servicios o vendedores del comercio (21.1%). La información disponible en las Cartillas Macrodistritales no muestra la ubicación geográfica de las zonas o lugares de empleo, por ello, se tomaron como base los equipamientos generadores y atractores de viajes como estaciones de transporte público, mercados, locales comerciales, equipamientos educativos, culturales y centros de salud.

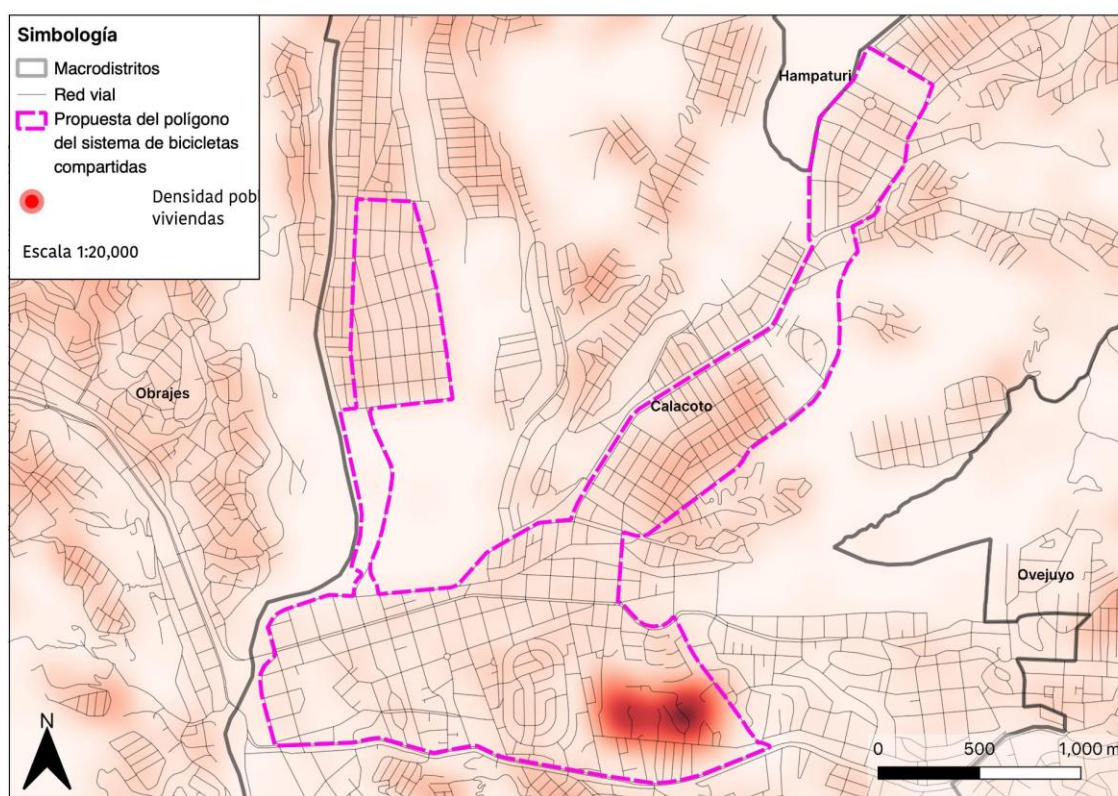
Mapa 4. Equipamientos generadores de empleos y atractores de viajes



Fuente: Elaboración propia con base en GeoBolivia (2013).

**Densidad poblacional.** De acuerdo a las Cartillas Macrodistritales (2016), el Macrodistrito Sur contaba con una densidad poblacional de 3,084 habitantes por kilómetro cuadrado. De las 925,365 personas censadas ese año en La Paz, 147,000 (15.9 %) habitaban en este macrodistrito, siendo el distrito 18 el que concentra mayor población (41.3 %), seguido del Distrito 21 (37.4 %) y finalmente el Distrito 19 (21.2%). En el siguiente mapa se muestra la distribución de la densidad poblacional en el Macrodistrito Sur de La Paz, así como en el polígono delimitado. Se observa cómo las mayores densidades de población se encuentran en la zona de Los Pinos, seguido de Irpavi y Achumani, mientras tanto en zonas como San Miguel y Cota Cota la densidad es menor.

Mapa 5. Densidad de población en viviendas en el Macrodistrito Sur

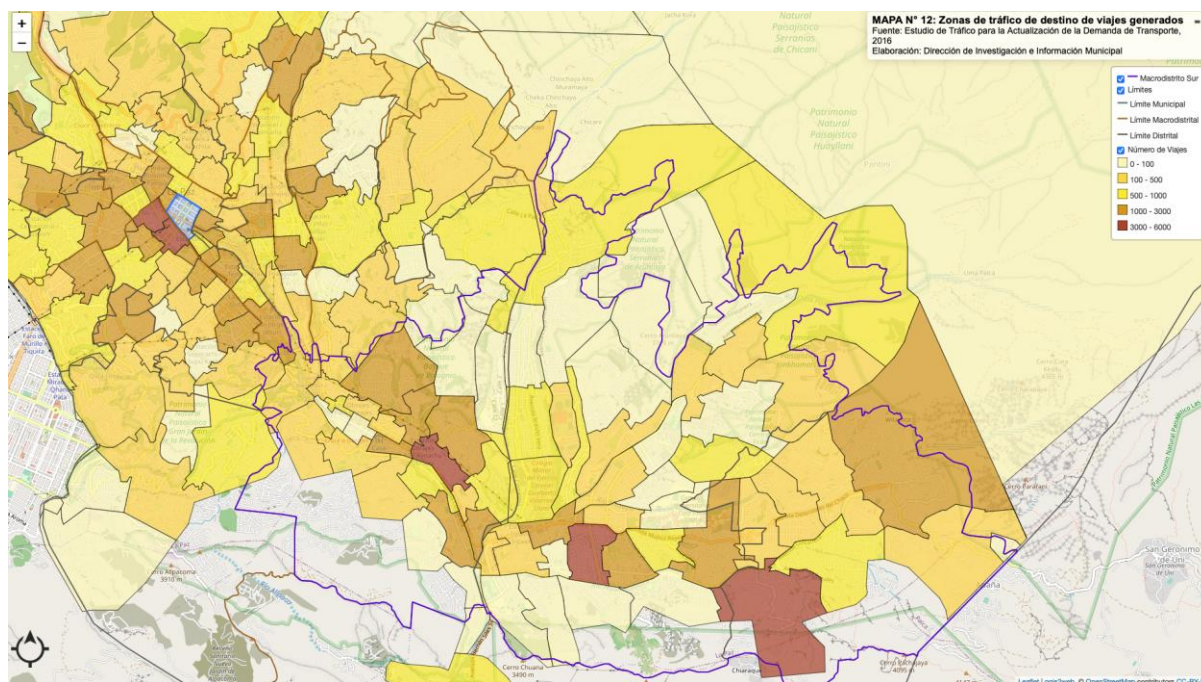


Fuente: Elaboración propia con base en GeoBolivia (2013).

Con la información obtenida de la densidad de población, puntos atractores de viaje y tomando en cuenta el mapa de Zonas de tráfico de destino de viajes generados, correspondiente a las Cartillas Macrodistritales (Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, 2018) se detectó que el área que más viajes genera dentro del Macrodistrito Sur es la zona de San Miguel y Los Pinos, debido a su densidad de población y diversidad de actividades. En segundo lugar se encuentra la entrada a Irpavi por su oferta de equipamientos y áreas de transbordo entre los diferentes medios de transporte. Finalmente, la zona de Obrajes también cuenta con alta demanda de viajes, al igual que el Macrodistrito Centro (ver Mapa 6).



Mapa 6. Puntos generadores y atractores de viaje



Fuente: Cartillas Macrodistritales (Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, 2018).

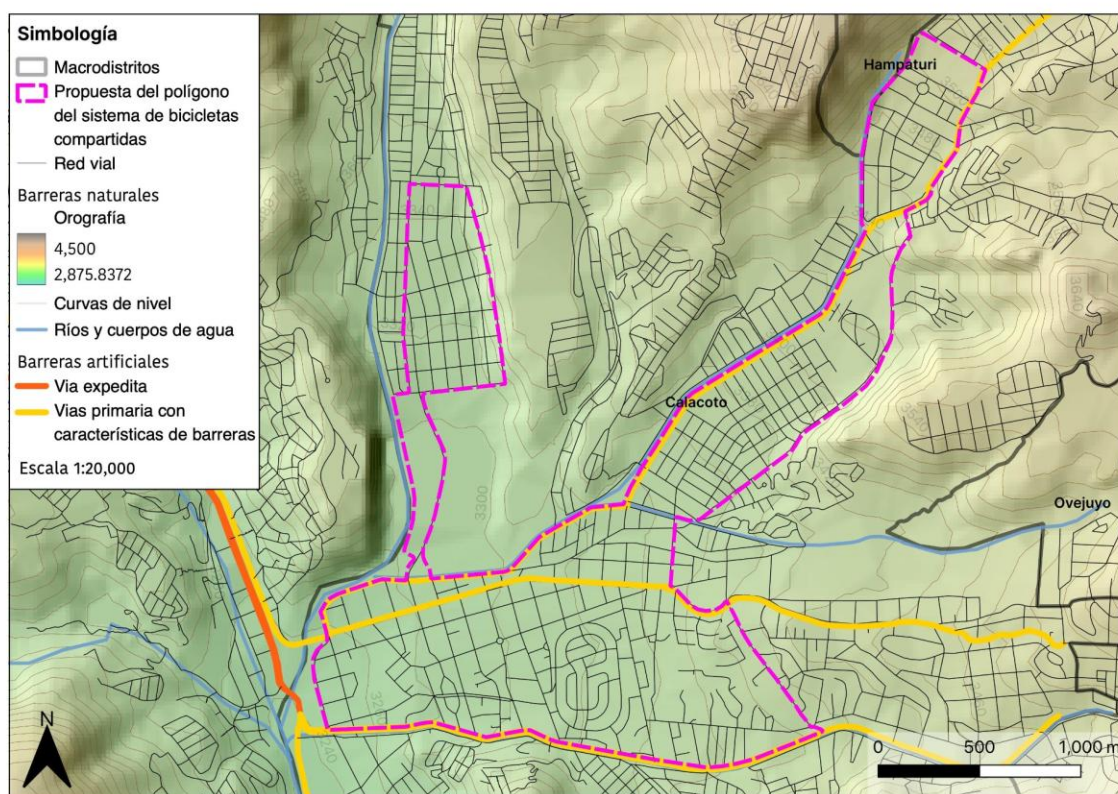
**Barreras urbanas naturales y artificiales.** Las barreras naturales y artificiales son aquellas infraestructuras que segregan o dividen a la ciudad, generando espacios impermeables. Estas deben considerarse a la hora de planificar un sistema de bicicleta pública, ya que hay que garantizar la seguridad de las personas usuarias a la hora de realizar los desplazamientos. Especialmente de aquellas personas que actualmente no utilizan la bicicleta como medio de transporte. Algunas de las barreras naturales pueden ser los ríos, lagos y cambios pronunciados de nivel que generan pendientes considerables. En cuanto a las artificiales, pueden ser autopistas urbanas o vías de alta velocidad, pasos a desnivel, puentes vías férreas, entre otras.

Para el caso de la ciudad de La Paz, dentro de las barreras naturales se identificó al Río Irpavi al poniente de la plaza comercial Megacenter, asimismo el cuerpo de agua ubicado al norte de la calle Tomasa Murillo. También se identifican los canales de la Av. Costanera y el canal de la Av. José María Chinchilla, que si bien cuentan con puntos de cruce en algunos tramos, interrumpen el tramado urbano pues los cruces no son continuos. En cuanto a las pendientes, se pronuncian principalmente hacia Cota Cota y al norte de Achumani, caso similar sucede en la conexión con la zona de Obrajés y hacia el Macrodistrito Centro.

En cuanto a las barreras artificiales se encuentran la Av. Roma y la Av. Costanera por su alta velocidad de circulación y volumen de tráfico motorizado. También, algunos tramos de las vías Av. Ballivián, Av. Inofuentes y Av. José Manuel Chinchilla pueden ser impermeables en ciertos tramos y horas del día derivado de su forma y volumen vehicular. Sin embargo, la velocidad de operación de las vías y el control de velocidades mediante semaforización que existe actualmente diferencian a estas vías de las mencionadas al principio.

Finalmente, la Av. Muñoz Reyes representa una barrera para las personas ciclistas debido a su pendiente. Aunado a ello, la traza urbana en plato roto como resultado de las elevaciones topográficas, dificulta la accesibilidad y movilidad activa hacia estas zonas en vehículos de micromovilidad.

Mapa 7. Barreras urbanas naturales y artificiales



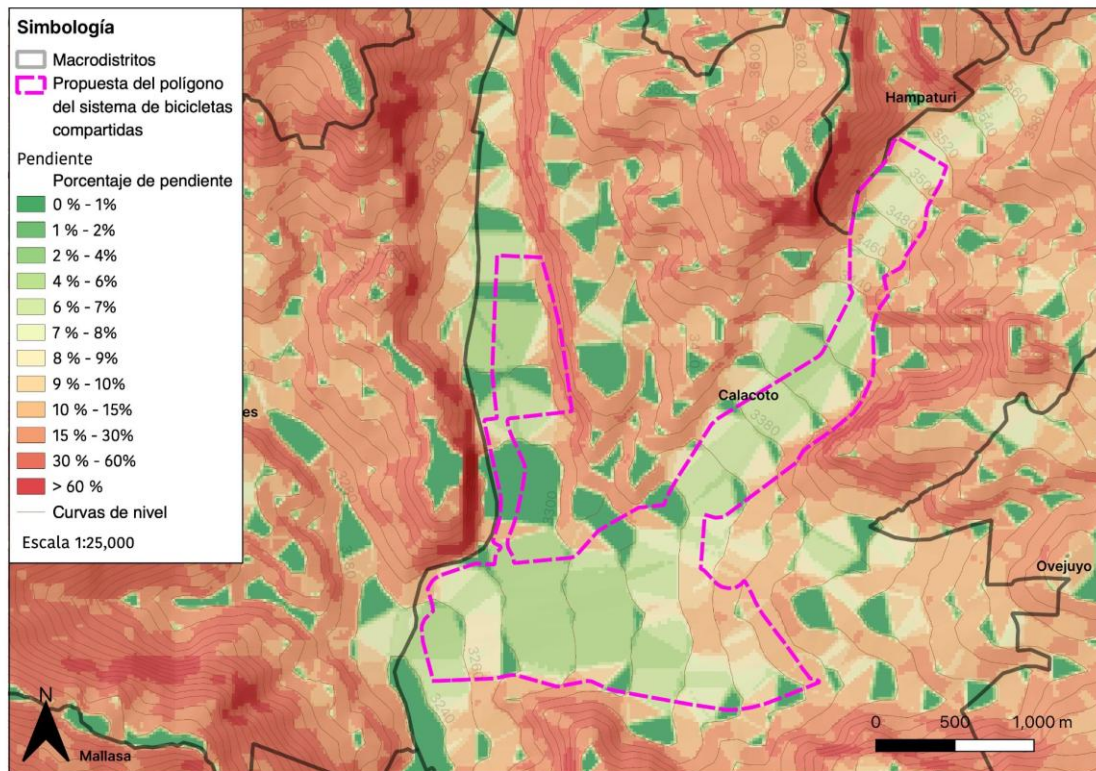
Fuente: Elaboración propia con base en Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (2023) y GeoBolivia (2012).

**Orografía.** Debido a que la orografía es un aspecto crucial a considerar en la planificación urbana para la ciudad de La Paz, se realizó un análisis de los porcentajes de pendientes en la zona donde se brindará el servicio. Como se mencionó al inicio de este apartado, el Macrodistrito Sur cuenta con la topografía apropiada para el desplazamiento de vehículos de micromovilidad entre 0 y 6 % y tramos con hasta 10 % de pendiente (Generalitat de Catalunya, 2008), principalmente las zonas de San Miguel, Achumani e Irpavi. Respecto al polígono delimitado para el sistema de bicicletas públicas, este se ubica en su mayoría en una zona de pendientes óptimas para el ciclismo urbano.

A través de un modelo digital de elevación con las curvas de nivel, se generó un mapa de sombras para clasificar las pendientes acorde a los porcentajes recomendados para los desplazamientos de micromovilidad.

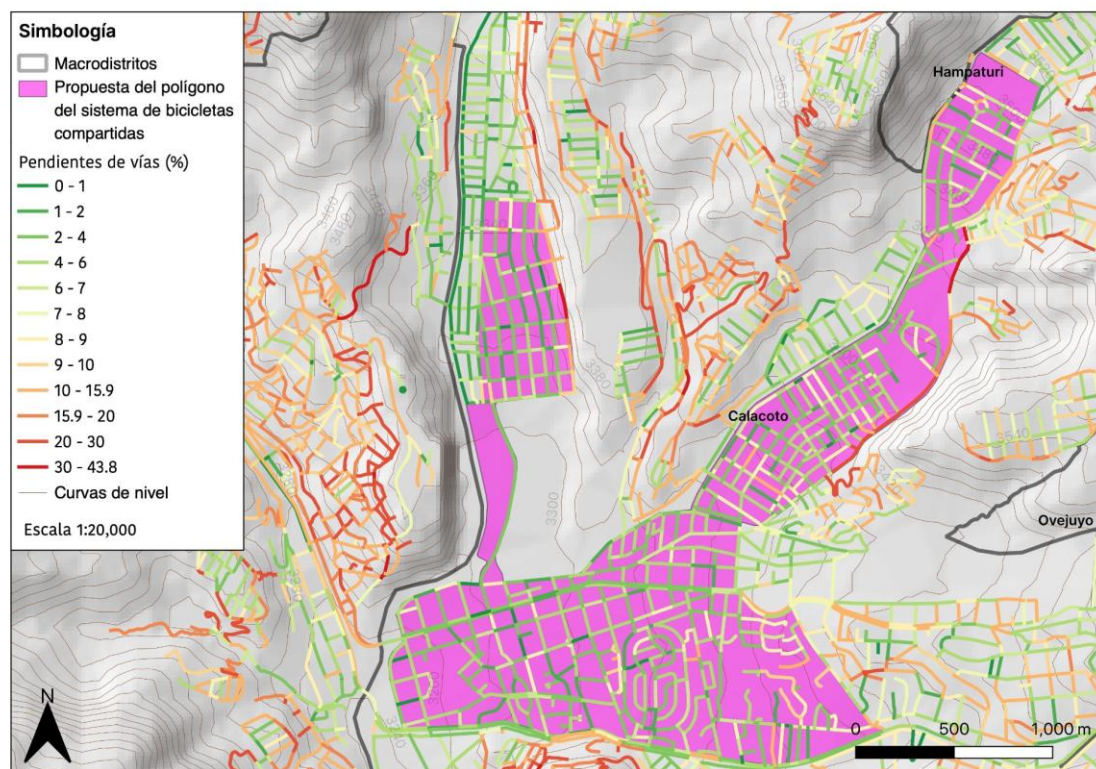


Mapa 8. Pendientes en el Macrodistrito Sur



Fuente: Elaboración propia con base en GeoBolivia (2013).

Mapa 9. Clasificación de vías acorde a su pendiente en el Macrodistrito Sur



Fuente: Elaboración propia con base en Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (2023).



Con información de la red vial del municipio de La Paz se realizó una clasificación de las pendientes de cada una de las calles. Gracias a este análisis, en contraste al mapa de pendientes, fue posible identificar las zonas y calles con pendientes óptimas para los desplazamientos de micromovilidad. Asimismo, este análisis permitió descartar algunas zonas que de acuerdo a pendientes pronunciadas se dificulta el acceso en este tipo de vehículos, por ejemplo, la zona de Cota Cota.

A pesar de que el análisis muestra que el área designada como polígono tiene pendientes idóneas (menores al 10 %), de acuerdo al punto de origen y destino del viaje, la pendiente total del recorrido puede ser mayor a este valor, debido a la orografía general de la ciudad. Por ejemplo, los desplazamientos desde la zona de Irpavi o San Miguel hacia Achumani tendrán una pendiente ascendente.

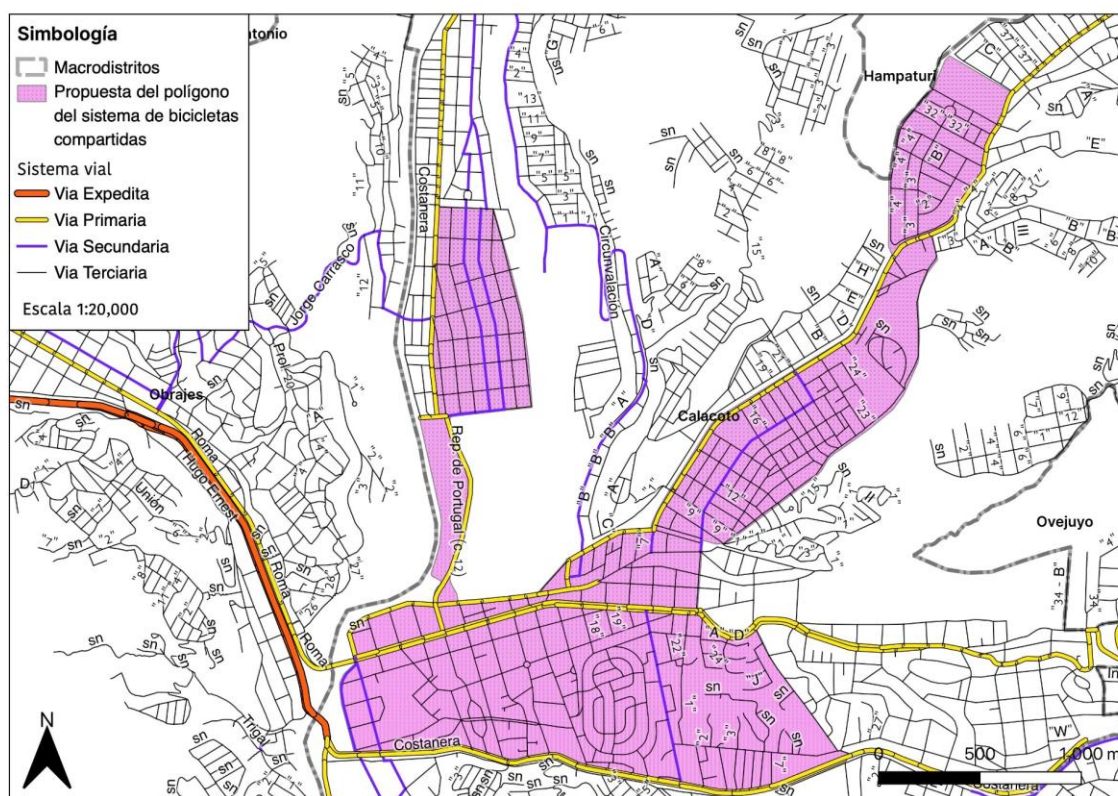
Otro ejemplo es al realizar un viaje de la estación de Irpavi de Mi Teleférico hacia el Estadio Rafael Mendoza Castellón. La distancia es de 4.2 km en un desnivel de 220 metros, lo cual resultaría en un viaje con una pendiente general del 18 %. Sin embargo, los tramos específicos de la mayoría de las calles para llegar a este punto cuentan con pendientes aceptables. En conclusión, acorde al punto de origen y destino los viajes pueden tener pendientes ascendentes y descendentes que dificultan o faciliten los traslados o requieran una mayor cantidad de esfuerzo físico.

**Vialidad y transporte.** De acuerdo al Manual de Diseño Vial de La Paz (Cooperación Suiza en Bolivia, 2018) el sistema vial de La Paz se conforma por los siguientes tipos de vías:

- Vialidades expeditas: Su función principal es aligerar el congestionamiento en la ciudad formando el entramado básico de la estructura vial, creando una comunicación con los principales sitios de interés de la ciudad. En el polígono delimitado no incluye vías expeditas, ya que son estructuras que no corresponden a la escala humana, y, que incluso, pueden ser consideradas como barreras urbanas.
- Vialidades primarias: Su principal función es articular el sistema de vialidades expeditas, constituyendo enlaces directos entre los espacios generadores de tránsito principales. Buena parte del polígono delimitado es atravesado por este conjunto de vías. En específico se incluyen la Av. Costanera, Av. Ballivián, Av. Muñoz Reyes, Av. Inofuentes, Av. Tomasa Murillo, Av. José Manuel Chinchilla, Av. Rafael Pabón y Av. Ovando Candia. Como se ha mencionado previamente este tipo de vías requieren de tratamientos de rediseño y control de velocidades para no generar puntos de conflicto e inseguridad vial.
- Vialidades secundarias: Enlazan el entramado vial primario con las vías terciarias. Dentro del polígono de operación se encuentran la Avenida Arequipa, Calle 21, Av. García Lanza, Av. Alfredo Gobles, las calles Pablo Sánchez y Braulio Vera, entre otras.

Derivado de la complejidad de la traza urbana, el polígono del sistema de bicicletas compartidas es atravesado por algunas de las vías mencionadas anteriormente. Estas cuentan con un alto aforo vehicular tanto de vehículos privados como de transporte público. Por ello, para la correcta operación del sistema y garantizar la seguridad de las personas usuarias será necesario identificar las intersecciones más problemáticas y atenderlas mediante el rediseño vial.

Mapa 10. Sistema vial



Fuente: Elaboración propia con base en Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (2023).

**Oferta de transporte público.** Otros elementos que considerar son los proyectos en materia de infraestructura que buscan incrementar el uso de la bicicleta en la ciudad como modo de transporte. Dentro del conjunto de proyectos propuestos por esta asistencia se encuentra la red de infraestructura ciclista para el macrodistrito Sur, la cual cubre principalmente la zona de San Miguel con infraestructura ciclista segregada y compartida con las calles Julio Patiño, Av. Sánchez Bustamante, Calle 12, 13 y 18, entre otras.

Acorde a las Estadísticas del Servicio Municipal del Transporte PumaKatari, 2018 (consultado en las Cartillas Macrodistritales 2018) en el Macrodistrito Sur operan las rutas de Chasquimpampa e Irpavi II del Pumakatarí, beneficiando a más de 113 mil habitantes. En esta zona opera de igual manera el transporte público convencional de Bús, Carry, Micro, Microbús, Minibús y Trufi concentrando en la Av. Ballivián la mayor densidad de rutas de estos diversos medios de transporte.

Por otro lado, el Macrodistrito Sur se beneficia de la línea verde del Mi Teleférico, y específicamente en el polígono de operación propuesto se encuentra la estación Irpavi. Además, recientemente se opera un piloto de un sistema de micromovilidad eléctrica por medio de monopatines de la empresa Walawa, en la siguiente ilustración se muestran los puntos de abordaje autorizados para su disposición.

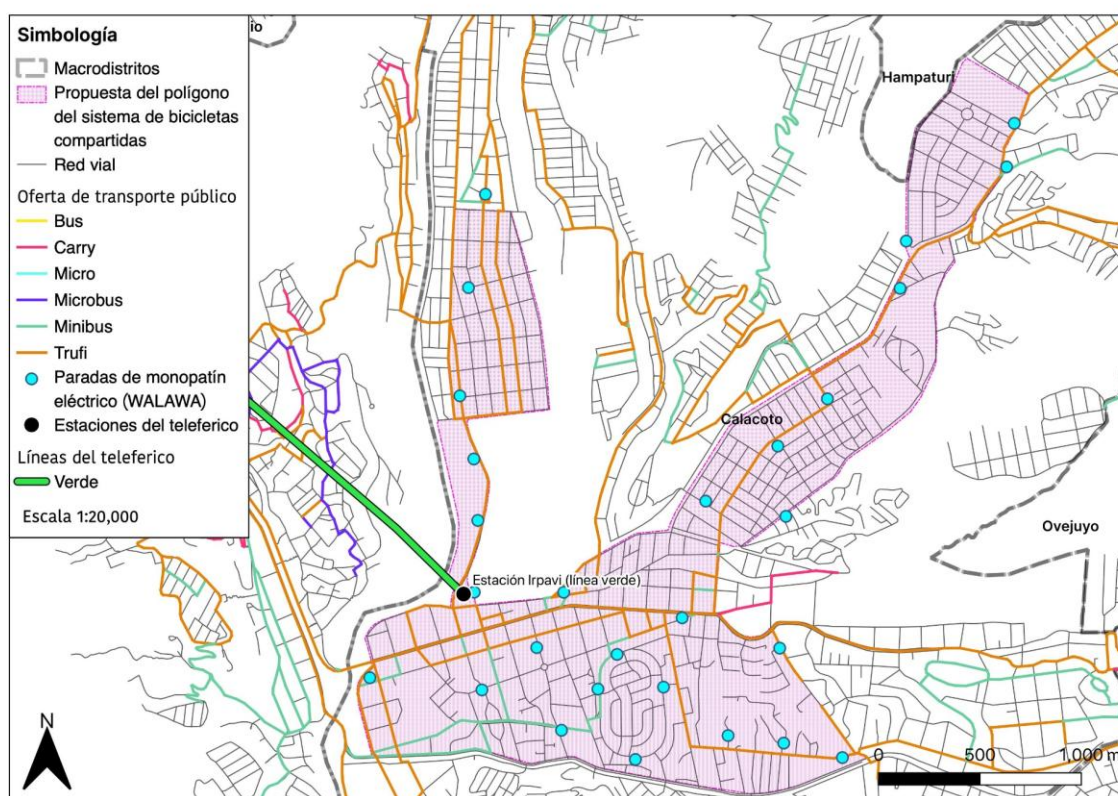
**Oferta de infraestructura ciclista.** Tomando en cuenta la red de infraestructura ciclista planificada para el Macrodistrito Sur, la zona de San Miguel contará con infraestructura de la siguiente forma:

- Infraestructura ciclista segregada en la Av. Julio Patiño, Av. Rafael Sánchez Bustamante, Av. Arequipa, y calles 12, 13, 19, 21 y 22.
- Infraestructura compartida en la Av. Julio Patiño, Av. Rafael Sánchez Bustamante, Mariscal Montenegro, y calles 18 y 21.

Además, se representa la infraestructura existente sobre la Av. Hernán Siles Suazo (Camino a Mallasa) y un ciclocarril sobre Calle 28 (zona del Estadio Rafael Mendoza).

Esta infraestructura potenciará el uso de la bicicleta como medio de transporte en esta zona. Sin embargo, es recomendable que se planifique y construya más infraestructura ciclista en las zonas de cobertura del sistema de bicicletas públicas restantes, principalmente en Achumani e Irpavi.

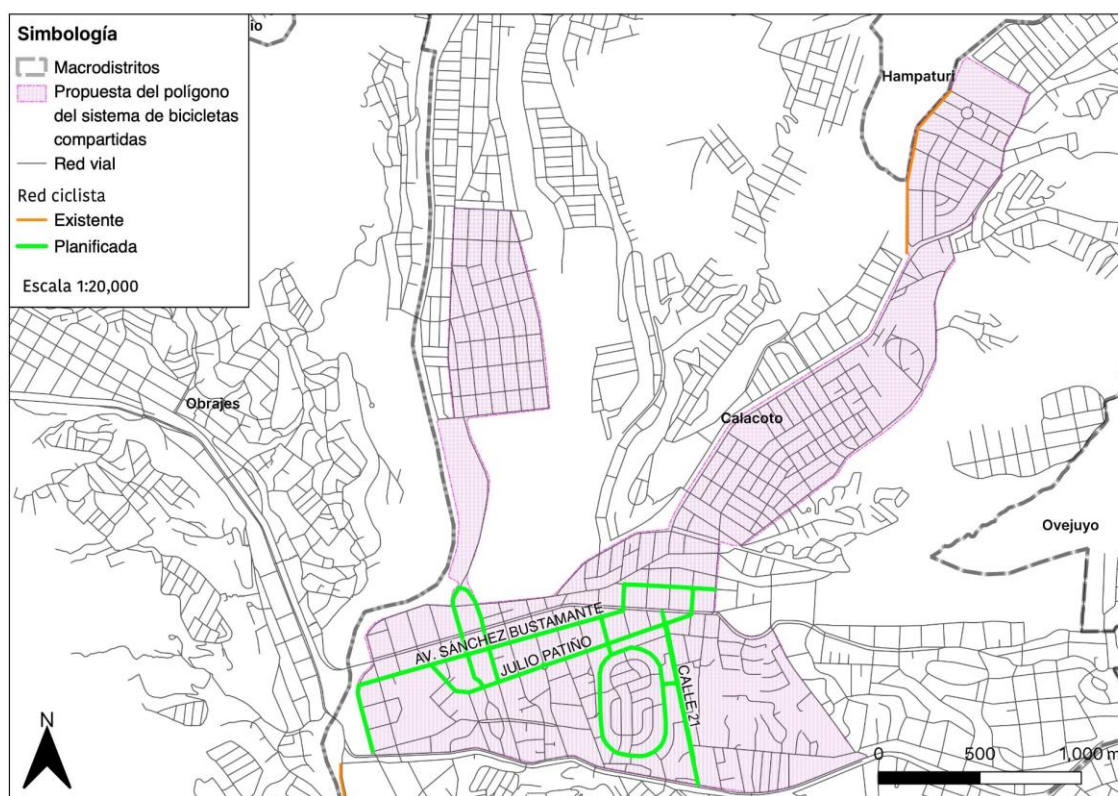
Mapa 11. Oferta de transporte público en el polígono de operación.



Fuente: Elaboración propia con base en Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (2023).



Mapa 12. Proyectos de infraestructura ciclista en el polígono de operación



Fuente: Elaboración propia con base en Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (2023).

La infraestructura ciclista planificada en el mapa anterior corresponde a la consultoría de “Red de ciclo-infraestructura para el municipio de La Paz, Fase I - Macrodistrito V”. El GAMLP actualmente está realizando los estudios correspondientes para ampliar la red en este y otros macrodistritos.

**Puntos con conflictos viales.** Son zonas que se caracterizan porque las condiciones de diseño geométrico que presentan son poco seguras e incluyentes para el ciclista, presentando un alto riesgo de generar hechos de tránsito. Esta información permite diseñar estrategias y planes de acción que reduzcan los hechos de tránsito y propicien el aumento de la movilidad activa. Sin embargo, revisando diversas fuentes de información del municipio y GeoBolivia, no se encontró información que geolocalice históricamente los puntos de conflictos viales en la zona.

Por otro lado, acorde a la jerarquización vial y volumen de vehículos se estima que algunos de estos conflictos viales ocurren en la Av. Ballivián, Av. Costanera, Av. Inofuentes, Av. José Manuel Chinchilla y Av. Muñoz Reyes. Ante esto, es deseable que se genere y sistematice información sobre los puntos de conflicto y motivos por los que suceden, para diseñar acciones concretas que los mitiguen.

**Tiempos y distancias.** Los tiempos y distancias de traslado son un factor al momento de elegir un modo de transporte. De acuerdo con la Oficina de la Bicicleta de Murcia (s.f.), un viaje en bicicleta a una velocidad moderada de 10 km/h puede recorrer 5 km en 30 minutos y 3 km en 18 minutos. Este análisis tomó en cuenta los principales puntos de transbordo que resultaron de la Encuesta sobre Movilidad en el Macrodistrito Sur (2023):

- Entrada a Irapavi (Calle 12 y 13)
- Iglesia de San Miguel
- Plaza Humboldt
- Teleférico verde
- Entrada a Koani (Calle 17)
- Entrada a Achumani (Calle 23)

A partir de estos puntos se realizó un análisis geoespacial de isócronas con el software QGIS usando las herramientas Open Route Service (ORS)<sup>6</sup> para calcular los tiempos de viaje en bicicleta y la herramienta Qgis Network Analysis Toolbox (QNEAT) para calcular las distancias.

La herramienta ORS permite hacer una proyección con la base de datos diferenciando entre diversos medios de transporte, para lo cual se seleccionó “bicicleta regular” y “bicicleta eléctrica”. Es importante destacar que para esta proyección se seleccionaron los intervalos de tiempo a partir de los primeros tres puntos de transbordo. Sin embargo, la herramienta no permite modificar variables como la velocidad del vehículo, sentido de circulación, pendientes ascendentes o descendentes, edad, disponibilidad de infraestructura ciclista u otros factores que puedan influir en los resultados de la proyección. Por ello, en un caso real, el tiempo de traslado podría ser diferente.

Mientras tanto, la herramienta QNEAT se empleó para estimar las distancias estimadas de traslado a partir de los seis puntos de transbordo. Esta herramienta realiza una proyección a partir de la red vial y establece parámetros como la velocidad de viaje. Al igual que ORS, la proyección omite algunas variables importantes que pueden diferir de los viajes reales.

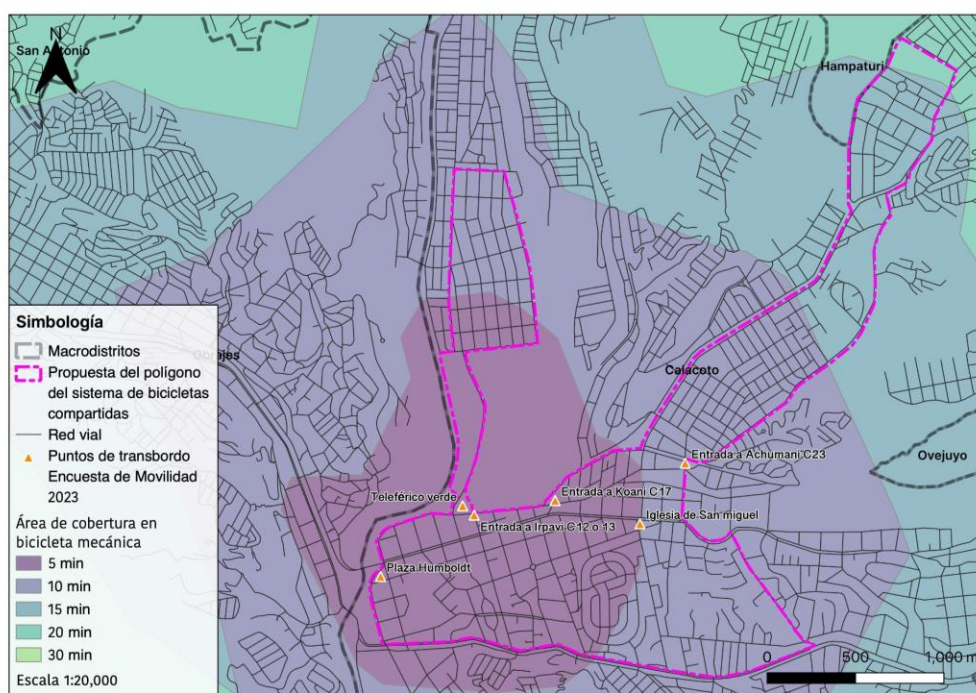
---

<sup>6</sup> <https://openrouteservice.org/>

Para proyectar las distancia de viaje, se tomó como referencia una velocidad promedio<sup>7</sup> de 12.5 km/h e intervalos a cada 500 metros desde los puntos de proyección. Como resultado, la mayor parte de los viajes desde los puntos de transbordo se cubren en una distancia de 2.5 km, siendo una excepción la zona de Las Flores / Complejo Strongest que requiere de una distancia de viaje de hasta 4 km.

Por otro lado, se realizó una proyección de los tiempos de viaje utilizando bicicleta convencional (mecánica) y bicicleta eléctrica desde los puntos de transbordo. Como resultado, los viajes en bicicleta convencional pueden cubrir viajes dentro del polígono en un estimado de entre 15 y 20 minutos dependiendo del punto de origen y destino. En cuanto a los tiempos de traslado en bicicleta eléctrica, los tiempos de viaje máximo se proyectan de 15 minutos desde plaza Humboldt o la entrada hacia Irpavi hacia la zona de Las Flores / Complejo Strongest. Sin embargo, con esta modalidad de micromovilidad asistida será posible cubrir viajes en la mayor parte del polígono con un tiempo estimado de 10 min.

Mapa 13. Proyección de tiempos de traslado en bicicleta mecánica desde la estación de teleférico Irpavi

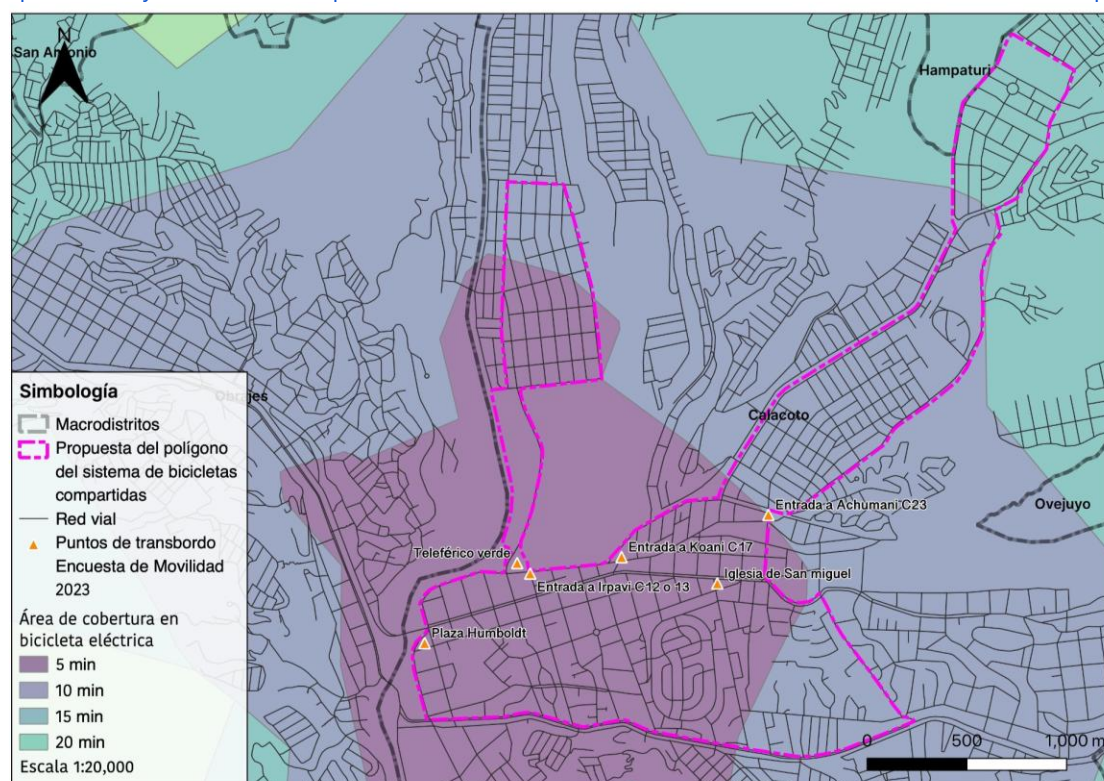


Fuente: Elaboración propia con Open Route Service.

<sup>7</sup> Velocidad promedio de viaje de las compañías Jump y Dezba (bicicletas sin anclaje) en la Ciudad de México (Secretaría de Movilidad, 2020).

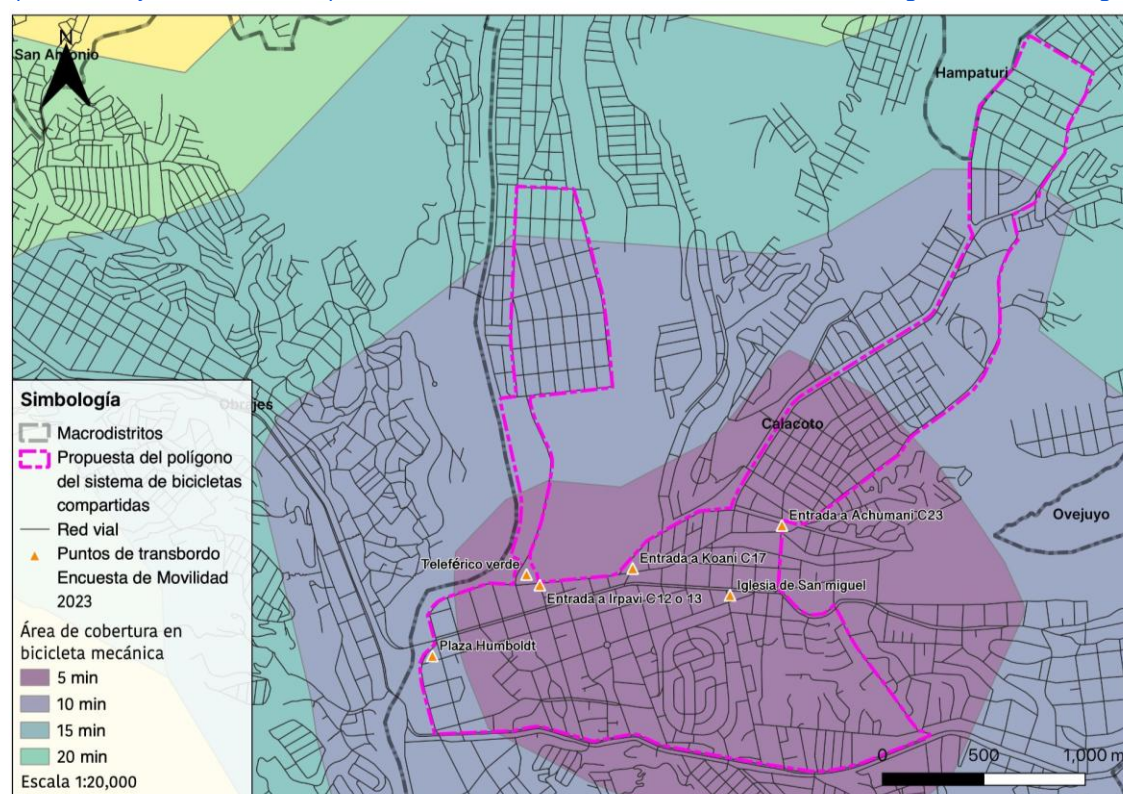


Mapa 14. Proyección de tiempos de traslado en bicicleta eléctrica la estación de teleférico Irpavi



Fuente: Elaboración propia con Open Route Service.

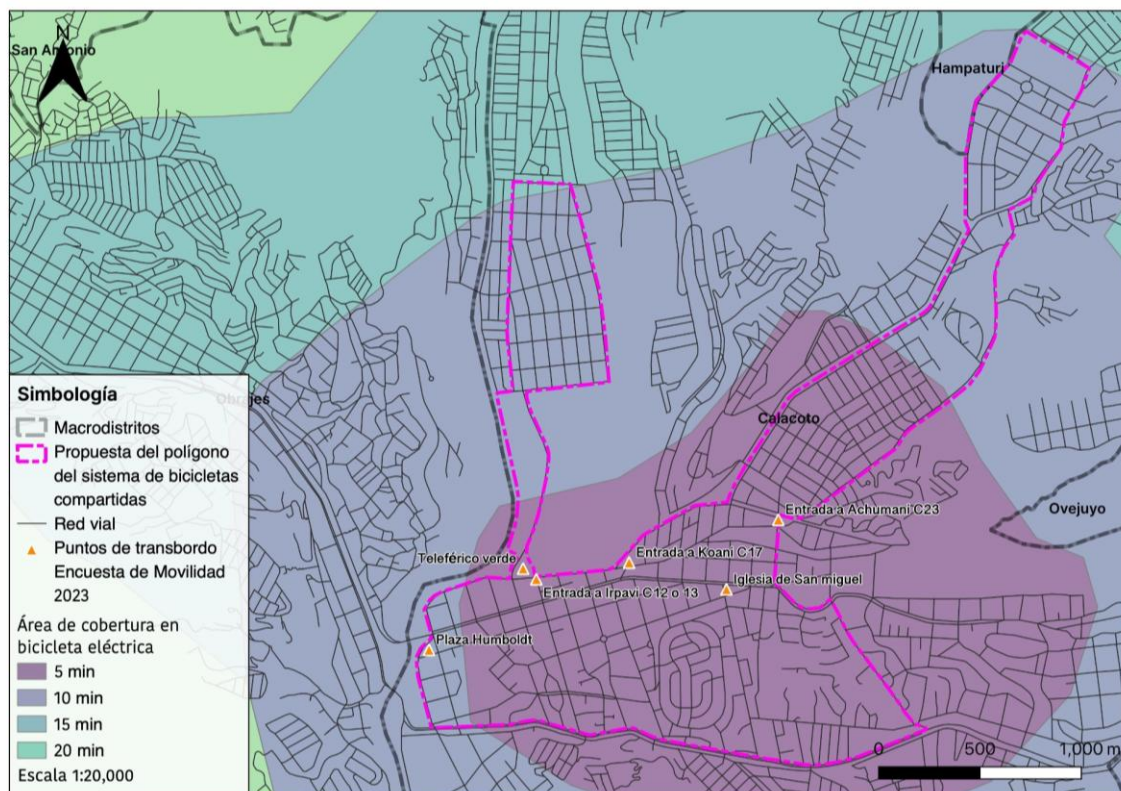
Mapa 15. Proyección de tiempos de traslado en bicicleta mecánica desde la Iglesia de San Miguel



Fuente: Elaboración propia con Open Route Service.

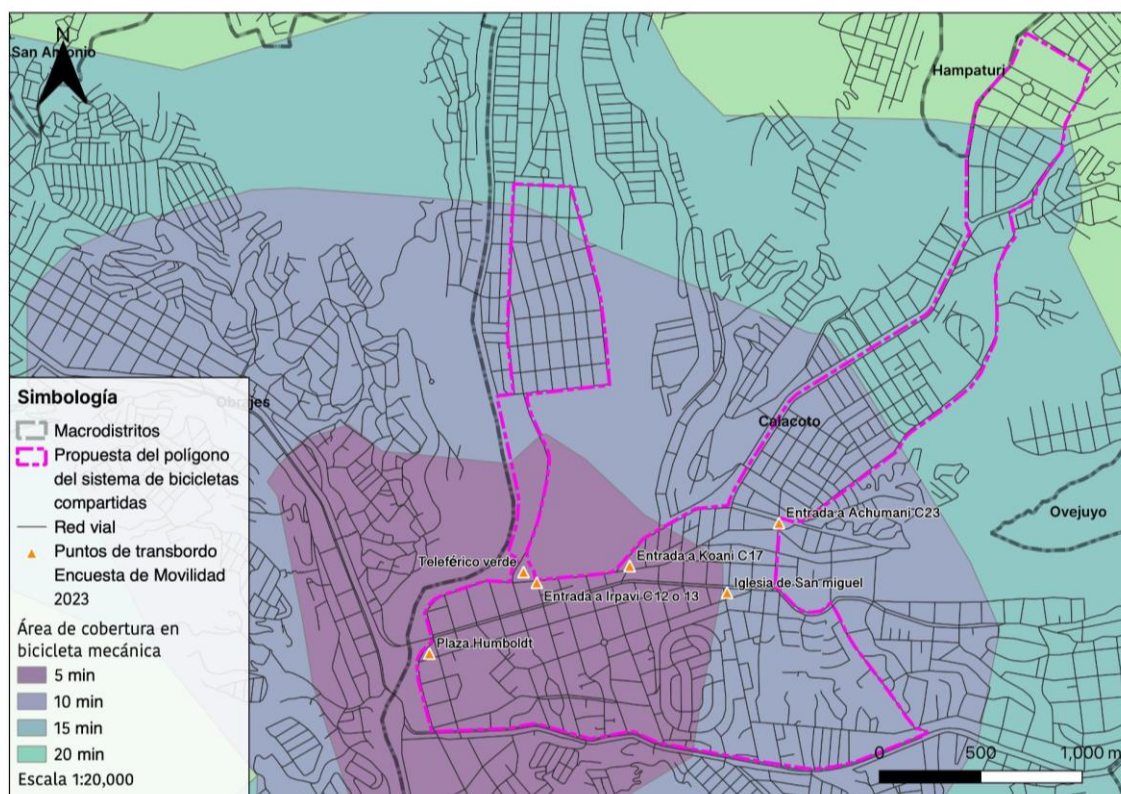


Mapa 16. Proyección de tiempos de traslado en bicicleta eléctrica desde la Iglesia de San Miguel



Fuente: Elaboración propia con Open Route Service.

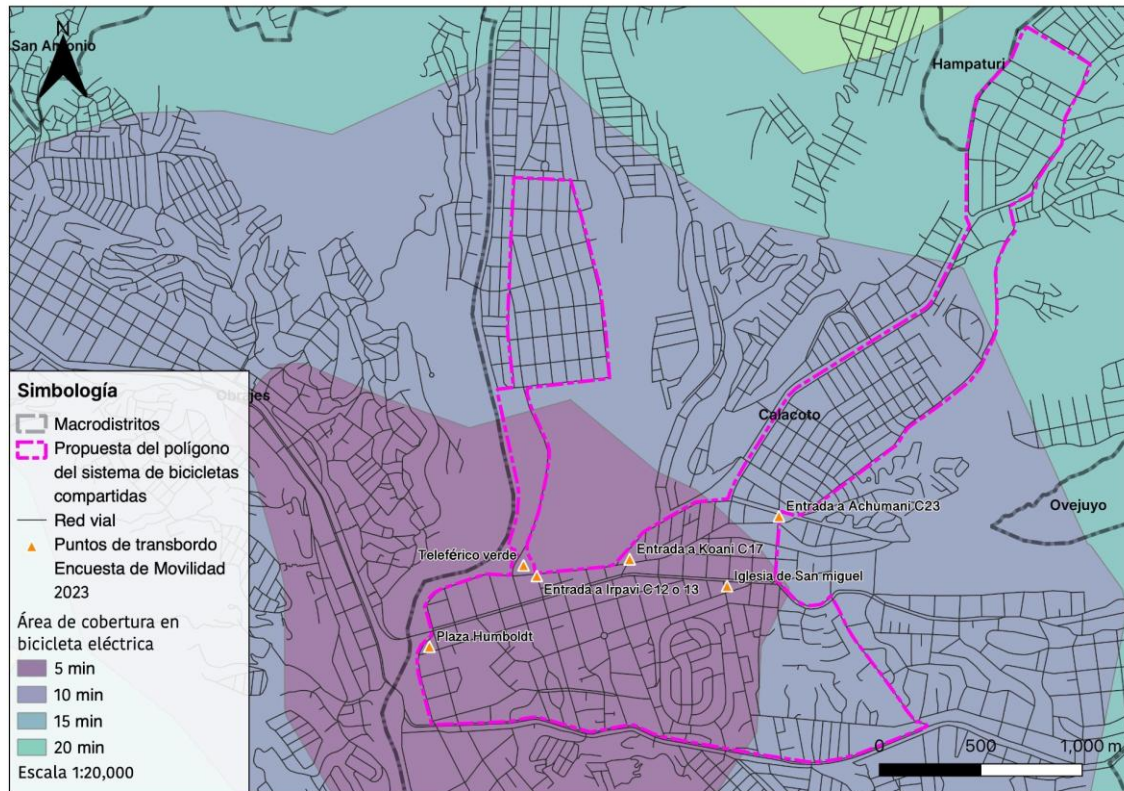
Mapa 17. Proyección de tiempos de traslado en bicicleta mecánica desde la plaza Humboldt



Fuente: Elaboración propia con Open Route Service.

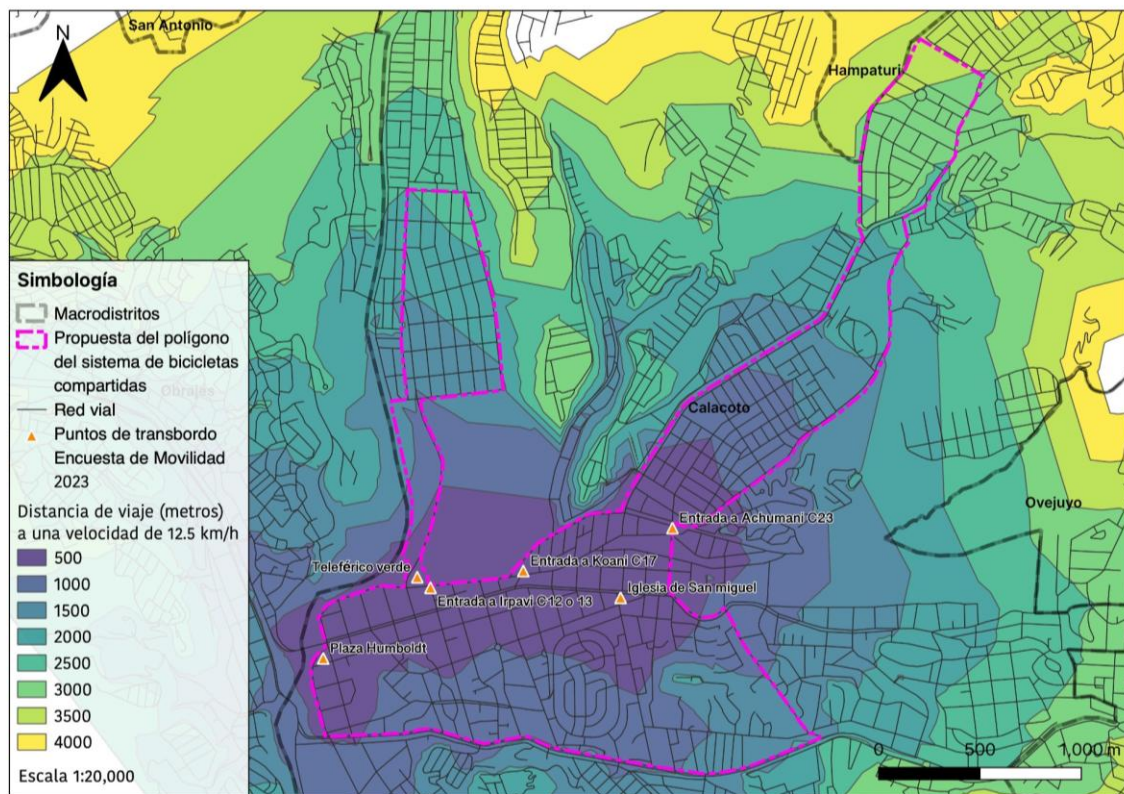


Mapa 18. Proyección de tiempos de traslado en bicicleta eléctrica desde la plaza Humboldt



Fuente: Elaboración propia con Open Route Service.

Mapa 19. Proyección de distancias de traslado en bicicleta



Fuente: Elaboración propia con Qgis Network Analysis Toolbox.

## Perfil de las personas usuarias

Para conocer el perfil de las personas usuarias, se analizaron tres fuentes de información:

- Estudio de Tráfico para la Actualización de la Demanda de Transporte de 2016
- Encuesta de Movilidad para el proyecto de infraestructura ciclista de 2023
- Aforos de micromovilidad para el proyecto de infraestructura ciclista de 2023

### Estudio de Tráfico para la Actualización de la Demanda de Transporte

De acuerdo con resultados del Estudio de Tráfico para la Actualización de la Demanda de Transporte de 2016, contenidas en las Cartillas Macrodistritales (Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, 2018), en la ciudad de La Paz se realizan más de 1.2 millones de viajes diarios. El 10.2 % de estos, se realiza en el Macrodistrito Sur: 124 000 viajes. Estos se reparten en los siguientes modos de transporte.

Cuadro 3. Modos de transporte utilizados en el Macrodistrito Sur

Modo de transporte	Transporte público	A pie	Vehículo privado	Bicicleta	Góndola escolar / institucional
Porcentaje	80 %	13.7 %	5.2 %	0.7 %	0.5 %
Viajes	99 200	16 988	6448	806	558

Fuente: Elaboración propia con base en las Cartillas Macrodistritales.

El 34 % del total de viajes realizados en el Macrodistrito Sur se concentran entre las 6 y 10 de la mañana y los demás en el resto del día. Estos viajes tienen como destino:

- El mismo Macrodistrito Sur (34 %)
- El Macrodistrito Centro (25 %)
- El Macrodistrito Cotahuma (19 %)

Cabe mencionar que, de quienes viajan en transporte público, el 76 % no requiere realizar transbordos para llegar a su destino. En cambio, el 21 % realiza un transbordo y el resto requiere hacer dos o más transbordos.

Además, se indica que los principales motivos de viaje son:

- Trabajo (46 %)
- Educación (21.9 %)
- Compras (14.5 %)

Por otro lado, se identificó que para las personas de bajos ingresos, el gasto en transporte público representa el 39 % de su presupuesto, mientras que para las personas de ingresos altos, representa el 5.4 %. En promedio, por viaje, una persona gasta Bs. 3.30, con un tiempo de espera de 8 minutos y 49 minutos de viaje.

En promedio, una unidad de transporte público recorre 4 km en 33 minutos (Ministerio de Vivienda y Urbanismo del Gobierno de Chile, 2015), por lo que esto indica que en 49 minutos se recorren 6 km. En contraste, una persona en bicicleta puede recorrer los mismos 6 km en 23

min<sup>8</sup>, incluso alcanzando una distancia recorrida de 12.7 km en 49 min. Esto indica que un viaje en bicicleta es doblemente eficiente para recorrer la distancia que viaja en promedio la población del Macrodistrito Sur en transporte público y se reduce el tiempo de traslado en un 53 % al ahorrar 26 minutos. Cabe resaltar que incluso el tiempo de espera puede reducirse o eliminarse cuando se tiene acceso a una bicicleta, ya sea o propia o que forme parte de un sistema de bicicletas públicas.

Si bien los datos proporcionados por este instrumento pueden orientar decisiones, hay que tener presente que a partir de la pandemia por Covid-19 los patrones de viaje han tenido cambios. Es deseable que se implemente una Encuesta Origen-Destino para tener una estimación de la demanda más acertada. Esta aplicación puede empezar en el Macrodistrito Sur, para el desarrollo del sistema de bicicletas públicas, y escalar los aprendizajes a otros macrodistritos.

Sin embargo, estos datos no están desagregados por género, por lo que se consideró oportuno complementar el análisis con datos de la Encuesta de Movilidad y de los aforos de micromovilidad aplicados durante el desarrollo de esta consultoría.

### **Encuesta de Movilidad para el proyecto de infraestructura ciclista**

Ahora bien, como parte del diseño de la red de infraestructura ciclista para el Macrodistrito Sur se aplicaron 1,113 encuestas en dicha zona, del 6 de abril al 1 de mayo del 2023. De estas, 399 fueron aplicadas por encuestadores en campo y 714 respondidas vía online (ver Informe 8 para conocer a profundidad los detalles del ejercicio).

Entre los principales hallazgos (bikeNCity y GAMLP, 2023) se identificó que:

- El principal motivo de viaje es el trabajo (30 %), seguido por la recreación (23 %), y diligencias (15 %). Por lo que el sistema podrá cubrir tanto viajes intermodales que serán complementarios a los sistemas de transporte público actual, como a los viajes cortos locales.
- 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. Esto debe considerarse a la hora de la distribución del número de bicicletas entre estaciones, siendo estos los tres puntos clave en donde deberán asignarse mayor número de bicicletas y monitorear el balanceo para que haya disponibilidad en las horas pico.
- La principal calle de circulación es la Av. Ballivián seguida por la Calle 21 de Calacoto, con el 21 % y 16 % respectivamente. De estos desplazamientos, no todos corresponden a los que se realizan en bicicleta. Además, ambas calles no están consideradas en la primera fase de infraestructura ciclista, por lo que se entiende que el flujo de las personas ciclistas se llevará hacia las calles con infraestructura. De cualquier manera, es deseable que las intersecciones a lo largo de ambas calles sean mejoradas para proveer de seguridad vial.
- El 55 % de las personas encuestadas se mueven de manera principal en transporte público, lo cual incluye transporte particular como taxis y trufis y en cuanto al público incluye PumaKatari, Chikititi y Mi Teleférico. Esto resalta nuevamente el objetivo del sistema de bicicletas públicas, para primer y último tramo en combinación con el

---

<sup>8</sup> En promedio un viaje en bicicleta de 5 km puede realizarse en 19 min (Ministerio de Vivienda y Urbanismo del Gobierno de Chile, 2015).



transporte público. Por lo que se recomienda ubicar las estaciones cerca de los puntos de transferencia de la zona.

- El 19 % de las personas se desplazan en automóvil, el 16 % a pie, el 4 % en bicicleta, 2 % en monopatín y el resto en otros modos de transporte. Se recomienda generar una encuesta de satisfacción, a los seis meses de implementación del sistema, para monitorear cómo es que el sistema de bicicletas modifica este reparto.
- El 57 % de las personas encuestadas no cuentan con una bicicleta propia. Este dato es crucial para usarlo durante la promoción del sistema de bicicletas públicas, ya que es un porcentaje alto que se estaría captando a través del sistema.
- Solo el 36 % de las mujeres encuestadas cuentan con una bicicleta propia contra el 49 % de los hombres. Este dato también es importante para comunicar, ya que el sistema estará beneficiando a las mujeres al proveerles acceso a la bicicleta. Sin embargo, es importante recordar que algunas mujeres no cuentan con las habilidades necesarias para conducir una bicicleta, por lo que para garantizar que las mujeres usen el sistema será necesario planificar programas de biciescuela. Estos pueden hacerse en colaboración con los grupos de la sociedad civil que ya actualmente ya están previendo este servicio.
- Solo el 23 % de las personas encuestadas mencionaron sentir seguridad o mucha seguridad vial al transitar por la Zona Sur. Aunque el proyecto de infraestructura ciclista está proveyendo soluciones para garantizar la seguridad vial, solo están enfocadas en la red ciclista que se definió. Es de gran importancia replicar los rediseños de las intersecciones, ya que cuando el sistema de bicicletas públicas opere, los ciclistas circularán en calles que no tengan infraestructura ciclista para llegar a las que las tienen.
- El 77 % de las personas encuestadas indicó que están dispuestas a realizar o completar sus trayectos en bicicleta o monopatín eléctrico si existiera infraestructura segura para este tipo de transporte. De igual forma, el 73 % de las personas encuestadas indicó que están dispuestas a realizar sus viajes en bicicleta si existiera un sistema de renta o alquiler. Estos datos son justificación de las acciones que se están llevando a cabo en el Macrodistrito Sur y pueden ser utilizados para asignar mayor presupuesto desde las secretarías, e incluso a la hora de buscar sponsors para financiar el sistema.

### **Aforos de micromovilidad para el proyecto de infraestructura ciclista**

Como parte del diseño de la red de infraestructura ciclista para el Macrodistrito Sur se aplicaron aforos de vehículos de micromovilidad en 10 puntos del Macrodistrito Sur (ver Informe 8 para conocer a profundidad los detalles del ejercicio). A continuación se presentan los hallazgos más relevantes a considerar en el diseño del sistema de bicicletas públicas:

**Vehículo de micromovilidad.** En días de semana, el acumulado de viajes en días fue de 586, de los cuales 357 fueron realizados en bicicleta (61 %), 182 en monopatín (31 %) y 47 en algún otro vehículo de micromovilidad como patines, patinetas y carros de carga (8%). En fin de semana, de 497 viajes registrados, el 73 % se realizan en bicicleta, 19 % se realizan en monopatín y el 8 % en otros vehículos y dispositivos. Se percibe un incremento en el uso de la bicicleta para los viajes realizados en fin de semana. Si bien una de las metas de un sistema de bicicletas públicas es que la bicicleta se establezca como modo de transporte, se considera beneficioso que durante el fin de semana se realicen viajes más recreativos en este modo, incluso cuando el sistema de bicicletas opere, ya que de esta forma se puede atraer a los ciclistas de fin de semana hacia los días de semana. Para ello será necesario retomar el programa de vía recreativa y enfocarlo hacia el polígono donde se proveerá el servicio del sistema, y por otro lado, como ya se recomendó, implementar un programa de biciescuela para enseñar a las personas a utilizar la bicicleta como medio de transporte. También, se pueden implementar campañas durante los

fin de semana para comunicar cómo funciona el sistema, dónde se puede registrar, de los costos y los beneficios.

**Puntos de intermodalidad.** De igual forma, 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. Ambos puntos deben ser considerados en la distribución de estaciones del sistema de bicicletas públicas, sumados a los anteriormente identificados por la encuesta.

**Género.** El 88.7 % de personas que utilizan vehículos de micromovilidad en días de semana son hombres, mientras que el 11.3 % son mujeres. Similar a los viajes realizados en fin de semana, donde 87.8 % son hombres y el 12.2 % son mujeres. Este dato de género respecto al uso de la bicicleta es crucial y se recomienda retomar dentro de la justificación del proyecto de sistema de bicicleta pública, pudiendo establecer como objetivos el que más mujeres utilicen la bicicleta como medio de transporte. En otras ciudades se ha visto que gracias a la oferta de un sistema de bicicletas, más mujeres han utilizado este medio de transporte. Por ejemplo, en el sistema de bicicletas Ecobici de la Ciudad de México se tiene registro de que un tercio de las personas usuarias son mujeres (33.6 %). Al iniciar operaciones en 2010, el número de registros de mujeres era del 20 %. Si bien existe una brecha de género, esta es menor a la de las mujeres ciclistas que tienen una bicicleta propia en la ciudad, en donde representan el 24 % (Semovi, 2023).

**Edad.** El 52 % pertenece al grupo de edad de entre 19 y 29 años, siendo el grupo etario más común en días de semana. Mientras que para el fin de semana, se encuentra una variación, siendo dos grupos etarios: entre 19 y 29 años y entre 30 y 59 años, ambos con 39%. Esto nos refiere a que son los jóvenes quienes utilizan la bicicleta como medio de transporte. Por ello, es deseable que la comunicación del sistema use una imagen y lenguaje fresco, que motive a más jóvenes a utilizar el sistema. Por ejemplo, a la hora de desarrollar material fotográfico y videográfico, apoyarse de mujeres y hombres jóvenes que estudian y trabajan.

**Distancia de los viajes.** Es de suma relevancia destacar que una tercera parte de los viajes se realizan dentro del mismo Macrodistrito Sur. Las distancias entre distintos puntos atractivos y generadores de viajes del Macrodistrito tienen en promedio 5 km, la cual es una distancia que puede recorrerse en vehículos de micromovilidad en 19 minutos (Ministerio de Vivienda y Urbanismo del Gobierno de Chile, 2015). Si bien los viajes en bicicleta en la actualidad representan menos del 4 % de los viajes en el Macrodistrito Sur (en monopatín menos del 2 %), estos pueden incentivarse con la construcción de infraestructura ciclista y a través del sistema de bicicletas públicas, como arrojaron los resultados de las encuestas.

### Usuarios potenciales

Para obtener el número de estaciones y bicicletas es necesario estimar el número de personas usuarias potenciales, el cual se calculó con base en la población del polígono, específicamente los potencialmente activos. Se tomó como base dos grupos etarios debido a la disponibilidad de la información. El primero fue la población que tiene entre 10 y 130 años de edad, que al ser datos del 2012, se estima que la población de 10 años ya cuenta con la edad mínima para usar el sistema (21 años). El segundo fue la población entre 14 y 65 años de edad.

Con base en GeoBolivia 2012, la población total del polígono fue de 22,776 habitantes. Para el primer grupo de edad la población<sup>9</sup> asciende a (84 %) 19,131 habitantes. Y para el segundo asciende a (57 %) 12,982 habitantes.

Así, de acuerdo con estándares internacionales se considera la asignación de entre 10 y 30 bicicletas por cada mil habitantes (ITDP, 2018). Este cálculo se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Número de bicicletas} = \left( \frac{\text{Número de usuarios potenciales}}{1000 \text{ habitantes}} \right) \cdot 10 \text{ bicicletas}$$

$$\text{Número de bicicletas} = \left( \frac{\text{Número de usuarios potenciales}}{1000 \text{ habitantes}} \right) \cdot 30 \text{ bicicletas}$$

A continuación, se presenta una tabla resumen con los resultados de ambos grupos de edad.

**Cuadro 4. Número de bicicletas estimado en relación con los grupos de población**

Grupo de población	Número de usuarios potenciales	Número de bicicletas considerando 10 bicicletas por cada mil habitantes (Umbral mínimo)	Número de bicicletas considerando 30 bicicletas por cada mil habitantes (Umbral máximo)
10 a 130 años	19,131	191	573
14 a 65 años	12,982	129	389

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, para poder tener un número más certero y considerando que la diferencia entre 10 y 30 bicicletas es muy amplia, se obtuvo la diferencia entre el umbral máximo y el umbral mínimo. Esto es:

$$\text{Número de bicicletas} = \text{Umbral máximo} - \text{Umbral mínimo}$$

Resultando que para el grupo de edad entre 10 y 130 años se requieren 382 bicicletas y para el grupo de edad entre 14 y 65 años se requieren 260 bicicletas. Calculando un promedio entre ambos grupos de edad, se obtienen **321 bicicletas iniciales**. Las cuales deben estar en circulación y el operador deberá considerar un 10 % adicional (32 bicicletas) como stock en caso de que requieran ser reemplazadas ya sea por daños irreparables, vandalismo o robo, durante el primer año de operación. Lo anterior, de acuerdo con una distribución del 50 % de ocupación en cada estación que puede aumentar o disminuir de acuerdo a las necesidades de la operación.

Estas bicicletas deberán estar distribuidas en 36 estaciones, tomando como base el área del polígono, que es de 3.6 km cuadrados. En general recomienda que la densidad de estaciones por kilómetro cuadrado se mantenga en un rango de 10 a 16 estaciones por km<sup>2</sup> (ITDP, 2018). Sin embargo, ya que la promoción de la movilidad ciclista en La Paz se encuentra permeando a través de la implementación de infraestructura ciclista y con la comunicación de los beneficios de la movilidad activa, se sugiere iniciar con 10 estaciones por km<sup>2</sup>.

<sup>9</sup> Porcentajes definidos con base a la distribución de "Población por condición" consultado en las Cartillas Macrodistributales, Macrodistributo Sur (2018).

### Tecnología del sistema y de los vehículos

Se contempla que el sistema utilizado sea de tipo híbrido de quinta generación, es decir, bicicletas sin anclaje establecidas en *dropzones*. Las estaciones con las que cuenta el sistema son áreas delimitadas por dispositivos para el control del tránsito, señalización horizontal y vertical. Estas estaciones permitirán a las personas usuarias identificar las áreas en donde podrán tomar o devolver la bicicleta y, a su vez, mantener el orden en el espacio público.

El polígono de operación del sistema, así como la ubicación de estaciones, debe comunicarse a las personas usuarias para mantener el orden en las calles. De no realizar la devolución en el espacio delimitado puede suceder lo siguiente:

- Se aplican multas a la persona usuaria del vehículo por anclar en un lugar no autorizado.
- El operador debe encargarse de recolectar el vehículo ciclista y reubicarlo en una estación. De no hacerlo en el plazo determinado por las reglas de operación, también puede recibir sanciones. La posición de los vehículos es recibida por el operador a través de la colocación de un dispositivo georreferenciador en las bicicletas y presentada en el *dashboard* del sistema.

Imagen 1. Emplazamiento de una estación híbrida para el sistema híbrido Muévete Chilo Sinaloa



Fuente: bikeNcity, 2018.

El sistema híbrido, al no contar con infraestructura para el anclaje, requiere que las bicicletas cuenten con bloqueo en la llanta trasera, a través de un *smart-lock*. El desbloqueo de los vehículos puede realizarse a través de una tarjeta inteligente, paneles numéricos con clave personalizada o a través del escaneo de un código QR con aplicaciones en *smartphones*, siendo esta última opción la más utilizada por lo regular. Pueden combinarse distintas opciones de desbloqueo, en caso de que el polígono de operación no cuente con buena cobertura de telefonía móvil o con puntos de acceso gratuito a internet.

Tomando como referencia los hallazgos de la caracterización del polígono del Macrodistrito Sur, tales como la orografía y sus pendientes, las cuales en promedio van del 2 al 7 %, y pendientes específicas de calles dentro del polígono como la Av. Muñoz Reyes, con una pendiente mayor al 16 %; se recomienda que el mayor porcentaje de la flota de bicicletas se componga por vehículos eléctricos de pedaleo asistido.

Las características generales con las que se sugiere que cuenten los vehículos ciclistas son:

- i. GPS pasivo integrado
- ii. Luz roja trasera
- iii. Luz blanca delantera
- iv. Reflejante trasero rojo
- v. Pedales con reflejante ámbar
- vi. Frenos manuales (izquierdo - delantero, derecho - trasero)
- vii. Salpicaderas o guardabarros
- viii. Dispositivo acústico de advertencia
- ix. Canastilla, con liga en caso de estar abierta por los laterales para sujetar pertenencias
- x. Número económico de identificación
- xi. Parador de apoyo
- xii. En caso de ser eléctricas, limitar la velocidad a 25 km/h.

Se sugiere que las bicicletas cuenten con el certificado de cumplimiento de los Requisitos de seguridad para bicicletas (ISO-4210). Se recomienda que las características de los vehículos eléctricos de ciclos de pedaleo asistido sigan los requerimientos de seguridad de la norma ISO/TS 4210-10:2020.



## Conclusiones y recomendaciones

**Medio físico particular.** La ciudad de La Paz tiene una orografía particular, siendo este uno de las principales limitantes para la proyección de un sistema de bicicletas debido a la superficie limitada por el sistema montañoso. Ante esto, es necesario un análisis robusto de pendientes en caso de requerir extender el polígono propuesto o replicar en alguna otra zona de la ciudad.

**Objetivo del sistema.** Sin lugar a duda, la intermodalidad debe ser el objetivo que lidere el sistema, ya que debido al medio físico, la extensión del polígono tiene una cobertura limitada. Por ello, se considera indispensable impulsar el uso del sistema como complemento a los sistemas de transporte público como La Paz Bus y Mi Teleférico, así como para viajes cortos locales dentro de la zona de servicio.

**Flota vehicular.** Si bien el polígono se ubica en una zona con pendientes óptimas para el ciclismo urbano, se recomienda que la flotilla del sistema contemple un mayor número de bicicletas eléctricas con la finalidad de atraer a más personas usuarias, por ejemplo, personas adultas, personas con condición física, etc.)

**Infraestructura ciclista.** La puesta en marcha del sistemas de bicicletas públicas, requiere de la implementación de infraestructura ciclista y estrategias de pacificación en el polígono de operación para que los viajes se realicen de forma eficiente y segura. Si bien, la zona de servicio contará con infraestructura ciclista a través de esta consultoría, se recomienda replicar las estrategias en el resto del polígono, especialmente hacia Irpavi y Achumani.

**Otros programas de movilidad activa.** Es deseable que además de la infraestructura ciclista y el sistema de bicicletas públicas, se implementen otras políticas de movilidad activa orientadas a generar una cultura del uso de la bicicleta. Estas pueden ser, retomar el programa de vía recreativa comenzando en el área de servicio del sistema e implementar una biciescuela itinerante. También, generar alianzas con empresas y colegios para promocionar el sistema, ofreciendo algunos códigos de descuento.

**Balanceo del sistema.** Durante la operación del sistema, el balanceo acorde a la demanda será de suma importancia para satisfacer las necesidades de viaje entre las zonas altas. Se recomienda poner especial atención en Achumani, los Pinos, San Miguel e Irpavi.

**Expansión del sistema.** Acorde al análisis realizado para la caracterización del sistema en términos de factibilidad por pendientes, una de las zonas que se considera viable para expandir el servicio, es el Macrodistrito Centro, principalmente en las inmediaciones de la Av. Bush. Se recomienda considerar esta zona dentro de la expansión del sistema, y, al mismo tiempo, implementar infraestructura ciclista y estrategias de pacificación del tránsito en esta zona.

**Monitoreo complementario.** Para la operación inicial del sistema, es posible tomar como referencia los datos de operación del sistema de micromovilidad Walawa, esto con el objetivo de satisfacer la demanda de viaje de las zonas que actualmente no son atendidas por este servicio privado, o bien, promover el uso de ambos sistemas en las zonas con mayor demanda de viajes.

**Próximos pasos.** Con base en la definición del modelo de negocios y financiero, se recomienda implementar los siguientes pasos:

- Mapeo de posibles patrocinadores: Se recomienda realizar un mapeo de los posibles patrocinadores para comenzar a tener reuniones de alto nivel. En ellas es deseable que el GAMLP presente el plan de implementación, los paquetes de patrocinio que están ofreciendo y previo a esto, se asegure que el marco normativo permite la generación de este tipo de alianzas.
- Ronda con proveedores: Como siguiente fase de exploración, una vez que se tenga claro los posibles patrocinadores, se recomienda comenzar a tener rondas con proveedores para que a la hora de licitar la operación del sistema, se garantice la mayor flexibilidad en los pliegos correspondientes, con el objetivo de que llegue mayor oferta para la toma de decisiones.
- Marco normativo: Se identifica la necesidad de generar un marco normativo que sienta las bases del sistema, donde se especifiquen las partes interesadas y las responsabilidades de cada una, lo permisible y lo no permisible respecto a ambas partes. Este marco deberá publicarse previo a la puesta en marcha del sistema, ya que de esa forma se puede dar cobertura a la política pública. Además, se considera necesario modificar la normativa actual en materia de movilidad para integrar al sistema. Por ejemplo, el Reglamento de Tránsito No Motorizado.
- Acompañamiento en implementación: Se sugiere considerar el acompañamiento de una consultora durante la puesta en marcha del sistema. Esta consultoría puede enfocarse en brindar acompañamiento desde la búsqueda de financiamiento, hasta los detalles técnicos de la implementación como la ubicación de las estaciones, el branding del sistema, las bases de la campaña de comunicación, los componentes de la app y del dashboard, entre otros aspectos. En este acompañamiento se visualiza un componente legal, otro técnico y otro de socialización.

## Bibliografía

Cooperación Suiza en Bolivia. 2018. Manual de Diseño Vial de La Paz. Disponible en: <https://es.slideshare.net/beehivegabinetedecon/manualdedisenovialpdf>

GAMLP y Bikencity. 2023. Encuesta sobre Movilidad en el Macrodistrito Sur. Documento no publicado.

Gámez-Pérez, K. *et al.* 2019. Apoyando el diseño estratégico de un sistema público de bicicletas compartidas: la experiencia de una ciudad mexicana. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/395/39571743004/html/>

Generalitat de Catalunya. 2008. Manual para el diseño de vías ciclistas de Cataluña. Disponible en: [https://bicycleinfrastructuremanuals.com/manuals4/Catalun%CC%83a\\_vies\\_ciclistes\\_castellano.pdf](https://bicycleinfrastructuremanuals.com/manuals4/Catalun%CC%83a_vies_ciclistes_castellano.pdf)

Geobolivia. s.f. Infraestructura de Datos Espaciales del Estado Plurinacional de Bolivia. Disponible en: <http://geo.gob.bo/portal/>

Gobierno Autónomo Municipal de La Paz. 2018. Cartillas Macrodistritales, Macrodistrito Sur. Secretaría Municipal de Planificación para el Desarrollo. Disponible en: [http://sitsservicios.lapaz.bo/cartillas/descargas/CARTILLA\\_SUR.pdf](http://sitsservicios.lapaz.bo/cartillas/descargas/CARTILLA_SUR.pdf)

ITDP. 2013. The Bike-share Planning Guide. Disponible en: <https://www.itdp.org/who-we-are/for-the-press/the-bike-share-planning-guide/>

ITDP. 2018. Guía de planeación del sistema de bicicletas compartidas. Disponible en: [https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2021/05/BSPG\\_espanol20.01.pdf](https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2021/05/BSPG_espanol20.01.pdf)

Ministerio de Vivienda y Urbanismo del Gobierno de Chile, 2015. Espacios Públicos Urbanos. Vialidad Ciclo-inclusiva: Recomendaciones de Diseño. Disponible en: [https://www.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/150506%20MANUAL%20FINAL\\_red.pdf](https://www.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/150506%20MANUAL%20FINAL_red.pdf)

Oficina de la Bicicleta de Murcia. s.f. Pedalear hasta el trabajo. Disponible en: <https://www.oficinabicicletamurcia.com/pedalear-hasta-el-trabajo/>

Secretaría de Movilidad. 2020. Evaluación Sitis diciembre 2019- febrero 2020. Disponible en: <https://semovi.cdmx.gob.mx/storage/app/media/SiTIS%20Dic2019-Feb2020.pdf>

Semovi. 2023. Renovación y Expansión de ECOBICI. Disponible en: [https://www.semovi.cdmx.gob.mx/storage/app/media/PPT/2023/ECOBICI%202.0\\_Compilado.pdf](https://www.semovi.cdmx.gob.mx/storage/app/media/PPT/2023/ECOBICI%202.0_Compilado.pdf)

## Anexos

- Anexo 1. [Presentación del Taller de capacitación en Sistemas de Bicicletas Públicas](#)
- Anexo 2. [Benchmarking de modelos de negocio y financiero](#)
- Anexo 3. [Checklist para el desarrollo del modelo de negocios del Sistema de Bicicletas Públicas](#)
- Anexo 4. [Respuestas al checklist para la definición del modelo de negocios](#)
- Anexo 5. [Modelo de negocios](#)
- Anexo 6. [Modelo financiero](#)

