



POSGRADOS

MAESTRÍA EN INGENIERÍA AUTOMOTRIZ CON MENCIÓN EN NEGOCIOS AUTOMOTRICES

RPC-SO-36-NO.825-2021

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

PROYECTO DE TITULACIÓN CON
COMPONENTES DE INVESTIGACIÓN
APLICADA Y/O DE DESARROLLO

TEMA:

ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD
ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN
DE UN SISTEMA DE MOVILIDAD ACTIVA EN
EL CANTÓN SÍGSIG, PROVINCIA DEL AZUAY

AUTOR:

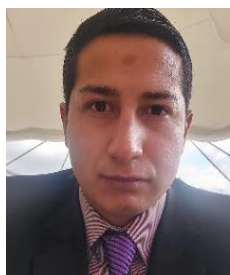
PABLO SANTIAGO PÉREZ LLANOS

DIRECTOR:

JAVIER STALIN VÁZQUEZ SALAZAR

CUENCA – ECUADOR

2024

Autor:**Pablo Santiago Pérez Llanos**

Ingeniero Mecánico Automotriz.

Candidato a Magíster en Ingeniería Automotriz con Mención en Negocios Automotrices por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.

pperezl@est.ups.edu.ec

Dirigido por:**Javier Stalin Vázquez Salazar**

Ingeniero Mecánico Automotriz.

Maestro en Ingeniería de Tránsito y Transporte.

jvazquezs@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2024 © Universidad Politécnica Salesiana.

CUENCA – ECUADOR – SUDAMÉRICA

PABLO SANTIAGO PÉREZ LLANOS

Estudio de la factibilidad económica para la implementación de un sistema de movilidad activa en el cantón Sígsig, provincia del Azuay

DEDICATORIA

A mi querida madre, quien ha sido mi fuente constante de amor, apoyo y aliento a lo largo de mi vida. Tu inquebrantable fe en mí ha sido mi mayor inspiración. A mi familia, cuyo respaldo incondicional ha sido el pilar sobre el que he construido mis logros. A mis amigos, por compartir risas, momentos difíciles y por ser un recordatorio constante de la importancia de la amistad en este viaje. Esta tesis es un tributo a su amor y apoyo, que han sido fundamentales en cada paso que he dado. Gracias por ser mi equipo y por hacer posible este logro juntos.

AGRADECIMIENTO

En el proceso de desarrollar esta tesis, deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas e instituciones que han contribuido de manera invaluable a la realización de este trabajo de investigación. Mi gratitud se extiende primeramente a mi respetado Tutor de Tesis Mgs. Javier Vázquez, cuya orientación experta, dedicación y paciencia han sido fundamentales para moldear y enriquecer cada aspecto de este estudio. Asimismo, quiero reconocer a la Universidad Politécnica Salesiana por brindarme el acceso a una educación de calidad y por fomentar un ambiente propicio para el crecimiento intelectual.

A mi familia, compañeros y amigos, les debo un profundo agradecimiento por su constante apoyo emocional y palabras de aliento durante todo este proceso. Sus palabras de aliento y su confianza en mí han sido el motor que me impulsó a superar los desafíos que encontré en el camino.

No puedo pasar por alto la colaboración invaluable del Municipio de Sígsig, cuya generosidad al proporcionar información relevante ha sido esencial para la elaboración de esta tesis. La disposición y gentileza con la que compartieron sus conocimientos y datos han enriquecido significativamente mi trabajo y han permitido que esta investigación alcance nuevos horizontes.

Este trabajo no solo es el resultado de mi esfuerzo individual, sino también de la contribución desinteresada de muchas personas e instituciones. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en esta tesis, y espero que este modesto logro pueda reflejar la profundidad de mi gratitud. Sin su apoyo, esta realización no habría sido posible. Gracias

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	9
Abstract	10
1. Introducción	11
2. Determinación del Problema.....	13
3. Marco teórico referencial.....	14
3.1 Movilidad activa.....	14
3.1.1 Características	15
3.1.2 Tipología	15
3.2 La bicicleta y su rol actual	16
3.2.1 Características de las bicicletas	17
3.2.2 Características positivas	17
3.2.3 Características desfavorables	18
3.3 Sistema de bicicletas públicas.....	19
3.3.1 Bicicletas	20
3.3.2 Estaciones	26
3.3.3 Componentes tecnológicos	28
3.3.4 Factibilidad de la Implementación de un SBP	30
3.3.5 Indicadores de calidad.....	36
3.4 Estado del arte	40
3.5 El uso de la bicicleta como forma de transporte en contextos urbanos en Latinoamérica y ciudades del Caribe.....	43
3.6 La bicicleta como medio de movilidad activa en Ecuador.....	45
3.7 Sistema de bicicletas públicas en la ciudad de Cuenca	46
3.8 Sígsig y la movilidad activa.....	47
3.9 Objetivos de desarrollo sostenible	49
3.9.1 Objetivo 7. Energía asequible y no contaminante	49
3.9.2 Objetivo 11. Ciudades y comunidades sostenibles	50
3.9.3 Objetivo 13. Acción por el clima.....	50
4 Materiales y metodología.....	52
4.1 Tipo de investigación	52

4.1.1 Investigación Exploratoria	52
4.1.2 Investigación Descriptiva.....	53
4.2 Enfoque de la investigación.....	54
4.3 Métodos de investigación	55
4.3,1 Método analítico	55
4.3.2 Método comparativo.....	56
4.3.3 Método Deductivo.....	56
4.4 Técnicas e instrumentos.....	57
4.4.1 Polígonos de Acción (PA).....	57
4.4.2 Matriz Origen-Destino	57
4.4.3 Ponderación de la Matriz Origen-Destino	58
4.4.4 Líneas de Deseo	58
4.4.5 Determinación de Puntos de Origen	58
4.4.6 Proyección del crecimiento poblacional	59
4.4.7 Optimización de Resultados	59
4.5 Proceso para determinar la viabilidad del proyecto	59
4.5.1 Revisión Bibliográfica.....	60
4.5.2 Aplicación de Instrumentos de obtención de información.....	60
4.5.3 Procesamiento de Información	61
4.5.4 Evaluación Financiera	61
5 Resultados y discusión.....	63
5.1 Determinación de la demanda del SBP	63
5.1.1 Polígonos de acción (Áreas de estudio).....	63
5.1.2 Población	65
5.2 Información de origen y destino de la población del área urbana del cantón Sígsg 67	
5.2.1 Matriz origen destino	67
5.2.2 Puntos de origen.....	69
5.2.3 Líneas de deseo	70
5.2.4 Determinación del Área de cobertura.....	71
5.2.5 Determinación del Número de bicicletas y anclajes	72
5.2.6 Determinación de las estaciones.....	74
5.3 Evaluación financiera	76
5.3.1 Inversiones.....	77
5.3.2 Presupuesto de costos y gastos.....	89
5.3.3 Capital de trabajo	95

5.3.5 Inversión y financiación	95
5.3.5 Flujo de ingresos	96
5.3.6 Estado de resultados proyectado	101
5.3.7 Punto de equilibrio	103
5.3.8 Flujo libre de caja (FCF)	105
5.3.9 Indicadores de evaluación financiera	109
6 Conclusiones	112
Referencias	114
Anexos	122
Anexo 1. Estación prevista 1.....	122
Anexo 2. Estación prevista 2.....	122
Anexo 3. Estación prevista 3.....	123
Anexo 4. Estación prevista 4.....	123
Anexo 5. Estación prevista 5.....	124
Anexo 6. Estación prevista 6.....	124

ESTUDIO DE
FACTIBILIDAD
ECONÓMICA PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE
UN SISTEMA DE
MOVILIDAD ACTIVA EN
EL CANTÓN SÍGSIG,
PROVINCIA DEL AZUAY.

AUTOR:

PABLO SANTIAGO PÉREZ LLANOS

RESUMEN

La presente investigación se centró en evaluar la viabilidad económica de instaurar un sistema de movilidad activa en el cantón Síg sig. A partir de un exhaustivo análisis del contexto actual de la movilidad activa y su respectivo impacto, se desentrañaron patrones y tendencias que guían las decisiones en este ámbito. Empleando variables económicas del municipio, tales como la demografía, tasas de empleo e infraestructura de transporte, se delineó una propuesta coherente para la implementación de un sistema de bicicletas públicas, respaldada por indicadores financieros. La metodología adoptada priorizó un enfoque cuantitativo, brindando una perspectiva objetiva sobre la viabilidad del propuesto sistema de movilidad. Los resultados señalan que, aunque el proyecto en sí mismo presenta ventajas inherentes en términos de movilidad y sostenibilidad, su factibilidad económica requiere una atención particular. Las evidencias sugieren que el proyecto requiere de fuentes alternativas de ingresos, sean estas respaldadas mediante subsidios por parte del GAD, o buscar otras entradas de efectivo, producto de la promoción o publicidad de empresas en el sistema de bicicletas públicas. Por lo que, el estudio resalta la importancia del apoyo institucional en proyectos de esta índole y resalta la capacidad del sistema propuesto para transformar la movilidad en el cantón Síg sig, beneficiando a toda la comunidad

Palabras clave:

Factibilidad, Implementación, Sistema de bicicletas públicas, viabilidad

ABSTRACT

This research focused on assessing the economic feasibility of implementing a system of active mobility in the canton of Sígsig. Based on an exhaustive analysis of the current context of active mobility and its respective impact, patterns and trends that guide decisions in this area were unraveled. Using economic variables of the municipality, such as demographics, employment rates and transportation infrastructure, a coherent proposal for the implementation of a public bicycle system was outlined, supported by financial indicators. The methodology adopted prioritized a quantitative approach, providing an objective perspective on the feasibility of the proposed mobility system. The results indicate that, although the project itself has inherent advantages in terms of mobility and sustainability, its economic feasibility requires particular attention. The evidence suggests that the project requires alternative sources of revenue, whether these are supported by subsidies from the GAD, or by seeking other cash inflows from the promotion or advertising of companies in the public bicycle system. Therefore, the study highlights the importance of institutional support in projects of this nature and highlights the capacity of the proposed system to transform mobility in the canton of Sígsig, benefiting the entire community.

Keywords:

Feasibility, Implementation, Public bike system, Viability.

1. INTRODUCCIÓN

La movilidad activa ha emergido como una respuesta esencial frente a los retos urbanos que enfrentan tanto grandes metrópolis como pequeñas localidades, impulsada por la búsqueda de alternativas de transporte más sostenibles y equitativas. Esta modalidad de transporte, que se basa en la energía humana como caminar, ciclismo o correr conlleva múltiples beneficios. Más allá del obvio fomento de la salud física y mental, ofrece ventajas como la reducción de la contaminación, minimización del ruido urbano y la descongestión de las vías.

No obstante, la adopción de la movilidad activa entraña desafíos intrincados. Requiere una planificación meticulosa, inversiones en infraestructura y el diseño de políticas públicas que incentiven su adopción, todo ello tomando en cuenta las características específicas de cada entorno urbano. En la actual coyuntura, se ha reforzado la percepción de la movilidad activa como una solución óptima en términos de salud, sostenibilidad y eficiencia en el tránsito urbano. Específicamente, los sistemas de bicicletas públicas han surgido como una alternativa viable y con un impacto significativo, al ofrecer una respuesta al congestionamiento vehicular, mejorar la calidad del aire y fomentar un bienestar holístico en la población.

Estudios consolidan la idea, evidenciando que la bicicleta, particularmente para trayectos cortos, no solo promueve un estilo de vida saludable, sino que también disminuye la incidencia de enfermedades crónicas, incluyendo obesidad y afecciones cardíacas. Así, la promoción de la movilidad activa y la implementación de sistemas de bicicletas públicas se postulan como estrategias cruciales para la reconfiguración de la movilidad urbana, propiciando entornos más saludables y sostenibles para todos.

El cantón Sígsig, al igual que muchas otras localidades urbanas enfrenta desafíos en materia de movilidad que requieren soluciones innovadoras y sostenibles. A medida

que su población y desarrollo crecen, también lo hace la necesidad de encontrar alternativas de transporte que sean eficientes y respetuosas con el medio ambiente. Los problemas de congestión, contaminación y falta de infraestructura adecuada para peatones y ciclistas subrayan la necesidad de implementar medidas que fomenten una movilidad más inclusiva y sostenible. En este contexto, la implementación de un Sistema de Bicicletas Públicas (SBP) en el cantón emerge como una solución que no solo aborda estas problemáticas, sino que también promueve un estilo de vida activo entre sus habitantes. Por ello, el principal objetivo de este estudio es analizar la viabilidad financiera de incorporar un SBP en Sígsig.

Para analizar la viabilidad se adoptó una metodología de enfoque cuantitativo. A través de la recolección y análisis de datos numéricos, se buscó obtener una comprensión objetiva y medible de las dinámicas actuales de movilidad en el cantón, así como proyectar los beneficios potenciales de un SBP. Específicamente, se realizaron análisis detallados de costos, gastos y fuentes potenciales de ingresos, para proporcionar una visión clara de la estructura financiera y la sostenibilidad económica del proyecto.

No obstante, la viabilidad de un SBP en el cantón Sígsig conlleva numerosos retos y desafíos. Entre ellos, la necesidad de que el proyecto sea económicamente sostenible y responda a las necesidades reales de la población. Sin embargo, en el corto plazo los usuarios directos de las bicicletas se beneficiarán de una opción de transporte más saludable y eficiente, mientras que, a largo plazo, toda la comunidad de Sígsig podría disfrutar de una mejor calidad de aire, menos congestiones y un entorno urbano más amigable y sostenible.

2. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

Cada año a nivel nacional indiferente de cualquier situación política, económica o ambiental, la tendencia del parque automotor es aumentar constantemente y en los pequeños cantones esta problemática no es la excepción. En el cantón Sígsig se evidencia claramente está estadística dado que el incremento de los vehículos matriculados, de acuerdo a la información de la Unidad de Movilidad Sígsig, en el año 2022 se ha incrementado un 10 % en referencia al año anterior, como efecto de esta situación, en la cabecera cantonal se tiene un aumento de polución en el ambiente, congestionamiento y desorden vial, y un notable consumo de combustibles, además de carecer de alternativas de desplazamiento de los peatones a diferentes sectores del centro urbano. Por lo cual, el estudio para implementar un sistema de movilidad activa se vuelve una necesidad para promover la revalorización de los espacios urbanos céntricos, como también la gestión ambiental local, permitiendo contar con las ventajas que tiene para el ser humano utilizar un transporte que incentiva la actividad física.

3. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 MOVILIDAD ACTIVA

La movilidad activa es un concepto que se refiere a cualquier forma de transporte que exige un esfuerzo físico por parte del individuo, tales como caminatas, el uso de bicicletas, el patinaje, trotar o correr (Rojas-Rueda et al., 2011). Esta forma de desplazamiento se considera una alternativa sostenible a la movilidad motorizada, ya que no emite gases de efecto invernadero, no produce ruido, ni contaminación atmosférica (Dons et al., 2015). De igual forma, investigaciones realizadas por especialistas han evidenciado que la movilidad activa otorga ventajas en el ámbito de la salud, tales como la disminución de la probabilidad de padecer afecciones cardiovasculares, diabetes y obesidad (Rojas-Rueda et al., 2011)

La movilidad activa puede incorporar la utilización de medios de transporte colectivo que exigen al individuo desplazarse a pie o en bicicleta hasta las terminales. Este fenómeno se denomina "primera y última milla" y representa una estrategia viable para integrar la movilidad activa con la movilidad propulsada, buscando un sistema de transporte óptimo y sostenible (Dons et al., 2015). Además, la adopción de la movilidad activa puede ser un factor clave para reducir la congestión vehicular en las áreas urbanas y mejorar la accesibilidad a dichas zonas (Rojas-Rueda et al., 2011)

No obstante, la movilidad activa puede enfrentar limitaciones derivadas de las limitaciones de infraestructura, los niveles de percepción de inseguridad en las vías públicas, así como barreras culturales y socioeconómicas que dificultan su adopción por parte de la población. Por lo tanto, es esencial implementar políticas y estrategias que promuevan la movilidad activa y aborden estos obstáculos con el fin de lograr un transporte más sostenible y equitativo en entornos urbanos (Rojas-Rueda et al., 2011).

3.1.1 CARACTERÍSTICAS

La movilidad activa fomenta el ejercicio físico, una afirmación respaldada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) debido a sus múltiples ventajas sanitarias. La falta de ejercicio se identifica como un significativo elemento desencadenante de mortalidad a escala global, y se calcula que cerca de un tercio de la población global no alcanza las directrices sugeridas de ejercicio físico. Así, impulsar la movilidad activa se presenta como un enfoque valioso en la prevención de afecciones a la salud y en la potenciación del bienestar poblacional, conforme a lo demostrado en investigaciones (Bull et al., 2020).

La movilidad activa también tiene una alta accesibilidad, ya que no requiere de un alto nivel de habilidad ni de equipamiento costoso para su práctica. Además, la infraestructura necesaria para promover la movilidad activa, como las aceras y las ciclo vías, también beneficia a los peatones y ciclistas con discapacidades y para aquellos que no tienen acceso a un vehículo motorizado (Pucher & Buehler, 2012)

3.1.2 TIPOLOGÍA

La movilidad activa abarca diferentes tipos de transporte clasificados según la actividad física necesaria en los que se encuentran:

1. Caminar: Es una forma básica de movilidad activa que implica desplazarse a pie utilizando las extremidades inferiores. Es una opción accesible y ampliamente utilizada para distancias cortas.
2. Montar Bicicleta: Involucra utilizar una bicicleta para desplazarse, proporcionando una alternativa de movilidad más rápida y eficiente en comparación con caminar. Puede ser utilizada tanto para trayectos urbanos como para distancias más largas.
3. Correr: Esta forma de movilidad activa implica desplazarse a una velocidad mayor que caminar, utilizando una combinación de carrera y caminata. Es popular para hacer ejercicio y cubrir distancias mayores en menor tiempo.

4. Patinar: Incluye el uso de patines en línea o patinetas para desplazarse. Es una opción popular entre los jóvenes y se utiliza tanto para el transporte como para el entretenimiento.
5. Usar monopatín: Consiste en utilizar un monopatín para desplazarse. Es similar a la opción de patinar, pero con un único dispositivo de desplazamiento.
6. Utilizar una patineta eléctrica: Se refiere al uso de una patineta eléctrica motorizada para el transporte personal. Estos dispositivos cuentan con un motor eléctrico que ayuda al impulso y requieren menos esfuerzo físico que otras formas de movilidad activa.
7. Marcha nórdica: Es una forma de caminar que implica el uso de bastones diseñados específicamente para esta actividad. La marcha nórdica proporciona un entrenamiento físico completo, ya que, involucra el trabajo de las extremidades superiores e inferiores del cuerpo.
8. Movilidad en silla de ruedas impulsada por el usuario: Se refiere a la movilidad activa de personas con discapacidades físicas que utilizan una silla de ruedas manual y se impulsan a sí mismas.

Estos modos de transporte comparten características de accesibilidad y sostenibilidad que otorgan una alternativa saludable, accesible, sostenible y eficiente para el transporte personal, adaptada a diferentes necesidades y preferencias individuales. Promueven la actividad física como un estilo de vida, reduciendo la dependencia de los vehículos motorizados, optimizando la salud y el bienestar del individuo.

3.2 LA BICICLETA Y SU ROL ACTUAL

Hoy día, la utilización de la bicicleta se vincula con varios elementos, tales como: aspectos económicos, sociales, de salud y medioambientales. Integrar la bicicleta como alternativa de desplazamiento en zonas urbanas se vislumbra como una táctica propicia para la administración ambiental, conforme a lo registrado, así como para apreciar los entornos urbanos y potenciar la relación social, lo que incide favorablemente en la identidad de ciudades, parroquias y barrios.

La tendencia de usar a la bicicleta como un medio para transportarse dentro de entornos urbanos está estrechamente vinculado a las políticas urbanas implementadas en cada país y ciudad. Al igual que cualquier otro modo de transporte, la bicicleta requiere ser reconocida y tener su lugar en la planificación del uso del suelo. Las bicicletas tienen el potencial de abarcar una proporción considerable de los desplazamientos urbanos, especialmente en los trayectos entre el hogar y el trabajo o los estudios.

En las ciudades de mayor tamaño, es fundamental considerar la integración de distintos medios de transporte, como la implementación de bicicleteros o estacionamientos seguros y accesibles en ubicaciones estratégicas cerca de estaciones y paradas de transporte público, como una medida importante. En la situación que sucede en los cantones medianos, dado su tamaño, favorece el uso de la bicicleta, ya que poseen mayor superficie de áreas libres, que se encuentran próximas al centro urbano.

3.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS BICICLETAS

Aparte del evidente beneficio para la salud de los usuarios, hay varias características que hacen que se recomiende fomentar el uso de bicicletas. A continuación, se exponen las características fundamentales de las bicicletas, con el objetivo de profundizar en la comprensión de las actividades que se realizaron en el presente estudio.

3.2.2 CARACTERÍSTICAS POSITIVAS

- Gastos reducidos en inversión, mantenimiento - Ahorro de combustible. - El precio más asequible de una bicicleta para adultos corresponde a aproximadamente el 25% de un salario básico unificado. Los gastos asociados a la conservación de las bicicletas están en consonancia con su valor adquisitivo. Es importante destacar que el empleo de bicicletas respalda una estrategia de limitar el consumo de combustible, ya que, reduce el número de automotores en circulación.

- La zona requerida para el uso de bicicletas es mínima, lo cual conlleva a inversiones de carácter público de bajo costo. - El espacio requerido para estacionar una bicicleta es comparable a un rectángulo de 0,60 x 2,0 m, lo que implica que, dentro del espacio destinado a un automotor, pueden acomodarse alrededor de 10 bicicletas. Además, para un carril de bicicletas en movimiento el ancho mínimo es de 1 m y para una vía de un solo sentido es de 2,0 m. Estos requisitos de espacio reducido, sumados al peso ligero de las bicicletas, resultan en inversiones públicas mínimas para fomentar su uso.
- Reducida huella ecológica. - El utilizar bicicleta representa una alternativa de desplazamiento amigable con el entorno, debido a que no genera contaminación auditiva, ni gaseosas, y su operación es sencilla, sin la necesidad de destrezas de manejo especializadas

3.2.3 CARACTERÍSTICAS DESFAVORABLES

- La capacidad de movimiento de la bicicleta está restringida a un área limitada. - La distancia recomendada para el uso de bicicletas como medio de transporte es de 2 a 4 kilómetros, aunque es aceptable considerar normal un trayecto de casa al trabajo de 4 a 6 kilómetros. Con el uso de bicicletas que incluyen cambios de velocidad y con condiciones topográficas, de clima e infraestructura adecuadas, es factible realizar trayectos más extensos sin realizar un esfuerzo excesivo.
- Reacción a la inclinación del terreno. - Los ciclistas son conscientes de las pendientes y se adaptan a ellas. Por ejemplo, para superar una elevación de 4 metros, se recomienda una pendiente del 2,5 %, siendo la máxima permitida del 5 %. A medida que la cuesta se vuelve más pronunciada, los criterios de inclinación se vuelven más rigurosos. Sin embargo, la presencia de bicicletas con sistemas de cambios de velocidad contribuye a atenuar esta situación.

- Vulnerabilidad. - La bicicleta tiene que enfrentar retos considerables, como la exposición a condiciones meteorológicas adversas, el riesgo de robo y la posibilidad de accidentes.

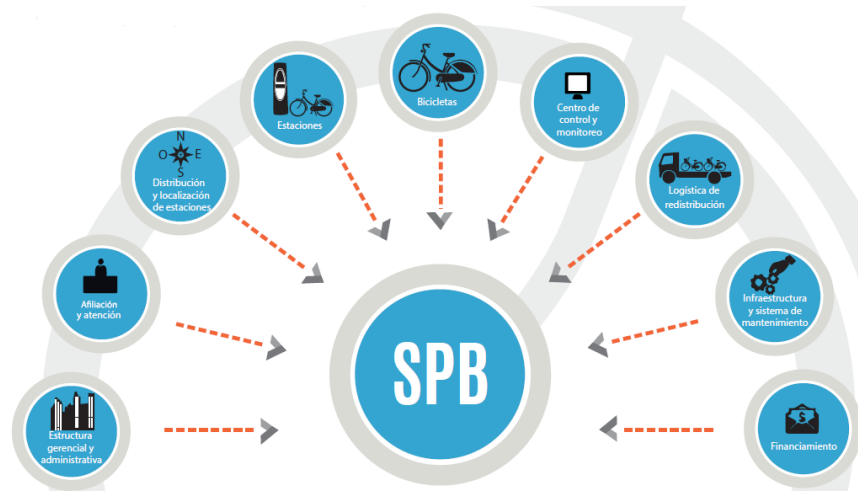
3.3 SISTEMA DE BICICLETAS PÚBLICAS

Las bicicletas compartidas en áreas urbanas constituyen una opción de transporte activo, facilitando el acceso temporal a bicicletas en puntos de préstamo, ya sean manuales o automatizados, dispuestos estratégicamente en la urbe. Están diseñadas para motivar a la ciudadanía a utilizar bicicletas en trayectos breves, permitiendo a los usuarios inscritos, en el programa, acceder a una en un punto y consignarla en otro próximo a su lugar de llegada, dentro del perímetro funcional. Estos sistemas son fundamentales para un tránsito sostenible en contextos urbanos, proponiendo un medio de transporte más saludable, alcanzable, sostenible y de coste reducido para la población (Sanmiguel-Rodríguez, 2020).

Los componentes esenciales de un sistema de bicicletas públicas (SBP) engloban una infraestructura administrativa y directiva, un mecanismo de suscripción y tarifación para el reconocimiento de los usuarios, la determinación y distribución de puntos de préstamo, así como las propias estaciones, que se dotan de equipamiento urbano y secciones destinadas al estacionamiento de bicicletas, sistemas de anclaje electromecánicos y dispositivos para comunicación e informáticos. A continuación, en la **Figura 1**, se representan nueve de los componentes fundamentales del sistema de bicicletas públicas.

Figura 1

Los 9 componentes de un sistema de bicicletas públicas SBP



Nota: Tomado de Crotte Alvarado et al. (2018).

Así también, dicho sistema también integra las bicicletas en sí, equipadas con sistemas de sujeción, identificación y lectura. Posee un centro de supervisión y control dotado de herramientas informáticas y comunicacionales para administrar el conjunto y coordinar la reubicación logística de las bicicletas. Se incorpora un procedimiento de reubicación con el propósito de mantener el equilibrio del sistema, además de una infraestructura y método adecuado para su conservación. Finalmente, el sistema de bicicletas de uso colectivo se respalda financieramente mediante variados métodos (Crotte Alvarado et al., 2018).

3.3.1 BICICLETAS

Los sistemas contemporáneos de bicicletas compartidas se basan en componentes estandarizados y exclusivamente concebidos para dicha finalidad. Esto asegura su integridad y durabilidad, previniendo su robo y otro tipo de usos no autorizadas. La estética de la bicicleta es crucial para la identidad del sistema de bicicletas de uso compartido, dado que ha proporcionar una imagen vanguardista y distinguida, mediante tonalidades, diseño del cuadro, acabados y representaciones gráficas singulares que distingan a las bicicletas de otras dentro del entorno urbano. Adicionalmente, estas bicicletas habitualmente disponen de guardabarros y

coberturas de cadena para proteger la vestimenta del ciclista, dada su frecuente utilización por personas desde y hacia sus lugares de trabajo o estudio

Como se puede ver en la **Figura 2**, se presenta un perfil de una bicicleta pública convencional que se emplea en la mayoría de las ciudades en todo el mundo que disponen de este sistema de transporte.

Figura 2

Bicicleta pública sin anclaje



Nota: La imagen muestra la bicicleta típica de un sistema de bicicletas públicas.

3.3.1.1 Características

Las bicicletas utilizadas en un SBP generalmente tienen características específicas que las hacen adecuadas para su uso en entornos urbanos y compartidos. Entre las principales características se pueden mencionar:

- **Robustez y durabilidad:** Las bicicletas de sistemas de bicicletas públicas están diseñadas para resistir un uso intensivo y condiciones adversas. Suelen tener cuadros y componentes robustos que pueden soportar el desgaste diario y las condiciones variables de la ciudad.
- **Sistema de bloqueo integrado:** Estas bicicletas están equipadas con un sistema de bloqueo integrado que permite al usuario estacionarla y

asegurarla fácilmente en las diferentes estaciones. Esto ayuda a prevenir robos y garantiza la disponibilidad de las bicicletas en el sistema.

- Transmisión simple: Para facilitar su uso por parte de personas con diferentes niveles de experiencia en el ciclismo, las bicicletas de sistemas de bicicletas públicas suelen tener una transmisión simple con pocas velocidades. Esto reduce la complejidad de cambio de marchas y simplifica la experiencia de pedaleo.
- Neumáticos resistentes: Las bicicletas de sistemas de bicicletas públicas suelen contar con neumáticos resistentes a los pinchazos y al desgaste. Esto minimiza la necesidad de mantenimiento constante y asegura una mayor durabilidad en entornos urbanos.
- Luces y reflectores: Dado que estas bicicletas se utilizan en diferentes condiciones de luz, suelen estar equipadas con luces delanteras y traseras, así como reflectores, para garantizar la seguridad del ciclista en los recorridos nocturnos o de en condiciones de baja visibilidad.
- Guardabarros y cubrecadenas: Muchas bicicletas de sistemas de bicicletas públicas incluyen guardabarros y cubrecadenas para evitar salpicaduras de agua y proteger la ropa del ciclista mientras se desplaza.
- Portaequipajes o cestas: Algunas bicicletas de sistemas de bicicletas públicas están equipadas con portaequipajes o cestas, lo que permite a los usuarios transportar objetos pequeños o realizar compras durante sus desplazamientos.
- Estas características varían según el sistema de bicicletas públicas y los proveedores específicos. Cada sistema puede tener sus propias especificaciones y diseños adaptados a las necesidades de movilidad urbana de su ciudad o región.
- En este caso es importante que los diseñadores o planificadores de sistemas de bicicletas públicas establezcan pautas mínimas para el modelo de las bicicletas. En este sentido, hay algunas características deseables que deben ser consideradas, tales como:

- Un tamaño para todos. - Se recomienda el uso de marcos escalonados con tija de sillín larga para solucionar problemas de tamaño de bicicleta para todas las personas y hacerlas más cómodas y accesibles para los usuarios.
- Bajo mantenimiento. - Las bicicletas pertenecientes al sistema público han de ser concebidas para demandar un mantenimiento reducido, dado que esto puede traducirse en costes operativos inferiores y posibilitar que un mayor número de bicicletas se mantenga en actividad. No obstante, esto podría resultar en una experiencia de conducción de calidad inferior para el usuario. Siendo necesario lograr un balance entre la excelencia de la experiencia de manejo y las exigencias de un buen mantenimiento.

Por lo expuesto, es necesario realizar un mantenimiento constante en las bicicletas, tanto para evitar problemas como para reemplazar piezas. Donde los cuatro ejes a tomar en cuenta en el mantenimiento son:

- Llantas: sustitución de cámaras, inflado periódico, desgaste del neumático.
 - Sistema de frenado: calibración periódica, reposición de partes o piezas desgastados.
 - Transmisiones: aplicación de lubricantes, correcciones por estiramiento de la cadena y del cable de cambios.
 - Iluminación: Inspecciones regulares.
- Seguro. – Los elementos rodantes del sistema de bicicletas compartidas deben integrar medidas de seguridad para evitar el robo, como bloqueos de anclaje o bloqueos de llanta resistentes. También es recomendable el uso de herramientas propias para evitar la reventa ilegal de piezas. Por ejemplo, el uso de GPS podría ayudar a reducir el riesgo de robo, y si este se diera, permitiría recuperar la bicicleta.
 - Confiable. - Al elegir bicicletas, es importante considerar ciertos aspectos de seguridad, como el color, los reflectores de llanta, campanas, frenos y luces delanteras y traseras para conducir en la oscuridad, que cumplan

con las regulaciones locales y sean resistentes a las condiciones climáticas adversas.

- **Identificable.** - Cada una de las bicicletas disponibles en el sistema debe contar con una identificación única que pueda ser fácilmente reconocida por una persona. Además, es necesario que todas las bicicletas cuenten con una marca visible que incluya: nombre del operador o del sistema, y un número de telefónico para atención al cliente.

Almacenamiento. - Cada bicicleta debe tener una identificación única visible para las personas y una marca que incluya tanto el nombre del sistema al cual pertenece y un número de teléfono para comunicarse a servicio al cliente.

3.3.1.2 Partes de la bicicleta del SBP

Las bicicletas utilizadas en sistemas de bicicletas públicas comparten muchas de las mismas partes que las bicicletas convencionales, siendo las principales las que se mencionan a continuación:

- **Cuadro:** Es el armazón principal de la bicicleta, que conecta todas las partes. Suele ser robusto y duradero para resistir el uso intensivo y las condiciones variables.
- **Manillar:** Es la parte que el ciclista sostiene para dirigir la bicicleta. Puede ser recto o curvado, dependiendo del diseño de la bicicleta.
- **Sillín:** Es el asiento de la bicicleta, diseñado para proporcionar comodidad al ciclista durante el viaje. Suelen ser acolchados y ajustables en altura.
- **Ruedas:** Incluyen llantas, radios y neumáticos. Las ruedas de las bicicletas de sistemas de bicicletas públicas suelen ser robustas y estar equipadas con neumáticos resistentes para soportar el uso diario en entornos urbanos.
- **Pedales:** Son los componentes en los que el ciclista coloca los pies y los utiliza para generar movimiento al pedalear.
- **Frenos:** Las bicicletas del SBP suelen estar equipadas con frenos confiables y de fácil mantenimiento. Pueden ser frenos de llanta (frenos de caliper) o frenos de disco, dependiendo del diseño de la bicicleta.

- **Transmisión:** Incluye platos, bielas, cadena, piñones y cambios. La transmisión en bicicletas de sistemas de bicicletas públicas suele ser simple, con un número limitado de velocidades para facilitar el uso y el mantenimiento.
- **Guardabarros y cubrecadenas:** Estas partes son comunes en los sistemas de bicicletas públicas para proteger al ciclista de salpicaduras de agua y evitar que la cadena manche la ropa.
- **Luces y reflectores:** Las bicicletas de sistemas de bicicletas públicas suelen tener luces delanteras y traseras, así como reflectores, para aumentar la visibilidad y la seguridad del ciclista durante el uso nocturno.

Es importante tener en cuenta que los sistemas de bicicletas públicas pueden tener ciertas características específicas y ajustes personalizados según el proveedor y el diseño del sistema en particular.

3.3.1.3 Elementos que generan variación en el costo de las bicicletas

En el contexto del SBP, los elementos que pueden generar variación en el costo de las bicicletas se muestran en la **Tabla 1**:

Tabla 1

Elementos que provocan la variación en los costos de las bicicletas públicas

Elemento	Descripción	Ejemplo
Calidad y durabilidad	Materiales de alta calidad en el cuadro y componentes que pueden soportar un uso intensivo.	Uso de cuadros de acero resistente, carbono o titanio y componentes duraderos.
Características y tecnología	Incorporación de sistemas avanzados como bloqueos integrados, transmisiones suaves, iluminación de calidad, etc.	Inclusión de frenos de disco y sistemas de navegación.
Mantenimiento y reparación	Costos asociados al mantenimiento regular y reparaciones debido al uso intensivo.	Contratación de personal de mantenimiento y herramientas especializadas.
Volumen de compra	Descuentos o acuerdos especiales al comprar en grandes cantidades.	Compra de 500 bicicletas a un precio unitario más bajo. Reducción de 10-15 % en promedio
Personalización y branding	Costos adicionales relacionados con la personalización de las bicicletas y la identidad del sistema.	Pintura personalizada con el logotipo del

Costos operativos	Almacenamiento, redistribución, mantenimiento, personal y seguros.	sistema de bicicletas públicas. Alquiler de espacios de almacenamiento y contratación de personal para la redistribución.
-------------------	--	--

Nota: Elaborado por el autor

Se debe tomar en cuenta que la estructura de costos puede variar según el sistema de bicicletas públicas y los proveedores involucrados. Cada sistema puede tener su propio modelo de negocio y consideraciones específicas que afectan el costo de las bicicletas.

3.3.2 ESTACIONES

Resulta imperativo seleccionar adecuadamente el emplazamiento de las estaciones para asegurar que el sistema de anclaje exhiba un elevado índice de utilización y circulación. Las estaciones requieren una disposición tal que sean fácilmente localizables dentro del perímetro de atención, y en puntos tácticos que propicien su empleo de manera continua, considerando el contexto urbano en el que se hallan.

Para determinar un emplazamiento apropiado para las estaciones de bicicletas, es esencial ponderar un equilibrio entre la notoriedad del sistema y su armonización con el contexto urbano. También se debe tener en cuenta la disponibilidad de espacio libre para los peatones. Además, se recomienda ubicar las estaciones en áreas soleadas y con fácil acceso al sol.

Existen dos modos de operación de un SBP, estos son los siguientes (Ferrando et al., 2009):

Sistemas de bicicletas públicas de asistencia personalizada: En estos sistemas, un miembro del personal proporciona orientación al usuario durante el proceso de registro, se encarga de la transacción de pago por el servicio y facilita la entrega o recepción de las bicicletas. La información puede ofrecerse a través de folletos o de manera electrónica. Un ejemplo de un sistema de bicicletas públicas de asistencia personalizada es San Borja en Bici, situado en Lima, Perú.

Sistemas de bicicletas públicas automatizados: En esta modalidad, los usuarios pueden recoger o devolver las bicicletas de forma independiente, efectuando sus pagos a través de tarjetas electrónicas. La distinción clave radica en la presencia o ausencia de personal para asistir. En la **Figura 3** se muestra un ejemplo de sistema de bicicletas públicas automatizado que funciona en la ciudad de Cuenca, Ecuador.

Figura 3

Estaciones de bicicletas del sistema Bici Publica Cuenca



Nota: Fotografía tomada por el Autor

Para instalar adecuadamente una estación estas deben:

- Conectar al transporte público. – Las estaciones asociadas al sistema de bicicletas compartidas deben estar cercanas a paradas y estaciones de transporte público, lo cual, permite a los usuarios a conectarse de forma ágil con sus destinos y solucionar el problema del primer/último tramo del viaje. Esto complementa el sistema de transporte público.
- Apoyar la infraestructura ciclista. - Cuando se pueda, es recomendable ubicar las estaciones en carriles exclusivos para ciclistas, o en vías con baja carga vehicular, que brinden seguridad y accesibilidad a los ciclistas. En ciertos casos, se pueden utilizar barreras protectoras entre el carril para uso exclusivo de las bicicletas y los automotores para brindar mayor seguridad.
- Atender las áreas de uso mixto. - Para maximizar el uso de las bicicletas durante todo el día, las estaciones deben estar ubicadas en áreas

mixtas, con una que actividad durante las 24 horas como, por ejemplo, entre complejos de oficinas, bares y restaurantes.

- Evitar las barreras físicas. – Se debe evitar colocar estaciones cercanas a vías de tren o en áreas de uso privado, como fábricas o parques cerrados, ya que limitan la movilidad. Así también, las áreas infrautilizadas como pasos subterráneos deben ser estudiados, ante el posible riesgo de inseguridad.
- Múltiples puntos de acceso. - Para maximizar la accesibilidad, las estaciones deben ubicarse en interacciones de calles o esquinas, lo que permite que los usuarios accedan y se dirijan hacia diferentes direcciones.

3.3.3 COMPONENTES TECNOLÓGICOS

La tecnología representa un elemento esencial para asegurar la operatividad adecuada del SBP, la utilización segura y consciente de la infraestructura y vehículos, prevenir la sustracción de bicicletas y actos vandálicos al equipamiento, así como su integración con otros medios de transporte público. Una vez activada la funcionalidad del sistema, es crucial que la entidad o individuo encargado de su operatividad acumule, exponga y difunda información sobre el sistema a la urbe, con la finalidad de producir datos e información esencial para supervisar, examinar, observar y coordinar la operación. En esta dimensión, se proponen los siguientes componentes para el óptimo desempeño del sistema:

- Página Web. - Mediante un portal en línea, la entidad gestora tiene la obligación de difundir un compendio de datos de acceso libre para el público, incorporando información georreferenciada reciente del sistema, detalles de la actividad diaria, semanal, mensual y anual por áreas y las cifras de los indicadores de calidad del mecanismo. Estos datos serán descargables (en formatos .txt o .csv) tras la validación del municipio o entidad asignada.
- Application Programming Interfaces (API). – Esta posibilitará la transmisión de información en tiempo real y de manera continua entre la entidad gestora y el entorno urbano
- Mecanismos de pago. - Los sistemas de bicicleta compartida y sus estaciones proporcionan diversas opciones y métodos de pago, como tarjetas de

prepago o inteligentes propias del mecanismo, llaves individualizadas con identificación mediante radiofrecuencia (RFID), códigos QR o códigos introducidos en puntos de servicio.

En contraste, las bicicletas desprovistas de sistema de anclaje, denominadas, exhiben opciones de pago más restringidas, requiriendo un dispositivo móvil con conexión a internet para activar una bicicleta y liberar el bloqueo.

Desde esta perspectiva, es imperativo orientar esfuerzos hacia la simplificación del acceso para los usuarios en términos de tarifario, registro, medios para ingresar al SBP, canales de atención y métodos de pago. En este marco, se sugiere implementar una red de inscripción y cobro de gran alcance, que contemple puntos de venta y recarga físicos, complementados con plataformas digitales, portal web y aplicación del usuario.

Dicha red de registro y cobro debe facilitar la recarga de cuentas de los usuarios y, en general, el abono de cualquier servicio asociado al sistema SBP a través de:

- Medios electrónicos de pago legalmente validados y de extensa aceptación, de manera ininterrumpida. Estos deberán acatar las directrices y protocolos de seguridad, así como de estandarización dictados por el sector financiero.
- Efectivo, mediante corresponsales no bancarios u otros mecanismos de cobro, en el horario estipulado por la entidad gestora.

Es importante contemplar que dentro de la red de registro y cobro lugares que permitan el registro y creación de cuentas de usuarios, además del registro a través del portal en línea, con el objetivo de facilitar el acceso al mayor número posible de individuos, incluidos aquellos sin conexión a internet o con limitaciones en habilidades digitales, situación que puede ser frecuente en segmentos de la población de edad avanzada.

3.3.4 FACTIBILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SBP

Antes de la incorporación de un SBP, se realizan estudios de factibilidad con la meta de identificar factores relevantes que puedan influir en su éxito o fracaso. Estos análisis abarcan una amplia gama de observaciones del entorno, incluyendo aspectos: físicos, socioeconómicos, administrativos y políticos, que permitan analizar de forma detallada diferentes alternativas para su implementación.

El análisis de la factibilidad es importante previo a la implementación de un SBP, ya que su éxito está condicionado por diversos aspectos del entorno, como clima, infraestructura ciclista, densidad de estaciones, y otros factores socioeconómicos y administrativos. Los análisis previos permiten identificar estos aspectos clave y evaluar las alternativas de implementación para potenciar su desempeño. Estudios empíricos han demostrado que el rendimiento y la cantidad de viajes totales de un SBP están influenciados por estas variables (Guillermo Arcila-Mena, 2023)

En la evaluación de la factibilidad, se tienen en cuenta los factores previamente mencionados con el propósito de ofrecer una visión general de los diferentes elementos a tomar en cuenta ante la posible implementación de un Sistema de Bicicletas Públicas (SBP) para la cabecera cantonal del cantón Sígfig. Esta evaluación proporciona recomendaciones sobre la envergadura, alcance y etapas del sistema, teniendo en consideración los factores clave que afectan tanto a los costos como a la viabilidad operativa del mismo. También se incluye un análisis económico que identifica las inversiones, el financiamiento y sus fuentes, así como las metodologías para generar ingresos al sistema. Entre los elementos que deben ser considerados, están:

- i) Elementos socioeconómicos. – Son las características relacionadas indicadores económicos y sociales de la zona geográfica, lo que permitirá desarrollar un perfil de demanda tanto actual como potencial, relacionada con aquellos usuarios que podrían optar por la bicicleta como medio de transporte en la zona de influencia. Es importante tener en cuenta los siguientes enunciados:

- Reconocer a los usuarios existentes y potenciales de este tipo de sistema.
 - Examinar la cultura de la movilidad activa en especial de la bicicleta en la localidad.
 - Identificar posibles colaboradores institucionales para respaldar el proyecto.
- ii) Elementos políticos y administrativos. - Configurar las condiciones fundamentales en la política pública de la urbe para fomentar el éxito de un SBP, transmite un mensaje evidente de dedicación hacia una urbe más sostenible, saludable y limpia, al mismo tiempo que reafirma las metas y prioridades en materia de transporte urbano. Se deben tener en cuenta varios factores como:
- Las políticas gubernamentales, regulaciones y normativas vigentes pueden tener una influencia a favor o en contra, en la promoción del uso de la bicicleta en la localidad.
 - Las entidades potenciales que podrían tener a su cargo la implementación del sistema.
 - Los mecanismos posibles de participación ciudadana que se podrían utilizar.
- iii) Elementos financieros. - Es fundamental tener en cuenta la viabilidad financiera al momento de planificar un SBP, ya que de ello dependerá la estrategia y el plazo para su implementación. Adicionalmente, esto posibilitará examinar detalles específicos del sistema, tales como el tipo de bicicletas y estaciones, el alcance geográfico y el modelo de negocio. Para lo cual, es importante tener en cuenta:
- Los diferentes tipos de bicicletas y estaciones que se utilizarán en el sistema.

- El costo total del sistema de bicicletas públicas, en función de la demanda proyectada, así como los requerimientos específicos del sistema a implementar.
 - Los potenciales modelos de negocio que podrían ser aplicables.
 - Las posibles fases de implementación del proyecto.
- iv) **Financiamiento.** - El financiamiento de los Sistemas de Bicicleta Pública (SBP) se estructura a través de diversas fuentes, cada una con características distintivas, como se ve en la **Figura 4**. En primer lugar, los aportes públicos provienen de presupuestos estatales o municipales destinados específicamente a la promoción y sostenibilidad de medios de transporte alternativos, en línea con políticas de movilidad sostenible. Los ingresos operacionales, por su parte, son aquellos derivados directamente de la operación del sistema, es decir, los montos recolectados por concepto de alquiler o uso de las bicicletas. Por otro lado, los ingresos no operacionales pueden comprender fuentes como multas, sanciones o ingresos generados por servicios adicionales no directamente vinculados al alquiler de bicicletas. Finalmente, los patrocinios involucran a entidades privadas que, en búsqueda de una imagen corporativa responsable y comprometida con el medio ambiente y la salud pública, financian parte del sistema a cambio de publicidad o reconocimiento en las estaciones o en las mismas bicicletas.

Figura 4*Principales fuentes de financiamiento*

Nota: Tomado Montezuma (2015)

- v) Esquema tarifario. - La mayoría de los sistemas de bicicletas públicas en diferentes partes del mundo utilizan un modelo de membresía que permite a los usuarios disfrutar del uso gratuito de las bicicletas por al menos treinta minutos. Esto tiene como objetivo promover la movilidad en bicicleta, incentivar su uso y fomentar viajes cortos en lugar de viajes recreativos. Además, este sistema permite la rotación de bicicletas para asegurar un suministro constante de bicicletas en las estaciones.

Después de los primeros treinta minutos de uso gratuito, muchos sistemas de bicicletas públicas (SBP) suelen aplicar una tarifa razonable. Además de la membresía, que puede ser mensual o anual para los usuarios frecuentes, aquellos que no estén registrados o sean turistas tienen la opción de pagar por viaje o por un período de uso específico.

La estrategia de cobro a los usuarios varía en función del tipo de sistema implementado, el modelo de negocio y los objetivos establecidos. Por ejemplo, a pesar de la expansión en cobertura, infraestructura y tecnología

del sistema ECOBICI en Buenos Aires, todavía se mantiene la gratuidad debido a la consideración del Gobierno de la Ciudad de que esto fomenta el uso de la bicicleta como medio de movilización y contribuye al cambio cultural representado por la inclusión de este sistema en la vida de Buenos Aires.

vi) Elementos operativos. - Establecer un programa de operación es crucial para definir el futuro del sistema de bicicletas compartidas, así como para garantizar su sostenibilidad y crecimiento a lo largo del tiempo. Al abordar aspectos operativos como seguridad y la confianza de la población, se puede garantizar la continuidad y sostenibilidad del SBP en el largo plazo, incluso en el marco de cambios en la administración de la ciudad, acorde a los siguientes criterios:

- Tiempos de implementación de un SBP.
- La selección entre esquemas de operación manual o automatizada del sistema.
- El tamaño de toda la infraestructura física y el crecimiento del sistema.
- El análisis de los costos de operación y mantenimiento del proyecto.

vii) Elementos físicos y de movilidad. - Mediante este estudio se logra delimitar la zona de cobertura del sistema, identificar las áreas con potencial para atraer usuarios de otros medios de transporte, determinar las ubicaciones óptimas para las estaciones con potencial de auto balanceo, además de la integración física del sistema con la infraestructura preexistente, y el sistema actual de transporte público, con sus diferentes líneas de origen y destino.

Se debe tener en cuenta los siguientes elementos al planificar la implementación de un (SBP):

- El tamaño de la ciudad y su población.

- Las densidades de población en diferentes áreas.
 - La topografía de la ciudad.
 - Usos de suelo en las diferentes áreas.
 - Infraestructura existente, como ciclovías, señalización y estacionamiento para bicicletas.
 - Un estudio detallado de los viajes actuales y potenciales, incluyendo origen y destino.
- viii) Modelo de negocio. – Estos pueden estar bajo la administración de entidades tanto gubernamentales como del sector privado. Es esencial considerar las condiciones particulares del proyecto y su factibilidad económica a largo plazo, integrándolo al sistema de tránsito urbano de un área determinada, que abarca cuestiones relacionadas con:
- Gestión exclusivamente pública.
 - Gestión pública en colaboración con un operador privado.
 - Licencia pública para publicidad
 - Asociación público-personal.
 - Traspaso a manos privadas a través de un contrato público.
 - Gestión exclusivamente privada.

Varios sistemas de bicicletas públicas (SBP) en diferentes partes del mundo son propiedad del sector público, pero son gestionados por empresas privadas. Por ejemplo, JCDecaux opera el sistema Velib' en París, mientras que Clear Channel gestiona tanto Bicing en Barcelona como ECOBICI en México DF.

Se pueden llevar a cabo procesos de licitación a través de concursos públicos en diferentes etapas del proyecto, como diseño, construcción y operación, ya sea para una gestión privada o público-privada. Otra opción es otorgar el proyecto en su totalidad. Para garantizar una gestión apropiada, es necesario establecer contratos públicos que detallen las cláusulas de supervisión y fiscalización, así como los criterios para realizar ajustes o expansiones en el sistema según sea necesario. Es esencial incluir cláusulas de cumplimiento para garantizar la calidad y los estándares de servicio adecuados.

Se sugiere establecer de manera clara los derechos de propiedad de las bicicletas, todos los activos de mobiliario de las estaciones, y equipo utilizado en el sistema de gestión, mantenimiento y operación. Asimismo, es importante considerar aspectos como el manejo de la información, transparencia y propiedad de los datos generados por el sistema, y la interoperabilidad con otros sistemas. Se recomienda que la operación del SBP sea integrado al sistema de transporte público de la ciudad, y se tenga especial atención en la selección del esquema de mantenimiento y operación para alcanzar este objetivo.

3.3.5 INDICADORES DE CALIDAD

Con el propósito de cuantificar y medir la excelencia del servicio que la propuesta de SBP ofrecerá, se propone la instauración de indicadores de calidad. En este sentido, cada entorno urbano o administrativo estipulará los valores y estándares permisibles y mandatorios para cada indicador, lo cual asegurará que el servicio se ejecute de forma óptima.

Al establecer los indicadores de calidad, es fundamental considerar la naturaleza del sistema. Los índices y métricas mostrados no son los únicos viables; conforme el SBP se expande y robustece, es posible mejorarlos y adaptarlos al marco cotidiano de su operatividad y a las demandas de monitoreo que exijan las diversas instituciones responsables del mecanismo.

3.3.5.1 Niveles de servicio de mantenimiento

Los estándares de servicio vinculados al rendimiento y ejecución del mantenimiento deberán calibrarse de acuerdo con las directrices que el proveedor de la tecnología sugiera. Estos podrían valorar:

- 3.4 Mantenimientos preventivos en las estaciones, donde se hace referencia al porcentaje medio mensual de las estaciones que han sido objeto de un mantenimiento preventivo. Es aconsejable que el estándar demandado corresponda al 100 %

3.3.5.2 Nivel de estaciones disponibles

Hace relación al cálculo del promedio mensual del periodo completo en el cual las estaciones estuvieron en funcionamiento, comparado con el periodo completo de prestación de servicio durante el mes en cuestión. Se define como estación en funcionamiento aquella que facilita el proceso de toma o reintegro de bicicletas dentro del mecanismo. Dicho índice se determinará empleando la fórmula señalada.

$$I_{DE} = \sum_{e=1}^{et} \frac{\text{Numero horas con la estacion operativa}}{et = \text{numero de horas previstas en el mes}}$$

- **e**: Numero de estación
- **et**: Estaciones teóricas en operación
- Horas operativas de la estación: Es el número de horas que la estación se encuentra disponible para la salida o entrada de bicicletas.
- Horas previstas: Se refieren al total de horas planificadas para la operación del sistema durante un mes, teniendo en cuenta el horario acordado de funcionamiento.

Se sugiere que el estándar demandado sobrepase el 97 % (C40 CFF, 2021a). Este índice puede segmentarse y mostrarse por cada una de las estaciones, permitiendo así identificar si existe alguna estación problemática que requiera un monitoreo pormenorizado con el objetivo de evaluar la causa subyacente de dichas complicaciones.

3.3.5.3 Disponibilidad de anclajes y bicicletas en la estación

Significa que la estación está operativa y lista para ser utilizada por los usuarios, ya que dispone de bicicletas disponibles (no está vacía) y anclajes libres (no está llena) para asegurar las bicicletas.

La finalidad es asimismo asegurar que exista una táctica de reubicación de las bicicletas para optimizar la provisión a los usuarios. Se propone determinar este

índice de manera mensual para cada terminal, estableciendo un límite de 15 minutos por estación por cada evento de no está llena/ no está vario vacío.

$$I_{DAV,estacion\ i} = N_{casos_vacio_lleno_estacion_i}$$

- $I_{DAV,estacion\ i}$. Disponibilidad en la estación de anclajes y bicicletas.
- $N_{casos_vacio_lleno_estacion_i}$. Es la cantidad de eventos en un periodo (mes) en las que una estación se encuentra completamente vacía o llena durante un período que se excedieron los límites establecidos en la respectiva autorización.

3.3.5.4 Número de bicicletas estacionadas fuera de los espacios autorizados

Refleja la cantidad de bicicletas que no fueron estacionadas en áreas designadas y autorizadas por el cantón o municipalidad.

$$I_{PFEA} = \frac{N_{PFEA}}{F}$$

- I_{PFEA} : Indicador referente a la bicicleta posicionada fuera de las zonas permitidas.
- N_{PFEA} : Cantidad de situaciones mensuales de bicicletas ubicadas de manera no conforme, que han sido informados tanto por los usuarios como por la supervisión municipal.
- F : Flota de bicicletas autorizada por mes

3.3.5.5 Tiempo de corrección de bicicletas mal estacionadas

Este índice alude a la situación en la que, al identificar una bicicleta posicionada de manera inadecuada en la zona permitida, la entidad gestora debe proceder a su recolección o estacionamiento adecuado en un periodo determinado (24 horas).

$$I_{TCE} = \frac{N_{no\ corregidos\ en\ el\ tiempo}}{N_{casos\ reportados}}$$

- I_{TCE} : Indicador relativo a bicicletas ubicadas fuera de las áreas permitidas.

- $N_{no\ corregidos\ en\ el\ tiempo}$: Cantidad de situaciones mensuales donde la entidad gestora no consigue rectificar un estacionamiento inapropiado.
- $N_{casos\ reportados}$: Cifra total de notificaciones válidas remitidas a la entidad operativa durante el mes.

3.3.5.6 Nivel de disponibilidad de bicicletas

Representa el promedio mensual en porcentaje del número disponible de bicicletas en comparación con el número total de bicicletas autorizadas. Este cálculo se realizará mensualmente utilizando la información proporcionada por el sistema, siguiendo la fórmula específica.

$$I_{DV} = \sum_{d=1}^{dm} \frac{P_x (\text{Número de bicicletas disponibles})}{\text{Número de bicicletas autorizadas} * dm}$$

- d : Día
- dm : Número de días en el mes
- P_x (Número de bicicletas disponibles): Es el valor X del percentil dentro del intervalo de 80% u 85%, el cual, debe estar ajustado a los estudios realizados por la entidad municipal.
- Número de bicicletas autorizadas, en para un determinado día de evaluación.

Se sugiere que el valor no descienda por debajo del 85%. A pesar de que en ciertas situaciones será imperativo incrementar la flota más allá de lo presupuestado para la operación, la cifra de bicicletas suplementarias deberá estipularse en función del grado de vandalismo, deterioro o la periodicidad de conservaciones preventivos y reparativos. Al culminar cada año, este índice puede ser revaluado para discernir el número de bicicletas adicionales necesarias.

3.3.5.7 Tiempo para recoger bicicletas inoperativas

Refiere al cálculo medio mensual del periodo transcurrido desde que se identifica una bicicleta en el espacio público catalogada como inoperante en el sistema, hasta

el momento en que se procede a su recolección para su restauración o su modificación a una condición funcional.

$$I_{RV} = \frac{\sum_{i=1}^{it} \text{Horas para recoger la bicicleta en via publica}}{it}$$

- **m**: Mes respectivo de evaluación
- **i**: Evento en que la bicicleta quedó inoperativa.
- **it**: Cantidad de eventos mensuales en los cuales una bicicleta resulta inoperante.
- **Horas para recoger la bicicleta en vía pública**: Se refiere al conjunto de horas que pasa desde la identificación de la bicicleta en el espacio público considerada como no operativa hasta que es recogida para su corrección, o se altera su condición a activa.

3.3.5.8 Satisfacción del usuario

Mide el grado de satisfacción de los usuarios a través de un porcentaje. Esta medición se efectuará mediante un sondeo implementado por la administración municipal a un conjunto aleatorio de usuarios. El cuestionario indagará acerca de su nivel de complacencia con el servicio prestado. Los pormenores concretos del sondeo y su periodicidad de realización se establecerán dentro del contrato o acuerdo pertinente. Se cuantificará la cifra de individuos consultados que manifiestan estar muy complacidos o complacidos, basándose en un rango de cinco grados (muy complacido, complacido, indiferente, descontento y muy descontento).

Para medir este indicador con la siguiente fórmula:

$$I_{su} = \frac{\text{Numero de personas entrevistadas satisfechas y muy satisfechas}}{\text{Total de personas entrevistadas que contestan a la pregunta}}$$

3.4 ESTADO DEL ARTE

En un estudio titulado "Impactos en la salud del sistema de bicicletas compartidas", Chen et al. (2023) evaluaron los efectos del uso del sistema de bicicletas públicas en

la salud. Los autores utilizaron datos recopilados del sistema de bicicletas públicas Mobike, operado en la ciudad de Shanghái desde agosto de 2016. Durante el mes de agosto de 2018, se registraron más de un millón de pedidos y más de tres millones de usuarios de bicicletas. En su análisis, los autores examinaron la actividad física, la contaminación y las colisiones de bicicletas, y combinaron los resultados para determinar el riesgo de muerte prematura en los ciclistas. Se desarrollaron tres escenarios para estimar el número anual esperado de muertes, según cambios en la actividad física, accidentes de tráfico y contaminación del aire. Los resultados demostraron que el ciclismo compartido puede reducir la mortalidad prematura, así como la contaminación del aire urbano y los congestionamientos de tráfico.

Preisler et al. (2016) presentaron un estudio sobre la redistribución de las bicicletas basado en el control descentralizado del sistema, esta investigación se realizó en base a un esquema de incentivos que ofrece a los peatones a tomar las paradas más cercanas para rentar y devolver las unidades, ordenándolas de una forma auto organizada. Como resultado obtuvieron que luego de haber organizado e implementado el esquema dentro del ecosistema de los usuarios, estos tuvieron más afinidad con esta nueva distribución, pero en gran medida aumentando la disponibilidad de las bicicletas en las zonas de embarque y desembarque.

Luo et al. (2019) en su artículo de investigación comparó el impacto ambiental relacionado con el ciclo de vida del sistema de bicicletas públicas (SBP) basado en sistemas con estaciones y el sistema sin estación en los EE. UU. Los resultados que obtuvieron muestran que el SBP sin muelle tiene un factor de emisiones de gases de efecto de un 82 % más alto que el sistema basado en estaciones. El reequilibrio de bicicletas según este estudio es la principal fuente de emisiones de invernadero (GEI) y representa el 36 % y el 73 % de los sistemas basados en estaciones y sin estación, respectivamente. Sin embargo, el SBP basado en estaciones tiene un 54 % más de impactos ambientales normalizados totales (TNEI), en comparación con el SBP sin muelle. La fabricación de muelles domina el TNEI (61 %) del SBP basado en estaciones y la fabricación de bicicletas aporta el 52 % del TNEI en el BSS sin muelle

Branion-Calles et al. (2020) en su publicación luego de estudiar en siete ciudades europeas las tasas de accidentes ciclistas y factores de riesgo en una cohorte prospectiva mediante un análisis estadístico utilizaron los datos del “proyecto de actividad física a través de enfoques de transporte sostenible” por sus siglas en inglés PASTA (Physical Activity through Sustainable Transport Approaches) para cuantificar las tasas de accidentes ajustadas por exposición y modelar los factores de riesgo de accidentes ajustados, incluidas las características sociodemográficas detalladas, las actitudes sobre el transporte, las características del entorno construido del vecindario y la ubicación por ciudad. La cuantificación de los datos se realizó mediante una regresión binomial negativa que modela las relaciones de los elementos de riesgo independientemente de la exposición, los resultados que obtuvieron fue que, las diferencias sustanciales en los riesgos de accidentes entre ciudades, vecindarios y grupos de población sugieren que existe un gran potencial para mejorar la seguridad de los ciclistas, también encontraron mayores riesgos de accidentes para ciclistas menos frecuentes, aquellos que perciben que el ciclismo no está bien visto en su vecindario y aquellos que viven en áreas con una densidad de construcción muy alta.

En síntesis, el sistema de bicicletas compartidas sin muelle tiene un factor de emisión de efecto invernadero más alto que el sistema basado en estaciones, principalmente debido a las demandas de reequilibrio más intensas. Los análisis de los puntos de equilibrio y la sensibilidad de los parámetros respaldan aún más este punto. La necesidad de reequilibrio es el parámetro más sensible para el desempeño de las emisiones del efecto invernadero en ambos SBP.

Existen varios artículos de investigación relacionados con el uso de las bicicletas públicas a nivel mundial como se muestra en la **Tabla 2**, en donde realizan investigaciones de campo para promover un desarrollo más exacto de este sistema.

Tabla 2

Investigaciones realizadas sobre la implementación de un sistema de bicicletas públicas.

Autores Parámetros	(Kubal’Ak & Gogola, 2020)	(Liu et al., 2022)	(Maas et al., 2021)	(Gonzalez-Calderon et al., 2022)	(Müggenburg et al., 2022).
Ciclovías	Si	Si	Si	Si	Si
Implementos utilizados	Datos recopilados	algoritmo MM-FOD	GPS y datos recopilados	Entrevistas y cuestionarios	Encuestas
Lugar	Eslovaquia	París	Sur de Europa	Medellín	Frankfurt
Distancia	x	30km	x	7.4 y 23km	9 km
Metodología	Cuantitativo y Experimental	Cuantitativo y Experimental	Cuantitativo y técnicas documentales	Técnicas de campo	Encuesta y estudio de caso
Numero de datos a estudiar	Periodo desde el año 2014 al 2019	1.230 estaciones	17 532 viajes y 18 estaciones	Entrevista a directores y encuestas a transportistas	4.014 hogares entrevistados
Resultados	disminución de la siniestralidad	Eficacia del algoritmo	Mas usuarios a utilizan más el (SBP)	Los datos sirven para detectar aspectos críticos	<i>Las ciclovías resultan ser el método más seguro</i>
Año	2020	2022	2021	2012	2022

Nota: Elaborado por el autor

3.5 EL USO DE LA BICICLETA COMO FORMA DE TRANSPORTE EN CONTEXTOS URBANOS EN LATINOAMÉRICA Y CIUDADES DEL CARIBE

Actualmente, el tránsito urbano se ha erigido como un desafío complejo a escala mundial, particularmente en América Latina y el Caribe (ALC). La congestión vehicular y la escalada en la polución representan un peligro para la sustentabilidad ecológica y financiera de las metrópolis, lo cual impacta adversamente en el bienestar de los habitantes de dichas regiones (Carguaytongo Costales, 2021).

En el ámbito de América Latina y el Caribe, se ha observado una progresiva expansión en la instauración y puesta en marcha de sistemas de bicicletas públicas (SBP). Ante la carencia de un esquema uniforme, la inclinación ha sido la de

inspirarse en prototipos y concepciones de otras metrópolis, aunque ajustando respuestas concretas a las necesidades y singularidades de cada entorno (Carguaytongo Costales, 2021).

Cabe subrayar que el número de sistemas de bicicletas públicas en el ámbito de América Latina y el Caribe ha sufrido un notable incremento. Tal como se ilustra en el gráfico de la **Figura 5**, hasta septiembre de 2017, ya existían 34 metrópolis en la región equipadas con un SBP con variadas dimensiones y especificaciones. Se estima que, en total, operan aproximadamente 28.000 bicicletas públicas, repartidas en alrededor de 2.400 terminales (Crotte Alvarado et al., 2018).

Figura 5

Principales SBP en ciudades de Sudamérica



Nota: Tomado de Crotte Alvarado et al. (2018).

El país que encabeza la lista de implementación de SBP en América Latina es Brasil, con un total de 22 ciudades que han adoptado el sistema. Además, en Colombia el

Ministerio de Transporte ha iniciado un programa piloto para implementar SBP en varias ciudades pequeñas y medianas, como Manizales y Quimbaya.

Aunque se ha observado un significativo incremento y una incorporación progresiva de los Sistemas de Bicicletas Públicas en Sudamérica y el Caribe, todavía hay amplias oportunidades para mejorar las decisiones relacionadas con el diseño y la implementación de sistemas más eficientes. No obstante, se ha ganado una mayor comprensión y experiencia en términos de modelos institucionales, opciones de financiamiento más adecuadas y una oferta en constante crecimiento de tecnología para la operación de estos sistemas. Esto hace que sea cada vez más viable formalizar las ofertas de bicicletas públicas en las diferentes metrópolis ciudades de la región.

Es claro que uno de los retos de las políticas públicas en el contexto de la movilidad urbana es aprovechar el valor social de los SBP como un suplemento del transporte, con un enfoque especial en los grupos vulnerables y las zonas urbanas en permanente crecimiento. Es esencial garantizar la viabilidad y sostenibilidad de estos proyectos a través de un diseño e implementación adecuados.

3.6 LA BICICLETA COMO MEDIO DE MOVILIDAD ACTIVA EN ECUADOR

En Ecuador, el uso de la bicicleta ha ganado progresivamente relevancia como alternativa de movilidad, debido a su fácil acceso y las ventajas que proporciona tanto para la salud como para el ecosistema. Conforme a la Encuesta de Uso del Tiempo ejecutada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos de Ecuador en 2019, cerca del 3,3 % de los desplazamientos diarios en la nación se efectuaban mediante este medio (Feijoo y Del Pozo, 2019).

Aunque la bicicleta gana terreno como alternativa de movilidad, la ausencia de infraestructura óptima para ciclistas persiste como un obstáculo para su empleo seguro y en gran escala. En el Distrito Metropolitano de Quito, por citar un caso,

apenas el 7 % de las arterias cuentan con sendas dedicadas exclusivamente para bicicletas.

No obstante, pese a tales impedimentos, en Ecuador se han iniciado proyectos destinados a incentivar el empleo de la bicicleta como alternativa de movilidad. En 2020, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador introdujo el proyecto "Bici Quito", que contempla la implementación de más de 40 km de vías dedicadas exclusivamente a bicicletas en la ciudad de Quito (Alarcón, 2016).

3.7 SISTEMA DE BICICLETAS PÚBLICAS EN LA CIUDAD DE CUENCA

En Cuenca, se han establecido sistemas de bicicletas de acceso público con la finalidad de fomentar la integración de la bicicleta como opción de movilidad ecológica y asequible. Dicho sistema, denominado "Bici Pública Cuenca", cuenta con un parque superior a 300 bicicletas, las cuales se hallan al alcance del público en múltiples puntos al largo de la urbe.

El funcionamiento del sistema es mediante una aplicación móvil donde los usuarios deben registrarse y realizar reservas de bicicletas en cualquiera de las estaciones distribuidas en la ciudad. Cada usuario tiene la posibilidad de utilizar las bicicletas por un período máximo de dos horas y devolverlas en cualquiera de las estaciones del sistema (Bici Pública Cuenca, 2023).

Según un estudio realizado por la Universidad del Azuay en 2019, el uso de las bicicletas públicas en Cuenca ha aumentado significativamente desde su implementación en el año 2015. La investigación demostró que en el lapso comprendido entre enero y mayo de 2019, se llevaron a cabo más de 100.000 desplazamientos en el sistema de bicicletas públicas de Cuenca (Sinche Solis & Zhinin Auquilla, 2020).

La implementación de este sistema de bicicletas en Cuenca ha generado efectos positivos en términos de movilidad e incrementando la calidad del aire en la ciudad.

De acuerdo con un informe del Ministerio de Ambiente de Ecuador, el uso de bicicletas públicas en Cuenca ha generado una reducción importante en la emisión de gases de efecto invernadero a lo largo de la ciudad (Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo, 2019).

El sistema de bicicletas de uso público en Cuenca ha generado un efecto positivo, brindando una alternativa de movilidad ecológica, así como en la optimización del tránsito y la pureza del aire en la ciudad. El incremento en el uso de las bicicletas públicas muestra el potencial de implementar sistemas parecidos en otras localidades de Ecuador y de la zona.

3.8 SÍGSIG Y LA MOVILIDAD ACTIVA

Actualmente en la cabecera cantonal no existe ningún sistema de bicicletas públicas en funcionamiento, ni tampoco se ha planteado estudios que propongan un sistema similar. Existe dos propuestas referentes a la movilidad activa en el diseño de ciclovías dentro de la cabecera cantonal realizadas por consultorías dentro del Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT) que se presentaron en al año 2013 y 2017.

En la propuesta presentada por BRAXTON Cía. Ltda. ingeniería y servicios para el GAD. municipal del Sígsig en el año 2013 denominada “Plan de tránsito, transporte y seguridad vial para el cantón Sígsig” mediante una serie de estudios plantea la notable posibilidad de realizar una red de ciclovía dentro de la cabecera cantonal, además en dicho estudio se evalúa cada aspecto legal, funcional, económico y técnico para la realización.

El estudio plantea que las autoridades municipales son responsables de planificar la amplia infraestructura vial de toda la ciudad, incluyendo las vías externas, marginales, colectoras, arteriales, locales, peatonales, ciclovías y escalinatas, organizándolas a través de mecanismos de ordenación y desarrollo zonal. Se resalta oportunamente la relevancia de incorporar un sistema de infraestructura vial óptimo y apropiado en cada autorización de uso del suelo.

En la planificación de zonas urbanas, es esencial considerar que los proyectos de urbanización y subdivisión en suelo urbano y urbanizable cumplan con las regulaciones y directrices establecidas por las autoridades en lo relacionado a infraestructuras de alcantarillado, agua potable, telecomunicaciones energía eléctrica. Es necesario obtener la aprobación previa de dichos organismos, como la Empresa de Agua, Empresa Eléctrica y Empresa de Teléfonos. En resumen, la organización institucional encargada de la planificación vial se compone de:

- El Departamento o Dirección de Planificación elabora los proyectos de infraestructura vial de la ciudad, en coordinación con el uso del suelo y el desarrollo potencial planificado, lo cual debe estar integrado en los PODT del cantón.
- Los miembros del Concejo Municipal revisan y aprueba los planes de desarrollo para la ciudad, con el objetivo de llevar a cabo su implementación.
- Los gestores privados presentan proyectos que se ajustan a las directrices establecidas en la estrategia.
- El Departamento de Planificación otorga su aprobación a los proyectos privados antes de su implementación.

En el estudio urbanístico y de movilidad que realiza la consultora CIVILPROY Cía. Ltda. presentado en el año 2017 al igual que el estudio del año 2013 evalúa como propuesta la generación de ciclovías recreativas, describiendo el planteamiento como una de las prioridades de movilidad amigable con el medio ambiente, con la incorporación de un sistema de circulación para bicicletas, de manera que se generen zonas exclusivas para el tránsito de este tipo de vehículo.

Las ciclovías en este estudio forman parte de la calzada distinguida por señalización horizontal, ya que por motivos de anchos de vías no existe suficiente espacio para la generación de vías con revestimientos que diferencien los espacios.

La consultora indica que se plantean dos presupuestos para la realización de esta red vial; siendo el primero de tierra con material de mejoramiento y el segundo

presupuesto es de hormigón asfáltico. El ciclo ruta tiene una longitud a lo largo de la marginal del río de 3.696 m y un área de 9.180 m².

3.9 OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) representan un llamado universal para adoptar medidas que terminen con la pobreza, protejan el planeta y aseguren la prosperidad para todos en el marco de una nueva agenda de desarrollo sostenible (Agenda 2030 LAC, 2023). En este contexto, algunos de estos objetivos se alinean estrictamente con las iniciativas de movilidad urbana sostenible, como es el caso del Sistema de Bicicletas Públicas (SBP) propuesto. La implementación de este sistema no solo responde a la necesidad de ofrecer soluciones de transporte eficientes y ecológicas, sino que también refleja un compromiso con los principios y metas establecidas en los ODS, reconociendo su relevancia y urgencia en el mundo contemporáneo. A continuación, se presentarán los objetivos específicos que más se vinculan con el proyecto SBP y cómo este contribuye a su realización.

3.9.1 OBJETIVO 7. ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

El Objetivo 7 busca garantizar el acceso a fuentes de energía que sean tanto asequibles como ecológicas. En la sociedad moderna, cada actividad demanda energía, y el predominante uso de combustibles fósiles ha perjudicado al medio ambiente. Por ello, surge la urgente necesidad de migrar hacia sistemas energéticos renovables y sostenibles, que no solo beneficien al planeta, sino que también propicien un desarrollo económico y social equitativo (Agenda 2030 LAC, 2023).

El Sistema de Bicicletas Públicas (SBP) en el cantón Sígsig se alinea perfectamente con el Objetivo 7, al promover una movilidad activa, el SBP reduce la dependencia de vehículos propulsados por combustibles fósiles, minimizando así la huella de carbono y promoviendo un sistema de transporte no contaminante. Además, al fomentar el uso de bicicletas, se disminuye la demanda energética vinculada a medios de transporte más tradicionales. Este sistema representa un paso concreto

hacia un futuro energético más sostenible y consciente del medio ambiente en el cantón Sígsig.

3.9.2 OBJETIVO 11. CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES

El Objetivo 11 subraya la relevancia de las ciudades como epicentros de innovación, desarrollo social y económico. No obstante, enfrentan desafíos significativos, como la congestión, la falta de servicios básicos, problemas de vivienda y la degradación de la infraestructura. Es esencial superar estos obstáculos para garantizar que las ciudades sean sostenibles, eficientes y propicien una calidad de vida óptima hacia sus habitantes. La visión es una urbe donde todos tengan acceso a servicios, energía, vivienda y oportunidades equitativas (Agenda 2030 LAC, 2023).

Dentro del contexto, del presente proyecto, este objetivo se alinea al promover la movilidad activa y sostenible, el SBP combate directamente la congestión urbana, reduce la emisión de contaminantes y fomenta un transporte inclusivo y accesible. Adicionalmente, el sistema contribuye a optimizar el uso de recursos, disminuyendo la presión sobre la infraestructura vial y alentando a la comunidad a optar por modos de transporte más ecológicos. El SBP no solo facilita el acceso a transportes amigables con el medio ambiente, sino que también refuerza la idea de una ciudad sostenible que proporcione oportunidades y bienestar a todos sus habitantes.

3.9.3 OBJETIVO 13. ACCIÓN POR EL CLIMA

El Objetivo 13 hace énfasis en la urgente necesidad de actuar contra el cambio climático, un fenómeno que amenaza a todos los países y que es impulsado, en gran medida, por las emisiones de gases de efecto invernadero originadas por la actividad humana. Los síntomas del cambio climático incluyen alteraciones en los patrones climáticos, elevación de las temperaturas y aumento en la frecuencia de eventos meteorológicos extremos. Se estima que la temperatura global podría aumentar en hasta 4 grados centígrados para el final del siglo, golpeando con mayor dureza a las poblaciones más desfavorecidas. (Agenda 2030 LAC, 2023).

La implementación del Sistema de Bicicletas Públicas (SBP) en Sígsig es una respuesta concreta para apoyar el Objetivo 13. Al promover un medio de transporte no motorizado, el SBP reduce directamente las emisiones de gases de efecto invernadero en el cantón, contribuyendo a la mitigación del cambio climático. Al reducir la dependencia de vehículos motorizados y fomentar la movilidad activa, se disminuye la huella de carbono local y se promueve una cultura de sostenibilidad. Este tipo de iniciativas locales son fundamentales para alcanzar un cambio global y proteger el futuro de nuestro planeta.

4 MATERIALES Y METODOLOGÍA

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La determinación del tipo de investigación a emplear permite generar la evidencia necesaria sobre sistemas de movilidad activa, para su aplicabilidad y factibilidad en el contexto del Cantón Sígsig. En este sentido, el tipo de estudio permite no solo describir, sino también analizar variables que afectan al desempeño del proyecto y su interacción con el entorno local. El tipo de estudio que más se ajustaron al presente trabajo es el exploratorio y descriptivo, cuyo análisis permitieron para establecer las herramientas, técnicas adecuadas para alcanzar los objetivos planteados.

4.1.1 INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA

De acuerdo con Hernández (2012) un estudio exploratorio, es aquel que se realiza cuando se enfrenta un tema o problema de investigación poco estudiado, sobre el cual existe incertidumbre o que no ha sido abordado previamente. Surge generalmente cuando, tras una revisión de la literatura, se detecta que hay pocos estudios o guías relacionadas con el problema.

En el contexto del presente estudio fue necesario hacer una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre movilidad activa, identificando lagunas de conocimiento particularmente en relación con casos a nivel nacional, y otras ciudades que puedan tener características similares al cantón Sígsig. Este análisis consideró tanto la perspectiva global como la especificidad del contexto local, abordando la infraestructura actual, las necesidades de movilidad y cualquier iniciativa previa relacionada.

Así también, fue necesario identificar a los actores clave dentro Cantón, para lograr la viabilidad del proyecto, desde autoridades hasta organizaciones ciudadanas. Por lo que, la recopilación de datos se realizó a través de observaciones directas y estudios de campo que permitieron definir una imagen realista de la situación

actual. Donde, el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PODT) de la administración 2015-2019, brindó información relevante sobre las políticas y prioridades locales en relación con la movilidad y el transporte. Esta etapa exploratoria también incluyó un análisis riguroso de los factores económicos, considerando los costos potenciales y beneficios de la movilidad activa.

También se examinaron sistemas de movilidad activa en contextos similares, tanto dentro como fuera de Ecuador. Estos casos ofrecieron lecciones valiosas sobre desafíos, logros y modelos económicos viables. Con la información consolidada, se pudo establecer una base sólida, con la viabilidad del proyecto y conclusiones para futuras investigaciones y decisiones informadas en el Cantón Sígsig.

4.1.2 INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA

Según Hernández (2012) una investigación descriptiva es un tipo de estudio que tiene como objetivo especificar o detallar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno sujeto a análisis. En esencia, se centra en ofrecer una representación clara y precisa del fenómeno estudiado, basada en observaciones objetivas y datos recopilados.

En este contexto, el presente estudio adoptó un tipo de investigación descriptiva, la cual, permitió especificar y detallar las características y dinámicas relacionadas con la movilidad en el cantón, ofreciendo una representación minuciosa y precisa del fenómeno de movilidad local, basada en observaciones objetivas y en la recopilación sistemática de datos.

Para lograr una representación detallada de los patrones de movilidad en Sígsig, se recurrió a indicadores y cifras provenientes de estudios similares realizados en contextos comparables. Esta información cuantitativa proporcionó elementos sobre aspectos tales como medios de transporte predominantes, destinos habituales, ritmos de desplazamientos y tendencias generales en las preferencias de movilidad. Además de estos indicadores, se incorporaron otros datos secundarios cuantitativos de informes y estudios existentes, permitiendo una comprensión más profunda y contextualizada de la movilidad en el cantón.

Con la información consolidada, la investigación descriptiva brindó una visión exhaustiva de la movilidad en Síg sig. Los datos e indicadores revelaron las particularidades del movimiento en la zona, como puntos de origen y destino, así como los flujos de movimiento dentro del cantón, y las áreas estratégicas de mayor desplazamiento y necesidades de transporte. Esta información fue esencial para evaluar la factibilidad económica y viabilidad del sistema de movilidad activa propuesto para el cantón.

4.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio al ser un análisis de factibilidad económica este tendrá un enfoque cuantitativo, el cual se basa en la recolección de datos de medición numérica, con el fin de establecer un análisis de estos con métodos sean estadísticos, o en este caso con indicadores económicos y financieros (Hernández, 2012). Entre los datos consultados, están los registros de desplazamientos, con el objetivo de obtener información precisa acerca de los hábitos de transporte, preferencias de movilidad y necesidades del colectivo.

Se emplearon diferentes técnicas para cuantificar los flujos de movimiento, discernir patrones de desplazamiento y estimar la demanda potencial para un sistema de bicicletas públicas. Además, se elaboraron proyecciones demográficas a una década para comprender el crecimiento poblacional y su eventual impacto en las necesidades de transporte.

A partir de la información cuantitativa obtenida, se tomaron decisiones informadas respecto a la viabilidad del sistema propuesto. Los hallazgos de los análisis sirvieron para determinar ubicaciones estratégicas para las estaciones de bicicletas, teniendo en cuenta factores como densidad poblacional y patrones de desplazamiento. Esta metodología optimizó la distribución de estaciones, maximizando su relevancia para los usuarios.

Por lo tanto, esta información cuantitativa fue parte del insumo principal en el análisis financiero del proyecto, permitiendo una evaluación detallada de costos

frente a beneficios proyectados, como la potencial reducción de emisiones de carbono, culminando en una evaluación financiera robusta que determinó la factibilidad económica del proyecto.

4.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Según Calduch (2012), el método de investigación se entiende como la combinación de acciones, prácticas y herramientas que, al ser usadas de manera organizada, facilitan la ejecución completa del proceso investigativo. En general, es una estrategia diseñada para abordar una serie de cuestionamientos con técnicas específicas para su tratamiento. Entre los métodos a utilizar están los siguientes:

4.3,1 MÉTODO ANALÍTICO

El método analítico, permite descomponer una realidad en sus elementos esenciales y examinar las interrelaciones entre estos (Abreu, 2014). En este contexto, el método permitió desentrañar y comprender a fondo las diversas facetas del proyecto, desde las necesidades de movilidad de la población hasta las implicaciones económicas de tal implementación. Al distinguir y comprender cada componente del sistema propuesto, se pudo adquirir un conocimiento profundo de cómo cada elemento influye en la viabilidad económica del proyecto y cómo interactúan entre sí.

Mediante la descomposición analítica, fue posible aplicar un enfoque comparativo, relacionando las características específicas de la movilidad en Sígsig con otras regiones o sistemas similares. Esta comparación proporcionó entradas sobre las principales causas y efectos entre las variables, como el costo de implementación, la demanda potencial y los beneficios proyectados. Por lo que, enfoque analítico, ofreció una base sólida para la conceptualización y clasificación de los datos, guiando decisiones informadas y fundamentadas sobre la factibilidad del sistema de bicicletas públicas en el Cantón Sígsig.

4.3.2 MÉTODO COMPARATIVO

La aplicación del método comparativo permitió discernir y entender las particularidades del contexto local en relación con otros sistemas similares en otras zonas donde se han aplicado los sistemas de bicicleta pública. A través de este enfoque, se establecieron analogías y diferencias críticas entre las variables del proyecto, identificando factores comunes y causas originarias que podrían influir en la viabilidad económica del proyecto. Esta comparación permitió delimitar qué elementos eran comunes y cuáles únicos para el Cantón. La finalidad de utilizar el método comparativo es establecer características generales y particularidades de otros estudios similares (Abreu, 2014)

Aplicando el método comparativo, se ofreció una visión dinámica de la evolución de la movilidad en diferentes ciudades, permitiendo apreciar los cambios en las necesidades y preferencias de movilidad de los habitantes de sus respectivas urbes. Esto permitió distinguir entre eventos y variables estructurales que impactaron de manera relevante en cada situación específica, y aquellos que resultaron ser menos significativos en el contexto de la implementación del sistema de bicicletas públicas.

4.3.3 MÉTODO DEDUCTIVO

Mediante el método deductivo se parten de principios generales previamente establecidas y derivándolos a situaciones particulares (Abreu, 2014). En este caso sobre los sistemas de movilidad activa y su factibilidad económica en el contexto del Cantón Sígsig. Estas proposiciones generales permitieron derivar consecuencias y atributos específicos que se ajustaran a la realidad del cantón, facilitando la predicción de resultados y comportamientos a partir de dichos principios.

Este proceso implicó identificar y descifrar los elementos particulares del Cantón basándose en enunciados generales previamente aceptados en el ámbito de la movilidad activa y la economía. De esta manera, el método deductivo proporcionó un marco robusto y coherente para el estudio, asegurando que las conclusiones y los elementos a tomar en cuenta para la evaluación económica estuvieran

respaldadas por la evidencia generada por la experiencia de otros sistemas en otras ciudades y países.

4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Estos se refieren a los métodos y herramientas específicas utilizadas para recopilar datos y obtener información relevante para el estudio. Estas técnicas e instrumentos se seleccionan y diseñan cuidadosamente de acuerdo con los objetivos de investigación.

Las técnicas dentro del proceso investigativo son los procedimientos generales usados para recopilar datos, mientras que los instrumentos son las herramientas o medios específicos utilizados para implementar esas técnicas. A continuación, se detallan las principales herramientas empleadas:

4.4.1 POLÍGONOS DE ACCIÓN (PA)

Para determinar las áreas geográficas de relevancia en la cabecera cantonal de Sígsig, se empleó la técnica de Polígonos de Acción (PA). Estos PA, herramientas frecuentemente usadas en la planificación urbana y administración de servicios públicos, facilitaron la identificación de zonas estratégicas con alta movilidad de residentes, influenciada por dinámicas clave como alimentación, educación, salud, transporte y ocio. A partir de este análisis, se reconocieron seis polígonos de acción específicos en la cabecera cantonal.

4.4.2 MATRIZ ORIGEN-DESTINO

Una vez que se determinaron los polígonos de acción, se procedió a elaborar la Matriz Origen-Destino. Esta matriz se mostró esencial en el análisis de movilidad urbana, dado que proporcionó una comprensión clara de los flujos de desplazamiento entre distintas zonas de la cabecera cantonal. Además, la Matriz Origen-Destino facilitó la detección de tendencias de movimiento y permitió evaluar la eficacia del sistema de transporte previamente establecido. La confección

de esta matriz se basó en datos de movilidad que se obtuvieron a partir de encuestas y registros de trayectos

4.4.3 PONDERACIÓN DE LA MATRIZ ORIGEN-DESTINO

Una vez obtenida la Matriz Origen-Destino, se procedió a realizar la ponderación o escalado de la misma. Esta técnica consistió en asignar pesos o multiplicadores a los datos de la matriz con el fin de obtener proyecciones más realistas y una óptima visión de futuro. En este caso, se aplicó una ponderación de diez veces a los valores de la matriz para estimar la demanda de viajes a largo plazo y obtener las líneas de deseo.

4.4.4 LÍNEAS DE DESEO

Las líneas de deseo, también conocidas como líneas de flujo, representan visualmente los flujos de movimiento o desplazamiento entre diferentes puntos de origen y destino en un área geográfica. Estas líneas se utilizaron para visualizar y comprender los patrones de movilidad urbana en la cabecera cantonal del Sígsig. Las líneas de deseo se trazaron en el mapa de la ciudad, conectando los puntos de origen con los puntos de destino definidos previamente por los polígonos de acción. El grosor de la línea y el color asignado varían según la magnitud y la intensidad relativa de los flujos en la zona urbana del cantón.

4.4.5 DETERMINACIÓN DE PUNTOS DE ORIGEN

Con base en la Matriz Origen-Destino, se logró determinar los puntos de origen de los diferentes los desplazamientos que se presentan cabecera cantonal. Estos puntos representan los lugares de partida de las personas que se desplazan hacia otros destinos. La identificación de los puntos de origen es fundamental para comprender los patrones de movilidad y planificar eficientemente el transporte y la infraestructura relacionada.

4.4.6 PROYECCIÓN DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL

Para proyectar la demanda de desplazamientos en la cabecera cantonal de Sígsig, se efectuó una estimación poblacional con un horizonte de 10 años. Se recurrió a información demográfica suministrada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), que se fusionó con las líneas de deseo y los puntos de partida. Esta estimación brindó claridad sobre las tendencias de movimiento y permitió prever la demanda de desplazamientos en el futuro, aspecto esencial para la planificación adecuada del sistema de bicicletas públicas.

4.4.7 OPTIMIZACIÓN DE RESULTADOS

En caso de obtener números negativos en la evaluación financiera, es decir, que los egresos superan a los ingresos esperados, se buscarán estrategias para optimizar los resultados y lograr una viabilidad económica. Estas acciones son fundamentales para encontrar el equilibrio entre la sostenibilidad económica y los diferentes beneficios que el sistema de bicicletas públicas podría aportar en términos de: movilidad sostenible, salud, calidad de vida y reducción de emisiones.

4.5 PROCESO PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL PROYECTO

Para determinar la viabilidad económica del proyecto propuesto se siguieron los siguientes pasos que se muestran en la **Figura 6**.

Figura 6

Procedimiento para la determinación de la viabilidad del proyecto



Nota: Metodología para la determinación de viabilidad de implementación del sistema de movilidad activa.

4.5.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La revisión bibliográfica será un método fundamental utilizado al comienzo de la investigación. Se llevarán a cabo búsquedas de fuentes académicas y científicas relevantes relacionadas con la movilidad activa, los sistemas de bicicletas públicas y la planificación urbana. Esta revisión bibliográfica permitirá obtener conocimientos teóricos y antecedentes sobre el tema, identificar las mejores prácticas y enfoques utilizados en otros lugares, y establecer un marco conceptual sólido para el estudio.

4.5.2 APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN

Para el desarrollo del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PODT) se realizaron encuestas a los habitantes de la cabecera cantonal del Sígsig para recopilar datos cuantitativos sobre sus hábitos de movilidad, motivos de transporte y lugares más frecuentados dentro de la cabecera cantonal. Las encuestas incluyeron preguntas estructuradas y cerradas, así como preguntas abiertas para

obtener información cualitativa adicional. Estas encuestas permitieron obtener datos sobre la demanda de viajes, las necesidades de transporte y las percepciones de los potenciales usuarios del sistema.

4.5.3 PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

El análisis de datos será realizado para procesar y analizar la información cuantitativa obtenida de las encuestas y otros registros. Se realizan cálculos estadísticos, análisis de frecuencia, análisis descriptivos y proyecciones poblacionales. Este análisis permite obtener resultados cuantitativos y establecer fundamentos sólidos para la toma de decisiones en relación con la ubicación de las estaciones, la evaluación financiera y la estimación de la demanda futura.

4.5.4 EVALUACIÓN FINANCIERA

La evaluación financiera se lleva a cabo utilizando métodos financieros y económicos estándar. Se realizarán cálculos de costos de implementación y operación, análisis de viabilidad económica, estimación de ingresos y evaluación de la rentabilidad del proyecto. Esta evaluación financiera permitirá determinar la factibilidad económica del sistema de bicicletas públicas y buscar estrategias de optimización para garantizar la sostenibilidad económica a largo plazo.

Estos métodos permitirán recopilar información relevante, analizar datos cuantitativos y cualitativos, y fundamentar las decisiones y conclusiones del estudio.

Durante el estudio financiero para la instauración del sistema de bicicletas públicas, se aplicaron métodos evaluativos tales como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) con el propósito de discernir la rentabilidad y factibilidad del proyecto. Tras definir los costos, tanto fijos como variables, vinculados al sistema propuesto, la meta primordial fue concebir una estructuración financiera robusta, que posibilitó el análisis exhaustivo de la viabilidad económica del proyecto en cuestión.

El conocimiento de los costos implica evaluar el presupuesto necesario para implementar y operar el sistema, así como identificar fuentes de financiamiento adecuadas. A través de este análisis financiero, también es posible estimar los recursos financieros requeridos y asegurar la sostenibilidad económica del proyecto a largo plazo.

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DEL SBP

A través del análisis de datos relacionados con la movilidad y la planificación urbana contenidos en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PODT) de la gestión 2015-2019 del cantón Sígsig, se identificaron los polígonos de acción, zonas estratégicas y las principales dinámicas de movilidad en la cabecera cantonal. Para descifrar las tendencias de movimiento y proyectar la demanda presente y futura de desplazamientos, se recurrió a la información suministrada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Esta información se consideró esencial al planificar y valorar la posibilidad de instaurar un sistema de bicicletas públicas en el mencionado Cantón.

5.1.1 POLÍGONOS DE ACCIÓN (ÁREAS DE ESTUDIO)

Los polígonos de acción (PA) son herramientas fundamentales en la planificación urbana, la gestión de servicios públicos y otras aplicaciones relacionadas con el estudio y la gestión de áreas centrales.

Conforme al PDOT, con la finalidad de segmentar la cabecera cantonal en áreas, se han reconocido diversas variables, abarcando aspectos geográficos y sociales, poniendo particular énfasis en la movilidad. En consecuencia, se han delimitado seis áreas de intervención, considerando zonas clave y aquellos espacios con elevada circulación de ciudadanos a raíz de dinámicas vinculadas a alimentación, educación, salud, transporte y ocio. Los polígonos de acción se representan en seis zonas, las cuales están diferenciadas por color y son:

Zona 1: Área de Actividades Económicas. Este polígono incluye la Municipalidad del Sígsig, las multibanca y el parque central, donde se concentran actividades económicas y recreativas importantes.

Zona 2: Área de actividad religiosa, educativa y Periferia Sureste. En este polígono se encuentra la escuela Domingo Savio, la iglesia central del Sígsig y abarcaría la periferia sureste del cantón, donde se requiere una atención especial en términos de movilidad para los estudiantes y residentes de la zona

Zona 3: Área de la Periferia Suroeste y Hospital. Este polígono comprendería la periferia suroeste del cantón y albergaría el hospital San Sebastián, siendo una zona de importancia para el acceso a servicios de salud y la conexión con diferentes parroquias y el principal destino turístico del Sígsig, como lo son las playas de Zhingate

Zona 4: Área del Estadio, Coliseo Municipal y Cementerio Municipal. Aquí se ubicaría el estadio, el coliseo municipal, la cancha sintética y el cementerio, que son espacios relevantes para actividades deportivas, recreativas y conmemorativas en el cantón.

Zona 5: Área del Terminal Terrestre y Entrada/Salida del Cantón. Este polígono englobaría el terminal terrestre y las áreas de entrada y salida del cantón hacia otros cantones, siendo un punto estratégico para el transporte y la conexión con diferentes localidades.

Zona 6: Área Central del Cantón (Mercado Central y Áreas Comerciales) La zona central del cantón, que incluye el mercado central y una variedad de negocios como farmacias, ferreterías, tiendas de ropa y comercios pequeños, se consideraría un polígono de acción debido a su importancia económica y su alta demanda de movilidad.

Tabla 3

Polígonos de acción

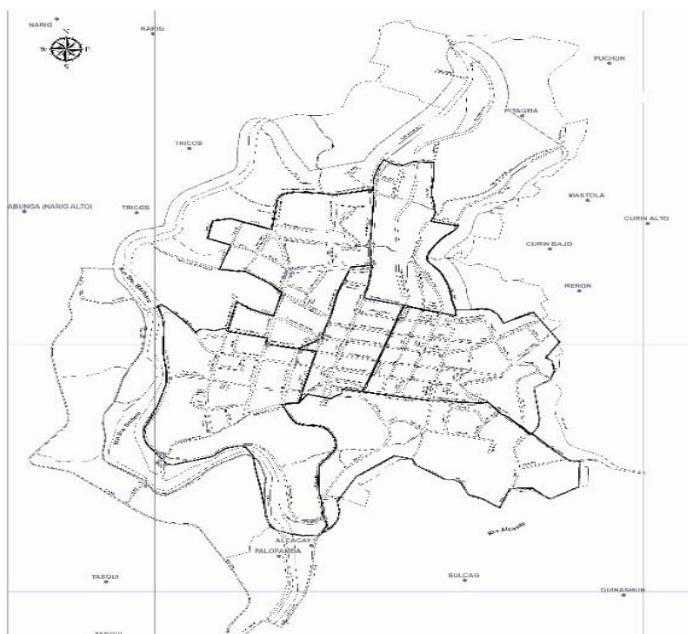
Polígono de Acción	Características
Zona 1	- Municipalidad, Multicanchas, Parque Central.
Zona 2	- Escuela Domingo Savio, Iglesia central, Periferia Sureste.
Zona 3	- Periferia Suroeste, Hospital del cantón.
Zona 4	-Estadio, Coliseo Municipal, Cancha sintética, cementerio Municipal.
Zona 5	- Terminal Terrestre, Entrada/Salida del Cantón hacia otros cantones.

Zona 6 - Área Central del Cantón, Mercado Central, Farmacias, ferreterías, tiendas de ropa, comercios pequeños.

Nota: Elaborado por el autor

Figura 7

Polígonos de la cabecera cantonal



Nota: Imagen creada por el autor.

5.1.2 POBLACIÓN

La cantidad de habitantes del cantón puede ser una variable importante, ya que afecta la demanda de bienes y servicios, el empleo y la actividad económica en general.

Según el INEC (2010) de acuerdo con el censo del año 2010, la población del cantón Sígsig fue de 26.910 personas con una tasa de crecimiento poblacional del 1,26 %, por lo tanto, la proyección para el año 2023 con la siguiente fórmula:

$$P_{\text{población 2023}} = P_0(1 + r)^n$$

P₀: Población inicial

r: Tasa de crecimiento poblacional anual

n: Número de años

$$P_{\text{población 2023}} = 31.679 \text{ habitantes}$$

La manera en que la población se distribuye por áreas de residencia (por parroquias) en el cantón Sígsig se muestra en la **Tabla 4**:

Tabla 4

Población por territorio del cantón Sígsig

Unidad Territorial	Población Total	% Respecto a la Población Total
Parroquias	18.529	58,49%
Sígsig, Cabecera cantonal	13.150	41,51%
Total	31.679	100,00%

Nota: Tomado de PDOT Sígsig

La población de la cabecera cantonal del Sígsig en el año 2023 es de 13.150 habitantes, divididos en una superficie de 14.657,82 hectáreas.

Según las proyecciones del INEC para el año 2023, se registra una población de 4,509 residentes en el área urbana del cantón Sígsig, tal como se detalla en la tabla 5. Considerando la superficie urbana de 206.26 hectáreas, se calcula una densidad poblacional estimada de 22 habitantes por hectárea. Si se proyecta la población hasta el año 2032, que es el horizonte del plan, con una población estimada de 4.907 habitantes, la densidad poblacional será de 24 habitantes por hectárea. Los datos en la **Tabla 5** indican que el área urbana de la parroquia Sígsig seguirá siendo el área más poblada en el cantón.

Tabla 5

Población por territorio del cantón Sígsig

Unidad Territorial	Población Total	% Respecto a la Población Total
Cabecera Cantonal	4.907	37,32%
Alrededores y periferias	8.242	62,68%
Total	13.150	100,00

Nota: Tomado de PDOT Sígsig

5.2 INFORMACIÓN DE ORIGEN Y DESTINO DE LA POBLACIÓN DEL ÁREA URBANA DEL CANTÓN SÍGSIG

Dentro del Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial (PODT) de la administración 2015-2019 se realizaron encuestas a los habitantes de la cabecera cantonal del Sígsig para recopilar datos cuantitativos sobre sus hábitos de movilidad, motivos de transporte y lugares más frecuentados dentro de la cabecera cantonal.

La muestra aplicada en 2017 fue de un total de 540 encuestas a personas dentro del área urbana, seleccionados de forma aleatoria dentro de las seis zonas determinadas que fueron identificadas en base a su caracterización heterogénea, teniendo como principal tendencia la elevada circulación dentro de la zona 6 que comprende puntos del parque 24 de Mayo y el Mercado Central y por otro lado la zona que menos cantidad de movimiento de peatones tiene es la zona 5; es comprensible por su lejanía con el centro y estar a los límites de la periferia, además de que las condiciones geográficas de la zona sean un motivo para que las personas tiendan a preferir circular por el centro cantonal.

En (PODT) se presentan los formatos de los aspectos que se consultaron a la ciudadanía en el 2017, entre ellos se mencionan:

- Motivo de viaje
- Dirección de origen
- Dirección de destino
- tiempo de recorrido

5.2.1 MATRIZ ORIGEN DESTINO

En función de la información mostrada en el PODT, de la encuesta realizada en 2017, se registran en la matriz Origen-Destino (OD), el número pasajeros en cada una de

las rutas se posee la adquisición de nuevas variantes como motivo del viaje, esta información se muestra en la **Tabla 6**. (SIGSIG, 2020).

Tabla 6

Matriz Origen – Destino

Matriz O-D	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Total
Zona 1	12	16	14	12	7	50	111
Zona 2	3	14	3	11	6	19	56
Zona 3	8	3	7	11	2	33	64
Zona 4	8	14	7	18	3	29	79
Zona 5	1	3	5	9	5	11	34
Zona 6	17	22	28	37	15	77	196
Total	49	72	64	98	38	219	540

Nota: Tomado de PDOT Sígsig

Como se observa de la muestra de 540 personas que transitan a través del área central de la ciudad durante el día, se evidencia una importante circulación de peatones, tanto hacia como desde la Zona 6, específicamente hacia la calle Adolfo Dávila, la cual es la vía principal de acceso al cantón y alberga diversas tiendas de renombre y el Mercado Municipal. En resumen, se trata de la zona con mayor tránsito de usuarios.

Luego de obtener la matriz se realizó la ponderación o escalado de la matriz (ponderación x10, ya que, la población del área urbana es de 4.907 habitantes) para obtener datos realistas y una óptima proyección a futuro obteniendo, como se muestra en la **Tabla 7**.

Tabla 7

Matriz Origen – Destino Escalado de la matriz o ponderación

Matriz O-D	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Total
Zona 1	120	160	140	120	70	500	1110
Zona 2	30	140	30	110	60	190	560
Zona 3	80	30	70	110	20	330	640
Zona 4	80	140	70	180	30	290	790
Zona 5	10	30	50	90	50	110	340
Zona 6	170	220	280	370	150	770	1960
Total	490	720	640	980	380	2190	5400

Nota: Tomado de PDOT Sígsig

5.2.2 PUNTOS DE ORIGEN

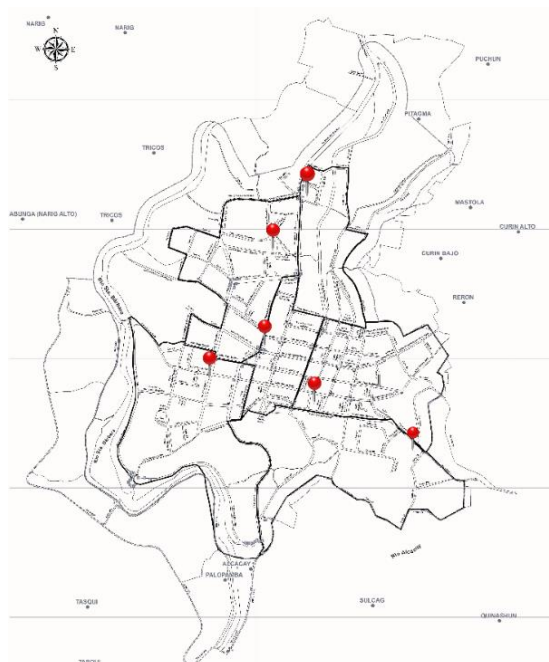
Con la matriz origen destino se logró determinar los puntos de origen, estos puntos representan el lugar de partida más significativo que las personas se desplazan hacia otros destinos. Los puntos de origen son importantes para comprender los patrones de movilidad y planificar eficientemente los medios de transporte y la infraestructura relacionada, que en este caso se analizó los siguientes:

1. Parque central (Municipalidad del Sígsig)
2. Sector Rosas (Cancha de barrio Rosas)
3. Sector el Pedernal (Hospital San Sebastián)
4. Coliseo Municipal
5. Terminal terrestre
6. Mercado Municipal

En la **Figura 8** se muestra los diferentes puntos de origen dentro del área urbana de la cabecera cantonal:

Figura 8

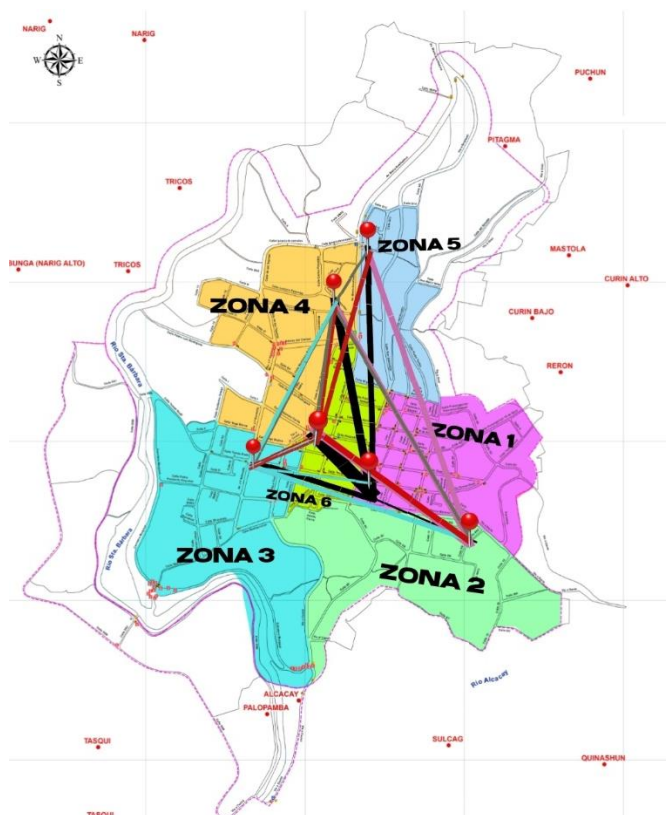
Puntos de origen



Nota: Imagen de puntos de origen de la cabecera cantonal Sígig

5.2.3 LÍNEAS DE DESEO

Luego de realizar la ponderación o escalado de la matriz se obtienen las líneas de deseo. Estas, también conocidas como líneas de flujo, que son representaciones visuales que muestran los flujos de movimiento o desplazamiento entre diferentes puntos de origen y destino en un área geográfica. Estas líneas son utilizadas para visualizar y comprender los patrones de movilidad urbana. Las líneas de deseo se representaron con líneas rectas y curvas en el mapa de la cabecera cantonal, en donde se muestra los polígonos de acción antes mencionados que están conectando los puntos de origen con los puntos de destino. La densidad, el grosor o el color de las líneas variaron para indicar la magnitud e intensidad relativa de los flujos en la zona urbana del cantón como se muestra en la **Figura 9**.

Figura 9*Líneas de deseo entre zonas*

Nota: Puntos de zonas con mayor tránsito de usuarios

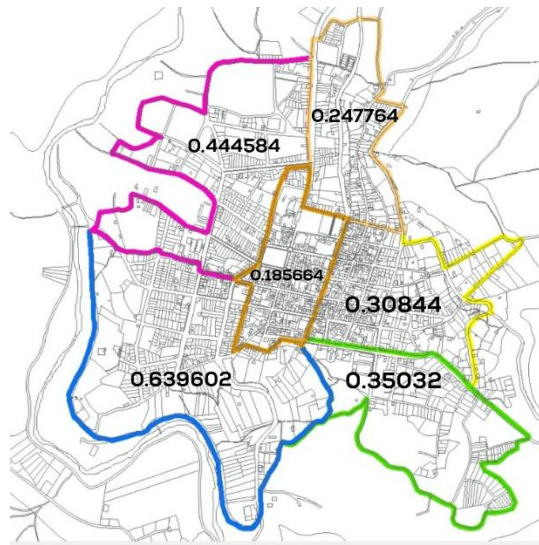
5.2.4 DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE COBERTURA

Una forma común de determinar el área de cobertura es utilizando el análisis espacial y las herramientas de SIG (Sistemas de Información Geográfica). Esto implica superponer las capas geoespaciales correspondientes a las zonas y realizar una operación de intersección para identificar las áreas donde se solapan. A partir de esta intersección, se puede calcular el área de cobertura común.

Para calcular el área de cobertura, se emplea la geometría computacional y fórmulas específicas para polígonos. Para esta tarea, se utiliza el software Geographical Information System (GIS) que facilita la creación, visualización, administración, edición y análisis de datos geográficos **Figura 10**.

Figura 10

Detalles de las diferentes áreas de las zonas mediante el software ArcMap



Nota: Imagen e información realizada con ArcMap

Para calcular el área de cobertura de este proyecto, se aplica el método de maximización, también conocido como principio de maximización y la duplicación de dimensiones. De esta forma, se selecciona el área de mayor cobertura, que se convierte en el punto de referencia para determinar la distancia máxima que un usuario del sistema de bicicletas públicas puede desplazarse con comodidad. En este caso particular, dicho valor corresponde al área del polígono de la zona 3, que abarca 0,64 m².

5.2.5 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE BICICLETAS Y ANCLAJES

Tomando como referencia la matriz O-D donde se tiene un escalado de 5.400 habitantes y previamente habiéndose cuantificado una densidad de 22 habitantes por hectárea, se calcula el número de bicicletas y anclajes, con ello se toma en consideración un área de cobertura de 0,64 km² que es en promedio la distancia que cubren entre si las seis rutas. Por lo tanto, se estima el número de habitantes en el polígono o área de acción.

$$\text{Número de habitantes} = 0,64 * 5400 = 3456 \text{ hab/km}^2$$

Una vez que se conoce el número de habitantes dentro del área de cobertura, se procede a determinar la cantidad de bicicletas para el sistema de bicicletas públicas. Para ello, se considera que se requiere por lo menos 10 bicicletas por cada 1.000 habitantes (Benito et al., 2016). Por lo tanto, el cálculo a realizar es el siguiente:

$$\text{número de bicicletas} = \frac{10 \text{ bicicletas}}{1000 \text{ hab}} * \frac{3456 \text{ hab}}{\text{km}^2} \cong 36 \text{ bicicletas/km}^2$$

Para prevenir la congestión en las estaciones, se debe incorporar un número de espacios de estacionamiento o puntos de anclaje superior al total de bicicletas. En este escenario, se propone un coeficiente de 1,33. A partir de esta consideración, se deduce la siguiente cifra de anclajes:

$$\text{Número de anclajes} = 1,33 * \frac{\text{anclajes}}{\text{bicicletas}} * 36 \frac{\text{bicicletas}}{\text{km}^2} \cong 48 \text{ anclajes}$$

Las 36 bicicletas requeridas para abarcar cada sector de la cabecera cantonal se distribuirían en un esquema de 6 por estación. En función del diseño del área de estacionamiento, cada bicicleta podría demandar una extensión cercana de 1 metro de longitud, 0,7 metros de altura y 1,5 metros de anchura, según Arango (2019). En consecuencia, las dimensiones proyectadas para la estación se establecen en 8 metros de longitud y 2 metros de amplitud.

Cabe subrayar que, a pesar de que la estimación inicial sugiere un total de 36 bicicletas, el análisis económico y financiero se basará en la adquisición basándose de 39 unidades. Es decir, dos unidades por estación, la cual, tiene dos objetivos funcionales: en primer lugar, asegurar la disponibilidad de una unidad en caso de que alguna de las 6 bicicletas se encuentre inoperante por fallos técnicos o intervenciones de mantenimiento, ya sean preventivas o correctivas; y en segundo lugar, proveer un análisis ajustado a la realidad, ya que, en metrópolis con sistemas análogos, la carencia de bicicletas ha originado descontento entre los ciudadanos y ha reducido la tasa de utilización de las mismas.

5.2.6 DETERMINACIÓN DE LAS ESTACIONES

La adecuada ubicación de las estaciones es un elemento clave para garantizar el éxito y la rentabilidad del Sistema de Bicicletas Públicas (SBP). Deben ser posicionadas de manera estratégica, de modo que la distancia desde cualquier punto del área hasta una estación no sea excesivamente larga.

Mediante los puntos de origen y las líneas de deseo es posible identificar puntos estratégicos donde ubicar las estaciones, logrando una distribución equitativa que asegure la eficiencia del servicio para la población. Además, se toma a la matriz origen destino como una guía para contemplar los viajes que realiza la ciudadanía dentro del polígono de acción:

La **Tabla 8** ofrece una síntesis de la movilidad de la población urbana en Sígsig. Destaca que el medio de transporte predominante es "A Pie," con un notable 47.16% de participación. Esta modalidad de transporte principalmente se concentra en el centro urbano de Sígsig, ya que la mayoría de los lugares de interés se encuentran en esa área central.

Tabla 8

Medios de transporte que usa la población urbana de Sígsig

Medio	Cantidad	%
Transporte Publico	684	40,93%
Vehículo Particular	199	11,91%
A Pie	788	47,16%
Total	1.671	100,00%

Nota: Tomado de encuestas de movilidad 2017, de la Consultora Civilproy Cía. Ltda.

Al analizar la movilidad peatonal (A pie), la principal razón de estos desplazamientos se asocia, en su mayoría, a actividades educacionales, constituyendo un 47.52%, y le siguen las motivaciones laborales con un 23.76%. Las gestiones de compras configuran el 6.53% de los trayectos, en tanto que las actividades deportivas equivalen al 6.01%. Adicionalmente, un 2% de los desplazamientos engloba objetivos variados, como liquidaciones de servicios y turismo lúdico.

Este indicador adquiere especial importancia al considerar que, conforme a investigaciones sobre el sistema de bicicletas públicas la receptividad de la comunidad alcanza aproximadamente el 87% (Sinche et al., 2020). Esto sugiere que alrededor de 686 individuos podrían manifestar inclinación hacia la adopción de este vehículo. Para determinar la ubicación adecuada de las estaciones de bicicletas públicas, se han tenido en cuenta varios factores como:

- Se ha calculado una distancia promedio de aproximadamente 250 metros entre cada estación. Esta proximidad garantiza una cobertura efectiva y conveniente para los usuarios.
- Se ha recomendado la ubicación de estaciones en proximidad a lugares de gran atractivo, como instituciones educativas, centros comerciales y áreas de esparcimiento público. Esto busca facilitar el acceso a las bicicletas y promover su uso en lugares de alta afluencia.
- Asimismo, se ha sugerido la colocación de estaciones cerca de zonas residenciales, ya que es desde estos puntos donde muchos usuarios iniciarán sus trayectos hacia sus destinos. Esto fomenta el uso de las bicicletas como un medio de transporte local.
- En cuanto a la densidad de estaciones, se ha establecido que debe mantenerse en un rango de 10 a 16 estaciones por kilómetro cuadrado. Esta densidad equilibrada asegura una distribución efectiva de las estaciones sin saturar el espacio urbano.

En la **Tabla 9** se muestran las estaciones que conforman el sistema de bicicletas publicas

Tabla 9

Estaciones del SBP dentro del polígono de acción

Estaciones	Características
Estación 1 Multicanchas	Municipalidad, Parque 24 De mayo, Parque Central.
Estación 2 Iglesia Central	Escuela Domingo Sabio, Iglesia Central, Periferia Sureste
Estación 3 Hospital San Sebastián	Periferia Suroeste, Hospital San Sebastián Del Cantón, UES.
Estación 4 Coliseo Municipal	Estadio, Coliseo Municipal, Cancha Sintética, Cementerio Municipal.
Estación 5 Terminal Terrestre	Terminal Terrestre, Entrada/Salida Del Cantón Hacia Otros Cantones.

5.3.1 INVERSIONES

La inversión constituye las erogaciones monetarias iniciales destinadas a la implementación y puesta en marcha de un proyecto específico. Estos desembolsos se categorizan en activos fijos, que son bienes tangibles con una vida útil prolongada; activos diferidos, que comprenden gastos realizados en las fases tempranas que beneficiarán las operaciones futuras; y el capital de trabajo, que se destina a cubrir las necesidades operativas diarias del proyecto. Cada uno de estos componentes es esencial para garantizar la operatividad y sostenibilidad financiera del proyecto a corto y largo plazo.

5.3.1.1 Activos fijos

En el marco del proyecto de bicicletas públicas para el cantón Sígsig, la inversión en activos fijos se refiere a aquellos bienes tangibles que tendrán una vida útil prolongada y esenciales para la operación del sistema. Esto incluye la adquisición de las bicicletas, las estaciones, sistemas tecnológicos y cualquier infraestructura adicional. Estos activos no solo representan un desembolso inicial, sino que también implicarán costos de depreciación a lo largo del tiempo debido al desgaste y uso continuo.

5.3.1.1.1 Estaciones

Para evaluar el costo de la infraestructura de las estaciones de bicicletas, este estudio se enfoca en dos componentes fundamentales: los Tótems o terminal de administración y los dispositivos de anclaje. Cabe señalar que existen otros aspectos a considerar, como la señalización, las instrucciones de uso o información; no obstante, estos costos se abordarán en la sección dedicada al análisis de marketing y publicidad.

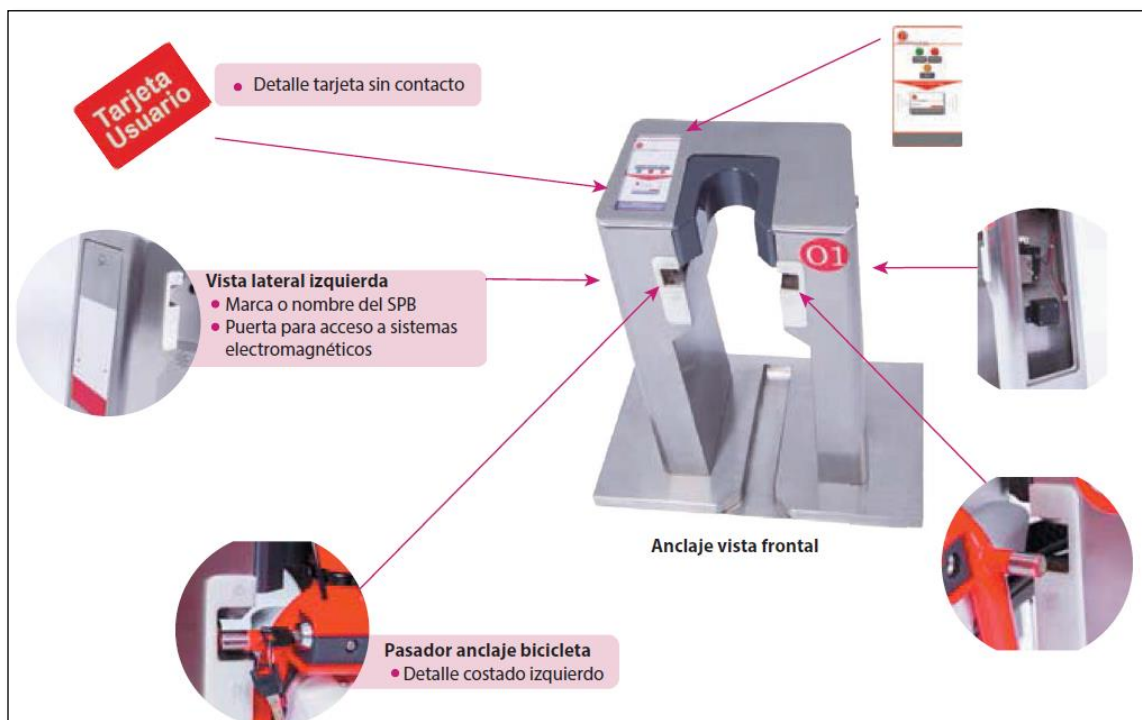
Los anclajes de estacionamiento son dispositivos diseñados para sujetar y asegurar las bicicletas de manera firme y confiable en una estación de bicicletas públicas automáticas. Estos anclajes son importantes en la seguridad y la funcionalidad del sistema de alquiler de bicicletas. Como se ve en la **Figura 12**, cada muelle de

acoplamiento tiene un material de acero inoxidable, de doble columna con doble cerradura, con un peso neto de 16.3kg y cumplir las siguientes características:

- Los anclajes son individuales que se vinculan directamente con el terminal o interfaz del usuario y de las 36 bicicletas en cada estación
- Cada anclaje permite el retiro o implementación de los módulos de anclaje de las bicicletas del sistema
- Cada anclaje tiene la posibilidad de emplazarse en cualquier posición, según la necesidad

Figura 12

Partes y componentes del sistema de anclaje



Nota: Tomado de Montezuma (2015)

Un tótem o terminal de administración es una estructura o dispositivo que cumple varias funciones clave en la gestión y operación del sistema de bicicletas compartidas, cada uno consta de un Punto de Interacción con el Usuario (PIU) y de anclajes. El PIU consta de una pantalla táctil y un lector de tarjeta electrónica (Montezuma, 2015). A través de la pantalla, el usuario elige la bicicleta y el sistema

le adjudica un pin con el cual liberarla. Los componentes de un terminal de administración o tótem se muestran en la **Figura 13**.

Figura 13

Principales componentes del terminal de administración



Nota: Tomado de Montezuma (2015)

Estos tótems o terminales se colocan en las estaciones de bicicletas públicas y pueden tener diversas características y funcionalidades, que, de acuerdo a (Montezuma, 2015) incluyen:

- Alquiler y Devolución
- Información en Tiempo Real
- Identificación de Usuario
- Asistencia al Usuario
- Seguridad y Monitoreo
- Mantenimiento y Diagnóstico

Estos tótems tienen las siguientes características:

- Un diseño modular de fácil reubicación, con un recubrimiento metálico antivandálico de acero de 2mm de espesor,

- Accesorios de teclado pantalla y lector de tarjetas
- Altura no menor de 1,30 metros
- Dispositivo a modo de tablero electrónico con pantalla, teclado y dispositivos de lectura de los sistemas de acceso al servicio (interfaz)
- La visibilidad de a pantalla debe de ser optima en cualquier condición de iluminación exterior (día y noche)
- Los materiales deben de garantizar su correcto funcionamiento en la intemperie y que tengan condiciones de resistencia al vandalismo

En la **Tabla 10** se detalla el costo para cada uno de los componentes de las estaciones de bicicletas, es decir el valor por cada una de las estaciones y su costo total para el proyecto, considerando las seis estaciones totales.

Tabla 10

Inversión para las estaciones

Recurso	Cantidad por Estación	Valor por estación	Valor total
Anclajes de estacionamiento para 8 bicicletas (Seis bicicletas estacionadas y dos anclajes libres para evitar la saturación)	48	\$350	\$16.800
Tótem o terminal de administración	6	\$1.299	\$7.794
		Total	\$24. 594

Nota: Cifras consultas a proveedores nacionales e internacionales

5.3.1.1.2 Bicicletas

Los vehículos no motorizados que componen el Sistema de Bicicletas Públicas (SBP) son los encargados de facilitar el desplazamiento de los usuarios dentro del sistema. Dentro de las bicicletas que se van a adquirir se pueden observar en la **Figura 14**

Figura 14*Bicicleta pública con eje de transmisión tipo cardán*

Nota: Imagen tomada de la página web de la empresa TDJDC

Cada una de estas bicicletas debe ser: duradera, atractiva y útil. Estas bicicletas cuentan con los componentes que se muestran en la **Tabla 11**:

Tabla 11*Características de la bicicleta publica*

Componente	Característica
Material	Aluminio o Acero de alta resistencia
Neumáticos	Aros de aluminio que contara con radios de acero y llanta con cubierta reforzada (antipinchazos), Diámetro de 26", Cintas reflectantes de alta intensidad a los lados
Guardabarros	Protección para evitar salpicaduras de agua o barro en material de plástico de alta resistencia, con áreas laterales para la colocación del logo del sistema
Canastilla	Ubicada en su parte delantera en material de aluminio o acero
Asientos	Ergonómico y adaptable unisex, acolchonado, impermeable, debe de ser regulable 30 cm, con cierre rápido de alta resistencia
Frenos	Sistema de frenos de rueda delantera y trasera (pastillas), apto para toda condición climática de alta durabilidad y fiabilidad,
Pedales	Antideslizantes que permita el uso de cualquier calzado, sin filos o salientes que representen un riesgo para el usuario
Transmisión	De 3 velocidades tipo cardan, con cubierta de transmisión
Apoyo o soporte	Soporte o pie de sujeción tipo caballete para posición de reposo de la bicicleta, metálico, plegable y con fijeza en posición horizontal
Identificación y marcaje	Existirá una numeración de identificación única grabada en los elementos verticales del marco de la bicicleta o que facilite la identificación en caso de robo, perdida o abandono
Dispositivo de anclaje	Dispositivo de anclaje que será compatible electrónicamente con el sistema de anclajes
Rastreo satelital	Cada bicicleta debe de contar con dispositivos electrónicos GPS de difícil extracción y accesibilidad con la finalidad de monitorear en

tiempo real su ubicación en la plataforma de software y visualizada por administrador mediante aplicación en pc y teléfono móvil (APP)

En la **Tabla 12** se indica los valores por el costo de la bicicleta con base a varias consultas a proveedores internacionales, los precios son de los productos entregados en Ecuador.

Tabla 12

Costos de inversión de bicicletas

Recurso	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Bicicletas	39	\$ 500	\$19.500
GPS	39	\$17,10	\$666,90
Total			\$20.166,90

Nota: Información de acuerdo con precios de proveedores internacionales

5.3.1.1.3 Redistribución de bicicletas

La redistribución o la reposición de bicicletas es un sistema logístico para disponer permanentemente de bicicletas o puestos de anclaje en las estaciones. En la medida en que la demanda de las bicicletas es asimétrica en el tiempo y el espacio, hay momentos y lugares en que se requieren más bicicletas o anclajes en un área que en otra, de allí que es indispensable poder balancear el sistema, reposicionando bicicletas en los anclajes de las estaciones: 1) retirándolas o 2) ubicándolas. Casi la totalidad de los SPB requiere de este sistema logístico, que se presta por lo general con vehículos de alta y mediana capacidad para transportar bicicletas, como se puede apreciar en la **Figura 15**, lo cual representa, en una parte un costo económico de operación y en otra de los principales aspectos de la operación que determinará asuntos fundamentales de calidad del servicio: disponibilidad de bicicleta o puesto de anclaje.

Figura 15*Plataforma de redistribución de bicicletas*

Nota: Tomado de Montezuma (2015)

En la **Tabla 13** se muestra los costos de los implementos necesarios para la correcta distribución del sistema de bicicletas.

Tabla 13*Implementos para la distribución del sistema*

Recurso	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Plataforma de servicio	1	1	\$1500	\$1.500,00
Materiales de distribución	Varios	Varios	\$50	\$50,00
			Total	\$1.550,00

Nota: Cotizaciones realizadas con proveedores internacionales

5.3.1.1.4 Sistemas de gestión y tecnología

Los costos asociados con el desarrollo, implementación y mantenimiento de los sistemas informáticos y de gestión necesarios para operar el sistema de bicicletas públicas, incluyendo el software, hardware, conectividad, sistemas de seguimiento, entre otros.

Se deberá suministrar a nivel tecnológico, un paquete informático que es la solución tecnológica (servidor y código fuente), para la automatización de Bicicleta Pública permitiendo su funcionamiento y operación de forma autónoma, lo cual estará sujeto a revisión por la coordinación de tecnologías de la información del municipio del Sígsig, contemplando los siguientes componentes

- Implementación de Software de gestión del sistema
- Desarrollo de página Web para los usuarios del sistema
- Sistema de localización en línea para las bicicletas
- Servicio de instalación, mantenimiento del software y equipos
- Suscripción del servicio en las tiendas IOS y Google
- Servicio de soporte sobre el software, aplicativo y pagina web y demás componentes por parte del proveedor
- Suscripción del servicio GIS (Google Maps)

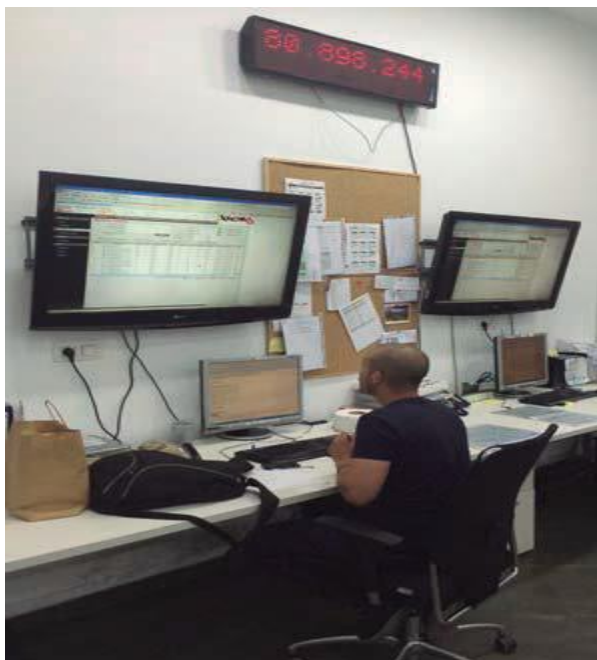
Dichos componentes deberán considerar las siguientes características:

- Módulo de ingreso al sistema. Permite administrar el acceso de los diferentes usuarios a través del módulo de seguridad.
- Módulo de registro. Gestiona los procesos para la validación y registro de los usuarios.
- Módulo de parametrización. Gestiona la información requerida para el funcionamiento del sistema, restricciones, vetos, costos etc.
- Módulo logs de auditoría. Cualquier cambio realizado al sistema debe ser ejecutado en ese modulo donde se muestren los registros de cada perfil
- Módulo de reportes. Reporta viajes, duración, recorrido de estos, frecuencia de uso, así como el historial del cliente que muestra sanciones activas de usuarios
- Módulo de monitoreo. Este módulo permite al administrador tener de manera centralizada el control de cada uno de los puntos de distribución de bicicletas,
- Aplicación móvil. Permite al usuario ver la información generada por el sistema de gestión en tiempo real sobre la disponibilidad de espacios y estaciones disponibles para dejar la bicicleta ocupada

- Especificaciones del sitio web. Portal web que permite al usuario inscribirse, adjuntar documentación, así como realizar todas las gestiones administrativas
- Soporte técnico. Asistencia soporte y monitoreo del sistema durante 24/7/364
- Mantenimiento preventivo programado. Revisiones bimensuales de todos los componentes electrónicos de la plataforma a fin de garantizar el 100% de operatividad

Así también, se deberá tener un centro de control y monitoreo el cual será responsable de adecuar y equipar el servidor que requiere el sistema informático, los equipos tecnológicos, así como el personal necesario para el monitoreo del sistema, como se puede apreciar en la **Figura 16**, el cual prestará servicio durante 365 días y contar con las siguientes características:

- Sistema NVR. Procesador ARM Cortex A9 Processor, sistema operativo LINUX o WINDOWS
- Video: entrada de 8 cámaras que soportan 2592x1944, 2688x1520. Salida: 1 VGA, 1 HDMI
- Visualización. Zoom digital, OSD: grabación, detector de movimiento,
- Grabación. Comprimir video, velocidad de grabación, modos de grabación
- Red. Soporte para iCloud, protocolo HTTP

Figura 16*El centro de control y monitoreo*

Nota: Imagen tomada del sistema de monitoreo de bicicletas públicas de Barcelona

En la **Tabla 14** se muestra los valores de los distintos componentes con los que cuenta los sistemas de gestión y tecnología.

Tabla 14*Costos del sistema de gestión y tecnología*

Recurso	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Plataforma de administración informática	1	\$ 7.999	\$7.999
Licencias de módulos	1	\$ 449,93	\$449,93
Centro de control y monitoreo	1	\$999	\$999
Total			\$9.447,93

Nota: Cotizaciones realizadas con proveedores nacionales e internacionales

5.3.1.1.5 Recursos de cómputo y oficina

Después de cada jornada, se crea un centro de control para las áreas de administración, almacenamiento y mantenimiento de las bicicletas. Se prevé que este se ubique dentro de la Unidad de Movilidad del Sígsig, donde se dispondrá de

oficinas para los servicios administrativos, soportes y estantes para el área de almacenamiento y los insumos necesarios para el mantenimiento de las bicicletas

Por lo cual los costos de inversión en los que se invertirán para esta nueva dependencia del departamento serán en equipos de cómputo, impresión y comunicación como se muestra en la **Tabla 15**. De igual forma el departamento de la unidad de movilidad del GAD Municipal del Sígsig cuenta con sus propios recursos en cuanto a: escritorios, estantes, sillas como se observa en la **Tabla 16**.

Tabla 15

Costos de inversión en recursos de cómputo y oficina

Recurso	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Computadores	Unidad	2	\$500	\$1000
Impresora	Unidad	1	\$120	\$120
Walkie-Talkie	Unidad	2	\$57	\$114
			Total	\$1.234

Nota: Cotizaciones realizadas con proveedores nacionales e internacionales

Tabla 16

Costos de inversión en recursos de cómputo y oficina

Recurso	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Muebles	Unidad	4	\$250	\$1000
Estantes y archivadores	Unidad	3	\$45	\$135
			Total	\$1.135

Nota: Cotizaciones realizadas con proveedores nacionales

5.3.1.2 Activos diferidos

La inversión en activos diferidos abarca aquellos gastos realizados en etapas iniciales del proyecto que beneficiarán la operación en el futuro. En el contexto del proyecto de bicicletas en Sígsig, esto puede incluir gastos legales para la obtención de permisos y licencias, campañas iniciales de marketing y sensibilización, entre otros.

5.3.1.2.1 Marketing y promoción

En la **Tabla 17** se muestra los costos asociados con actividades de marketing, publicidad y promoción del sistema de bicicletas públicas, incluyendo la creación de materiales promocionales, campañas de comunicación y eventos para socializar participación y el uso del sistema, además se engloba los elementos de señalización horizontal y vertical del sistema.

Tabla 17

Costos de promoción y material de identificación

Recurso	Cantidad	Valor mensual	Valores Anuales
Marketing	3	120,0	360,0
Publicidad	3	150,0	450,0
Señalización	6	59,0	354,0
Total			\$ 1.164

Nota: Cotizaciones realizadas con proveedores nacionales

Es importante destacar que, dado que el Municipio es responsable de la gestión de este sistema, todas las actividades relacionadas con la publicidad, promoción e impresión de la señalética estarán bajo la supervisión del departamento de comunicación. Así, los valores presentados en este informe representan únicamente una estimación aproximada de los posibles costos asociados.

5.3.1.3 Licencias y permisos

Dentro de los costos de inversión se considera la licencia para ocupar el espacio público o uso del suelo como se denomina, el mismo se solicita en el Departamento Administrativo del Municipio del Sígsig y el permiso de operación se muestra en la **Tabla 18**.

Tabla 18

Costo de las licencias y permisos

Recurso	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Uso de suelo	6	\$150	\$900,00
Permiso de operación	1	\$450	\$1350
Bomberos	1	\$20	\$20
Total			\$2270

Nota: Cotizaciones realizadas con proveedores nacionales

5.3. 1. 3 Amortizaciones y depreciaciones

En la **Tabla 19** se muestran las depreciaciones y amortizaciones correspondiente al proyecto de bicicletas públicas. En esta se detalla la disminución sistemática en el valor de los activos fijos y diferidos durante su vida útil, reflejando la asignación de esta, como un gasto a lo largo del tiempo.

Tabla 19

Depreciaciones y amortizaciones

Activo	Monto	Tiempo de vida (años)	Depreciación/ Amortización anual	Valor rescate 10 años
Estaciones	\$24.594,00	10	\$2.459,40	\$0,00
Bicicletas	\$20.166,90	4	\$5.041,73	\$10.083,45
Plataforma de redistribución	\$1.550,00	10	\$155,00	\$0,00
Sistema de gestión y tecnología	\$9.447,93	5	\$1.889,59	\$0,00
Equipo de computo	\$1.234,00	3	\$411,33	\$822,67
Muebles y enseres	\$1.135,00	10	\$113,50	\$0,00
Márketing y promoción	\$1.164,00	5	\$232,80	\$0,00
Licencias y permisos	\$1.370,00	5	\$274,00	\$0,00
TOTAL	\$60.661,83		\$10.577,34	\$10.906,12

Nota: Elaborado por el autor

5.3.2 PRESUPUESTO DE COSTOS Y GASTOS

El análisis subsiguiente se centra en el presupuesto técnico de costos y gastos del proyecto de bicicletas públicas. Esta evaluación detalla las salidas de efectivos relacionadas con gastos operativos diarios, mantenimiento, personal, marketing, y contingencias. Al desglosar y comprender estos costos, se busca garantizar una planificación y asignación eficiente de los recursos, permitiendo una gestión financiera óptima y anticipada de las necesidades económicas del sistema de bicicletas.

5.3.2.1 Mantenimiento y reparación de bicicletas

Los costos de mantenimiento y reparación aumentan a medida que las bicicletas se desgastan y requieren servicios periódicos o reparaciones debido al uso intensivo. Esto puede incluir reparaciones de llantas, frenos, transmisión y otros componentes de las bicicletas. En la **Tabla 20** se muestra los valores del mantenimiento preventivo del sistema.

Tabla 20

Gastos de mantenimiento preventivo

Rubro	Costo mensual	Costo anual
Limpieza y Lubricación	\$6	\$72
Inspección de Frenos	\$3	\$36
Ajuste de Cambios	\$2	\$18
Mant. de Neumáticos	\$2	\$24
Mant. de Asiento y Manillar	\$2	\$24
Verificación de transmisión y Pedales	\$3	\$36
Inspección General de Componentes	\$4	\$48
	Costo por bicicleta	\$264
	Costo Total (36 bicicletas)	\$9.504

Nota: Elaborado por el autor

En la **Tabla 21** se muestra los gastos del mantenimiento correctivo del sistema.

Tabla 21

Gastos de mantenimiento correctivo

	Ocurrencia por año	Costo	Costo Anual
Reparación de pinchazos	2	\$10	\$20
Reemplazo de Cables y Fundas	2	\$8	\$16
Reparaciones de transmisión	1	\$32	\$32
Reparación de frenos	1	\$15	\$15
Llantas	2	\$23	\$46
Asiento	1	\$10	\$10
		costo por bicicleta	\$139
		costo total	\$5,004

Nota: Elaborado por el autor

5.3.2.2 Personal y operaciones

Durante la ejecución del proyecto, se estima que el sistema de bicicletas públicas opera bajo la dependencia del Municipio del cantón Sígsig, coordinado por el Departamento de Obras Públicas siendo adherido a la Unidad de Movilidad, por lo tanto, el personal y las instalaciones serán dadas por el departamento de movilidad, solo se contratará un coordinador y supervisor logístico encargado de dar mantenimiento, además que estarán a cargo de cada estación y del operario de redistribución, en conjunto con los demás departamentos del Municipio a los que se les pagará de acuerdo a la escala de remuneración del sector público en Ecuador.

En la **Tabla 22** se muestra el cálculo del sueldo de los operarios.

Tabla 22

Sueldo del personal del proyecto

Cargo	Sueldo mensual	Décimo tercero	Décimo cuarto	Fondo de reserva	Vacaciones	Aporte patronal 12.15%	Totales mensual	Total, anual
Coordinador	901,00	75,08	37,50	75,08	37,54	109,47	1.235,68	14.828,16
Supervisor	585,00	48,75	37,50	48,75	24,38	71,08	815,45	9.785,43
Total, general	1.486,00	123,83	75,00	123,83	61,92	180,55	2.051,13	24.613,59

Nota: Elaborado por el autor

5.3.2.3 Gastos de distribución del sistema

Si el sistema de bicicletas públicas utiliza estaciones de anclaje, en donde los usuarios recogen y devuelven las bicicletas, es posible que sea necesario redistribuirlas a lo largo del día para mantener un equilibrio en la disponibilidad de bicicletas en diferentes estaciones. En la **Tabla 23** se muestra los gastos de distribución. Estos costos incluyen la cantidad de viajes por día para realizar la redistribución y el costo por cada viaje que en este caso se considera de \$1,25 dólares que cubriría el costo de combustible y de mantenimiento de la plataforma de distribución

Tabla 23

Gastos de redistribución de bicicletas

Gastos	Cantidad por día	Costo diario	Costo anual
Viajes de redistribución	4	\$5	\$1.800

Nota: Elaborado por el autor

5.3.2.4 Costos de mantenimiento del sistema de gestión

El mantenimiento del sistema de gestión incluye el conjunto de software de manejo de toda la información y datos que se ocupan dentro del mismo. Para ello se contrata una entidad encargada del mantenimiento periódico de las tres partes principales como el Sistema de identificación, validación, entrega y recibido (SIVER), el Sistema general de control y comunicación central (SGCC) y el Sistema de información, afiliación y atención al usuario (SINAU) como se muestra en la **Tabla 24**.

Tabla 24

Mantenimiento del sistema de gestión

Gastos	Cantidad por mes	Costo	Costo anual
Mantenimiento del software del sistema	1	1,200	\$14.400

Nota: Elaborado por el autor

5.3.2.5 Gasto de suministros de oficina y limpieza

Dentro del marco operativo del Sistema de Bicicletas Públicas (SBP) en el cantón Sígsig, se deben considerar los gastos asociados a suministros de oficina y limpieza. Estos gastos abarcan desde artículos de papelería, herramientas administrativas, hasta insumos para preservar la higiene y presentación de las estaciones, asegurando así un servicio de calidad y una imagen institucional adecuada ante los usuarios y la comunidad. A continuación, en la **Tabla 25** se muestran los costos asociados a este rubro.

Tabla 25

Suministros de oficina y limpieza

Gastos	Cantidad por mes	Costo mes	Costo anual
Suministros y materiales oficina	1	\$50,00	\$600,00
Suministros de limpieza estaciones	6	\$15,00	\$1.080,00
		Total	\$1.680,00

Nota: Elaborado por el autor

5.3.2.6 Gasto de energía y conectividad

En la **Tabla 26** se muestran los gastos vinculados a la energía y conectividad en cada estación. Estos costes comprenden el consumo eléctrico necesario para la funcionalidad de los módulos y la infraestructura de comunicaciones para garantizar la interconexión en tiempo real entre estaciones. Ambos componentes permiten mantener una operatividad ininterrumpida, ofreciendo a los usuarios un servicio confiable y de alto rendimiento.

Tabla 26

Energía y conectividad

Gastos	Cantidad por mes	Costo mes	Costo anual
Energía eléctrica	6	\$20,00	\$1.440,00
Internet	6	\$25,00	\$1.800,00
		Total	\$3.240

Nota: Elaborado por el autor

5.3.2.7 Gasto de ventas y publicidad

Un elemento permanente dentro del SBP del cantón Sígsig son los gastos asociados a la publicidad en redes sociales. Estos están orientados a promover el uso del sistema, informar sobre las ubicaciones de las estaciones y generar conciencia sobre la movilidad sostenible. En la **Tabla 27** se muestra el desembolso promedio en plataformas digitales, lo cual permitirá alcanzar a una amplia audiencia, optimizar la visibilidad del proyecto y fomentar la interacción con los usuarios potenciales y actuales.

Tabla 27

Publicidad en redes sociales

Gastos	Cantidad por mes	Costo mes	Costo anual
Publicidad redes sociales	1	\$150,00	\$1.800,00
		Total	\$1.800,00

Nota: Elaborado por el autor

5.3.2.8 Gasto de seguros

Estas primas relacionadas con los seguros de responsabilidad civil son un elemento que ayudará a resguardar la integridad del proyecto frente a eventuales reclamaciones o incidentes. La cobertura aseguradora, y su prima que se muestra en la **Tabla 28**, permitirá garantizar la continuidad del servicio, proteger los activos y brindar confianza, tanto a la administración del sistema como a sus usuarios, mitigando riesgos inherentes a la operación.

Tabla 28

Seguros de responsabilidad civil

Gastos	Cantidad por mes	Costo mes	Costo anual
Prima seguro responsabilidad civil	1	\$250,00	\$3.000,00
		Total	\$3.000,00

Nota: Elaborado por el autor

En función de lo expuesto en el apartado de costos y gastos a continuación en la **Tabla 29** se muestra el consolidado de los rubros para el primer año de operación. En importante tomar en cuenta, que las cifras consultadas están con referencia al año 2023, por lo que, se consideró que estos al año 2024 y de ahí en adelante tendrán un crecimiento anual equivalente a la inflación del 2.2% (INEC ,2023).

Tabla 29

Consolidado costos y gastos

CONCEPTO	2023	2024
Costos directos		
(+) Mantenimiento preventivo	9.504,00	9.713,09
(+) Mantenimiento correctivo	5.004,00	5.114,09
(+) Redistribución de bicicletas	1.800,00	1.839,60
(=) Total, costo directo	16.308,00	16.666,78
Gastos de operación		
(+) Sueldos personales	24.613,59	25.155,09
(+) Mantenimiento del sistema de gestión	14.400,00	14.716,80
(+) Suministros de oficina	1.680,00	1.716,96
(+) Energía y conectividad	3.240,00	3.311,28
(+) Seguros responsabilidad civil	3.000,00	3.066,00
(+) Depreciaciones y amortizaciones		10.577,34
(=) Total, gastos	46.933,59	58.543,47
Gasto de ventas		
(+) Publicidad	1.800,00	1.839,60
(=) Total, gasto de venta	1.800,00	1.839,60
Gasto financiero		
(+) Gasto Interés		\$3.987,40
(=) Total, costos y gastos	65.041,59	81.037,24

Nota: Elaborado por el autor

5.3.3 CAPITAL DE TRABAJO

Para asegurar la operatividad y solvencia del proyecto, es necesario tomar en cuenta el cálculo del capital de trabajo. Para determinar este requerimiento, se ha optado por emplear el método de desfase a 30 días. Esto permite proyectar las necesidades de liquidez del proyecto, tomando en consideración las operaciones cotidianas, pero excluyendo específicamente las depreciaciones, y también al gasto financiero (este puede cambiar en función de las necesidades del proyecto y cambios en la política económica del país). Este enfoque brinda una visión clara y precisa de las necesidades de fondos circulantes para mantener la operación ininterrumpida del SBP.

Capital de trabajo

$$= \frac{\text{Costos y gastos totales} - \text{Depreciaciones} - \text{Interés}}{365} \\ * 30 \text{ días}$$

$$\text{Capital de trabajo} = \frac{81.037,24 - 10.577,34 - 3.987,40}{365} * 30 \text{ días}$$

$$\text{Capital de trabajo} = 5463,49 \text{ USD}$$

5.3.5 INVERSIÓN Y FINANCIACIÓN

El Sistema de Bicicletas Públicas (SBP) en el cantón Sígsig para su puesta en marcha requiere de una inversión inicial estructurada compuesta por los activos fijos, que comprenden la infraestructura y equipamiento; los activos diferidos, relacionados con gastos que serán amortizados en el tiempo; y el capital de trabajo, que asegura la liquidez necesaria para las operaciones cotidianas del sistema. En función de las cifras presentadas previamente, en la **Tabla 30** se muestra la inversión total del proyecto.

Tabla 30

Inversión total

Rubro	Monto
Inversión de activos	\$60.661,83

Capital de Trabajo	\$5.463,49
Total	\$66.125,32

Nota: Elaborado por el autor

La financiación es el procedimiento utilizado para adquirir los recursos financieros necesarios con el fin de llevar a cabo una actividad o proyecto, ya sea a nivel individual, empresarial o institucional. Implica el acceso a fuentes de capital o fondos que permitan cubrir los costos y gastos asociados a una iniciativa específica, y puede incluir diferentes formas de financiamiento, como: préstamos, créditos, emisión de acciones, bonos, financiación pública, financiamiento participativo, entre otros.

La financiación del proyecto es necesaria para obtener los recursos necesarios para su realización. Se basa en fuentes variadas, como préstamos, emisión de acciones o financiamiento participativo. En el caso del proyecto SBP, se han asignado recursos propios de \$16.000 del presupuesto del GAD para movilidad. Además, se ha obtenido un préstamo a 10 años del Banco de Desarrollo del Ecuador (BDE) a una tasa de interés anual del 8,52%, detallado en la **Tabla 31**.

Tabla 31

Financiación del proyecto

Financiación		Inversión	Porcentaje de participación
Recursos Propios municipales		16.000,00	24,20%
Préstamos BDE		50.125,32	75,80%
Condiciones	Tipo de interés	8,52 %	
	Años	10	
Total, Financiación		66.125,32	100,00%

Nota: Elaborado por el autor

5.3.5 FLUJO DE INGRESOS

Se realiza una proyección de acuerdo con los diferentes ingresos que conlleva un SBP, considerando ingresos por alquiler, membresías y publicidad.

5.3.5.1 Ingresos por alquiler

En relación con el alquiler, se establecerá una colaboración con entidades bancarias, incluidas cooperativas, para facilitar un cobro inmediato. Adicionalmente, se

contemplará la creación de una aplicación digital que facilite el registro de información del usuario y detalles de su cuenta, garantizando así las unidades frente a posibles robos o daños. Se estableció una tarifa de \$0.35 USD por cada 30 minutos de uso, notando una mayor demanda durante fines de semana y festivos.

Se ha dispuesto que en promedio para el alquiler estarán dispuestas tres bicicletas de forma permanente en cada estación, en total 18 bicicletas. Se ha proyectado que durante las horas pico, en total cada bicicleta realice ocho trayectos, y que, en las horas de menor afluencia, horas valle, el total de recorridos sea de seis por día. Este tipo de uso está destinado para aquellos usuarios no habituales, como turistas. Se propondrá un sistema de alquiler diario. Previo a este servicio, es mandatorio el registro en el sistema, ofreciéndose tres modalidades: a través del sitio web, mediante la aplicación o presencialmente en el departamento de recaudación municipal. Durante este proceso, el usuario debe completar un formulario con sus datos.

Si el usuario desea extender su trayecto sin incurrir en costos adicionales, deberá devolver la bicicleta a una estación antes de exceder la primera media hora y esperar cinco minutos para retomar otra unidad. De este modo, se le otorgan otros 30 minutos sin costo adicional. La **Tabla 32** presenta un escenario basado en la probable aceptación del servicio por parte de los peatones de la cabecera cantonal.

Tabla 32

Ingresos por alquiler

Descripción	N. bicicletas	Viajes por día	Precio	Ingreso día	Ingreso semanal	Ingreso anual
Alquiler hora pico	18	8	\$0,35	\$50,40	\$352,80	\$18.345,60
Alquiler hora valle	18	6	\$0,35	\$37,80	\$264,60	\$13.759,20
					Total, alquiler	\$32.104,80

Nota: Elaborado por el autor

5.3.5.2 Ingresos por membresías

Las membresías son acuerdos contractuales mediante los cuales un individuo o entidad paga una cuota determinada para integrarse a una organización,

plataforma o entidad específica, adquiriendo privilegios exclusivos por un período delimitado. En el contexto del sistema de bicicletas públicas del cantón Sígsig, la membresía promete ventajas significativas para los usuarios, tales como: el acceso a bicicletas compartidas, mayor flexibilidad para su uso en distintas situaciones, una contribución palpable a la sostenibilidad ambiental, estímulo de un estilo de vida saludable, fortalecimiento de vínculos comunitarios y registros detallados de actividad y cargos.

La estructura tarifaria proyectada para las membresías en el sistema de bicicletas públicas del cantón es la siguiente:

- Membresías diarias: Con un valor de \$2, donde el usuario puede hacer uso de la bicicleta durante indeterminado número de trayectos por día.
- Membresía mensual: \$15, lo que se traduce en un costo por uso de \$0.50 por día.
- Membresía anual: \$60, resultando en un costo diario de \$0.167

Todas estas membresías contemplan viajes ilimitados de 60 minutos durante su vigencia. Para determinar el potencial ingreso derivado de las membresías, se consideró un estudio de movilidad que señala que el 47,16% de la población del cantón se desplaza a pie, es decir, 788 personas. Basándonos en investigaciones de sistemas similares en Cuenca y Quito, se estima que el 87% de esta población podría estar interesada en el sistema de bicicletas, lo que se traduce en unos 686 posibles usuarios. En función de los resultados del análisis de aceptación de los sistemas de bicicleta pública en la ciudad de Cuenca, se esperaría que al menos el 50% de estos acceda a este tipo de servicios, en total 344 personas. Para la distribución se lo hará en función de la frecuencia de uso de bicicletas: i) para membresías diarias los que usan la bicicleta todos los fines de semana, un 54.72%; ii) para membresías mensuales, los que usan la bicicleta de 1 a 3 veces por semana, total 33.96%; iii) y, suscripción anual, quienes usar bicicleta a diario, un 11.32% (Sinchi y Zhinin, 2020). Estas cifras se resumen en la **Tabla 33**.

Tabla 33

Ingresos anuales mediante membresías e inscripción

Descripción	Porcentaje población	N. membresías	Frecuencia renovación	Valor unitario	Ingreso anual
Membresías diarias	54,72%	188,00	18	\$2,00	\$6.768,00
Membresías mensuales	33,96%	116,00	6	\$15,00	\$10.440,00
Membresías anuales	11,32%	39,00	1	\$60,00	\$2.340,00
	100,00%	343,00		Total, membresías	\$19.548,00

Nota: Elaborado por el autor

5.3.5.3 Ingresos por publicidad

La estrategia publicitaria y su asociación con el Sistema de Bicicleta Pública (SPB) resulta atractiva para patrocinadores, ya que, vincula su marca con prácticas de transporte limpias, saludables y sostenibles. Esta unión no sólo promueve una imagen positiva, sino que también refleja el compromiso de la entidad patrocinadora con la responsabilidad social y ambiental. Corporaciones prominentes, como Citibank en Nueva York y Barclays en Londres, han capitalizado los beneficios publicitarios y de imagen al alinearse con sistemas similares. Del mismo modo, organizaciones no lucrativas y entidades de salud, como Humana, Kaiser Permanente y la Fundación China para el Desarrollo de los Derechos Humanos, han respaldado el Sistema de Bicicletas Públicas en diversas regiones (CF40, 2018).

Con el propósito de garantizar la viabilidad del SPB, se debe considerar la monetización de las oportunidades publicitarias que ofrece. Estas pueden materializarse mediante la asociación con patrocinadores estratégicos o grupos de anunciantes, establecidos a través de directrices específicas y formalizados mediante acuerdos contractuales. El alcance publicitario se extiende a diversos componentes del sistema, incluyendo cascos, chalecos, tarjetas, plataformas digitales, vehículos de operación y las propias bicicletas, entre otros. La **Tabla 34** desglosa proyecciones de ingresos derivados de estas iniciativas publicitarias, contemplando la colaboración de nueve patrocinadores distribuidos en estaciones y bicicletas.

Tabla 34

Ingreso anual por parte de publicidad

Zona	Cantidad de patrocinios	Valor Unitario	Valor mensual	Valor Anual
Estaciones	1	\$200	\$200	\$2.400,00
Bicicletas	1	\$250	\$250	\$3.000,00
Total, ingresos			\$450	\$5.400,00

Nota: Elaborado por el autor

5.3.5.4 Ingresos proyectados

A continuación, muestra en resumen todos los ingresos proyectados para los 10 años de horizonte del proyecto. En este caso, para el crecimiento de estos se ha tomado como referencia la inflación del 2,2% (INEC, 2023). En la **Tabla 35** se muestran el resumen de los ingresos: alquiler, membresías, y publicidad.

Tabla 35

Fuentes de ingresos proyectados

	2024	2025	2026	2027	2028
Alquiler	\$32.104,80	\$32.509,32	\$32.918,94	\$33.333,72	\$33.753,72
Membresías	\$19.548,00	\$19.794,30	\$20.043,71	\$20.296,26	\$20.552,00
Publicidad	\$5.400,00	\$5.468,04	\$5.536,94	\$5.606,70	\$5.677,35
	2029	2030	2031	2032	2033
Alquiler	\$34.179,02	\$34.609,67	\$35.045,76	\$35.487,33	\$35.934,47
Membresías	\$20.810,95	\$21.073,17	\$21.338,69	\$21.607,56	\$21.879,81
Publicidad	\$5.748,88	\$5.821,32	\$5.894,67	\$5.968,94	\$6.044,15

Nota: Elaborado por el autor

Para el análisis se tomarán en cuenta 3 escenarios relacionados con las fuentes de ingresos, cuyos resultados se observan en la **Tabla 36**:

- Escenario 1: ingresos por alquiler
- Escenario 2: ingresos por alquiler y membresías
- Escenario 3: ingresos por alquiler, membresías y publicidad

Tabla 36

Ingresos proyectados por escenario

	2024	2025	2026	2027	2028
Escenario 1	\$32.104,80	\$32.509,32	\$32.918,94	\$33.333,72	\$33.753,72
Escenario 2	\$51.652,80	\$52.303,63	\$52.962,65	\$53.629,98	\$54.305,72

Escenario 3	\$57.052,80	\$57.771,67	\$58.499,59	\$59.236,68	\$59.983,07
	2029	2030	2031	2032	2033
Escenario 1	\$34.179,02	\$34.609,67	\$35.045,76	\$35.487,33	\$35.934,47
Escenario 2	\$54.989,97	\$55.682,84	\$56.384,45	\$57.094,89	\$57.814,29
Escenario 3	\$60.738,85	\$61.504,16	\$62.279,11	\$63.063,83	\$63.858,43

Nota: Elaborado por el autor

5.3.6 ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO

En el proceso de evaluación y planificación financiera del Sistema de Bicicletas Públicas (SBP) en el cantón Sígsig, se ha procedido a elaborar el estado de resultados, herramienta que permitirá determinar la rentabilidad esperada del SBP. Este estado se ha estructurado considerando los tres escenarios de ingresos propuestos. Se debe recalcar que los costos y gastos se mantienen igual para cada uno de los escenarios. A continuación, se muestra en estado de resultados para el primer año de funcionamiento del proyecto para cada una las fuentes de ingresos (Ver **Tabla 37**).

Tabla 37

Estado de resultados escenarios de ingresos año 2024

Concepto	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Ingresos	\$32.104,80	\$51.652,80	\$57.052,80
Costos directos	\$16.666,78	\$17.033,45	\$17.408,18
Utilidad Bruta	\$15.438,02	\$34.619,35	\$39.644,62
Sueldos personal	\$25.155,09	\$25.708,50	\$26.274,09
Mantenimiento del sistema de gestión	\$14.716,80	\$15.040,57	\$15.371,46
Suministros de oficina	\$1.716,96	\$1.754,73	\$1.793,34
Energía y conectividad	\$3.311,28	\$3.384,13	\$3.458,58
Seguros responsabilidad civil	\$3.066,00	\$3.133,45	\$3.202,39
Publicidad	\$1.839,60	\$1.880,07	\$1.921,43
EBITDA	-\$34.367,70	-\$16.282,10	-\$12.376,67
Depreciaciones y amortizaciones	\$10.577,34	\$10.577,34	\$10.577,34
EBIT	-\$44.945,05	-\$26.859,44	-\$22.954,01
Intereses	\$3.987,40	\$3.699,79	\$3.387,69
Utilidad antes de impuestos	-\$48.932,44	-\$30.559,24	-\$26.341,70
Impuestos	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Utilidad Neta	-\$48.932,44	-\$30.559,24	-\$26.341,70
Inversión inicial del SBP	\$66.125,32 USD		

Nota: Elaborado por el autor

De la diferencia de ingresos y costos y gastos del Sistema de Bicicletas Públicas (SBP) para el cantón Sígsig revela que los ingresos proyectados, incluyendo alquileres, membrecías y publicidad, no son suficientes para cubrir los costos y gastos operativos estimados, resultando en una utilidad negativa. En el escenario base, se observa un déficit significativo, y aunque los escenarios 2 y 3, que contemplan ingresos adicionales, ofrecen una mejora en la situación financiera, la pérdida neta para el año 2024 se estima en -26.341,70 USD. Este déficit no solo persiste, sino que tendera a incrementarse a lo largo del horizonte de 10 años considerado para el proyecto, tiempo en el cual, también se debe recuperar los valores invertidos que fueron calculados en \$66.125,32 USD.

Dicha situación financiera señala la necesidad de una subvención por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal de Sígsig. La inversión del

GAD no solo serviría para cubrir el déficit operacional, sino también como un impulso para la promoción de la movilidad sostenible y la mejora de la calidad de vida urbana. El SBP, a pesar de su utilidad negativa inicial, debe ser vista como una inversión a largo plazo en la salud, el medio ambiente y el bienestar social, lo que podría compensar el gasto inicial a través de beneficios indirectos y a largo plazo, como la reducción en la congestión vehicular, mejoras en la salud pública y un ambiente urbano más amigable.

5.3.7 PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio permite determinar el nivel exacto de operaciones en el cual los ingresos y los costos son igual, resultando en una situación donde no hay ni ganancias ni pérdidas. En el contexto del Sistema de Bicicletas Públicas (SBP) del cantón Sígsig, se procederá a analizar el punto de equilibrio bajo el tercer escenario, con los mayores ingresos y sus implicaciones en la estructura de costos del proyecto, permitiendo así discernir el comportamiento financiero del SBP. Para el cálculo del punto de equilibrio se aplicará la siguiente expresión:

$$PE = \frac{CF}{1 - \frac{CV}{I}}$$

Donde:

PE: punto de equilibrio en USD

CF: Costo Fijo = \$53.793,12 USD

CV: Costo variable = \$ 16.666,78 USD

I: Ingresos Escenario 3 = \$57.052,80 USD

Punto de equilibrio escenario 1

$$PE = \frac{57.052,80}{1 - \frac{16.666,78}{53.793,12}}$$

$$PE = \$75.992,83 \text{ USD}$$

En función del resultado, el proyecto de SBP debe generar un 75.992,83 USD, entre ingresos por alquiler, membresías y patrocinios para no generar pérdidas. A continuación, en la **Tabla 38** se muestra como estarían estos desglosados.

Tabla 38

Punto de equilibrio

Ingresos	Monto	Porcentaje	Equilibrio
Alquiler hora pico	\$18.345,60	32,16%	\$24.435,86
Alquiler hora valle	\$13.759,20	24,12%	\$18.326,89
Membresía diaria	\$6.768,00	11,86%	\$9.014,80
Membresía mensual	\$10.440,00	18,30%	\$13.905,81
Membresía anual	\$2.340,00	4,10%	\$3.116,82
Patrocinios	\$5.400,00	9,46%	\$7.192,66
Total	\$57.052,80	100,00%	\$75.992,83

Nota: Elaborado por el autor

Con los valores de equilibrio para cada fuente de ingreso se procederá a calcular el número de unidades de alquileres y membresías manteniendo los precios supuestos con los que se ha venido haciendo el análisis hasta el momento, como se puede ver en la **Tabla 39**.

Tabla 39

Punto de equilibrio unidades mantenimiento los valores unitarios.

Ingresos	Equilibrio	Valor unitario	Unidades anuales
Alquiler hora pico	\$24.435,86	\$0,35	69.817
Alquiler hora valle	\$18.326,89	\$0,35	52.363
Membresía diaria	\$9.014,80	\$2,00	4.507
membresía mensual	\$13.905,81	\$15,00	927
Membresía anual	\$3.116,82	\$60,00	52

Nota: Elaborado por el autor

Para alcanzar la estabilidad financiera durante el primer año de operación del Sistema de Bicicletas Públicas (SBP) en el cantón Sígsig, es imprescindible obtener un volumen específico de transacciones para generar ingresos. Según los cálculos

realizados, se requieren aproximadamente 69.817 alquileres durante las horas pico y 52.363 alquileres en las horas valle anualmente. En cuanto a las membrecías, se necesitarían concretar unas 4.507 de carácter diario, 927 membrecías del tipo mensual y 52 membrecías anuales.

No obstante, dadas las dimensiones y características demográficas específicas del proyecto en el contexto del cantón Sígsig, alcanzar estos números se presenta como un desafío significativo. Esta situación plantea un panorama en el cual, la viabilidad operativa y financiera del proyecto depende en gran medida de las subvenciones proporcionadas por el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal. El apoyo financiero del GAD se vuelve así un elemento crítico para el arranque y sostenimiento del sistema, considerando las proyecciones de uso y las limitaciones inherentes al tamaño y a las dinámicas económicas y de movilidad de la localidad.

5.3.8 FLUJO LIBRE DE CAJA (FCF)

El cálculo del flujo libre de caja brinda una perspectiva detallada de la generación y uso de los fondos a lo largo del proyecto, desglosándose en el flujo de caja inicial, los flujos operativos y el flujo terminal. En el cálculo del flujo libre de caja y la proyección de ingresos, se ha considerado un crecimiento poblacional del 1,26%. Es esencial señalar que, dentro de los activos, las bicicletas tienen un ciclo de vida útil y requieren reemplazo cada 4 años. De manera similar, el equipamiento informático tiene una duración prevista de 3 años, mientras que el sistema de gestión tecnológica necesita una actualización o reemplazo cada 5 años. Es fundamental destacar que, en el análisis de costos y gastos, se ha excluido la depreciación y amortización, debido a que no representan desembolsos efectivos. Este enfoque permite obtener una imagen más precisa del efectivo neto que el proyecto genera en realidad.

En el caso del escenario donde los ingresos provienen del alquiler, las membrecías, y los patrocinios el flujo de caja es negativo como se muestra en la **Tabla 40**. Esto en general, muestra que la inversión no se va a poder recuperar en el plazo de 10 años propuesta para el proyecto.

Tabla 40

Flujo libre de caja

CONCEPTO	2023	2024	2025	2026	2027	2028
FLUJO DE BENEFICIOS						
Ingreso		\$57.052,80	\$57.771,67	\$58.499,59	\$59.236,68	\$59.983,07
Recuperación Capital de Trabajo						
Valor de salvamento						
Total, Flujo de Beneficios		\$57.052,80	\$57.771,67	\$58.499,59	\$59.236,68	\$59.983,07
FLUJO DE COSTOS Y GASTOS						
Inversión en activos fijos	\$58.127,83			\$1.234,00	\$20.166,90	\$9.447,93
Inversión en activos diferidos	\$2.534,00					
Inversión en Capital de Trabajo	\$5.463,49					
Costo directo		\$16.666,78	\$17.033,45	\$17.408,18	\$17.791,16	\$18.182,57
Gastos de operación*		\$49.805,73	\$50.901,45	\$52.021,28	\$53.165,75	\$54.335,40
Gasto financiero		\$3.987,40	\$3.699,79	\$3.387,69	\$3.048,99	\$2.681,43
Total, Flujo de Costos y Gastos	\$66.125,32	\$70.459,90	\$71.634,69	\$74.051,15	\$94.172,80	\$84.647,33
Flujo Económico	-\$66.125,32	-\$13.407,10	-\$13.863,03	-\$15.551,56	-\$34.936,12	-\$24.664,27
Préstamo Recibido	\$50.125,32					
Amortización de la Deuda		\$3.375,62	\$3.663,22	\$3.975,33	\$4.314,02	\$4.681,58
Impuesto		\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Flujo Financiero	-\$16.000,00	-\$16.782,72	-\$17.526,25	-\$19.526,89	-\$39.250,14	-\$29.345,84

CONCEPTO	2029	2030	2031	2032	2033
FLUJO DE BENEFICIOS					
Ingreso	\$60.738,85	\$61.504,16	\$62.279,11	\$63.063,83	\$63.858,43
Recuperación Capital de Trabajo					\$5.463,49
Valor de salvamento					\$10.906,12
Total, Flujo de Beneficios	\$60.738,85	\$61.504,16	\$62.279,11	\$63.063,83	\$80.228,05
FLUJO DE COSTOS Y GASTOS					
Inversión en activos fijos	\$1.234,00		\$20.166,90	\$1.234,00	
Inversión en activos diferidos					
Inversión en Capital de Trabajo					
Costo directo	\$18.582,58	\$18.991,40	\$19.409,21	\$19.836,21	\$20.272,61
Gastos de operación*	\$55.530,78	\$56.752,46	\$58.001,01	\$59.277,03	\$60.581,13
Gasto financiero	\$2.282,56	\$1.849,71	\$1.379,98	\$870,22	\$317,04
Total, Flujo de Costos y Gastos	\$77.629,93	\$77.593,57	\$98.957,10	\$81.217,47	\$81.170,77
Flujo Económico	-\$16.891,07	-\$16.089,40	-\$36.677,98	-\$18.153,64	-\$942,73
Préstamo Recibido					
Amortización de la Deuda	\$5.080,45	\$5.513,30	\$5.983,04	\$6.492,79	\$7.045,98
Impuesto	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Flujo Financiero	-\$21.971,52	-\$21.602,71	-\$42.661,02	-\$24.646,43	-\$7.988,70

Nota: Elaborado por el autor

5.3.8.1 Subvención pública

Como ya se ha mencionado en apartados previos la subvención pública es un requisito para viabilizar un SPB. Las tarifas establecidas por concepto de membresía

y otros ingresos operacionales no logran cubrir los costos que se generan en la implementación y operación del sistema. Las tarifas del sistema deben ser subvencionadas a través de los aportes públicos que tenga presupuestado la ciudad para efectos de lograr sus objetivos de movilidad y salud pública (CF40,2014).

Con la finalidad de optimizar el análisis, se ha empleado la herramienta "Buscar objetivos" de Excel para determinar el nivel mínimo de ingresos necesario para que el Valor Actual Neto (VAN) sea igual a cero. Basados en esta información y en la identificación de la brecha financiera, se ha cuantificado la subvención que deberá ser provista por el GAD Municipal, evidenciando su compromiso en garantizar la viabilidad económica del proyecto y reafirmando su apoyo a iniciativas que promuevan la movilidad sostenible en la región.

A continuación, en la **Tabla 41** muestra el flujo libre de caja con los ingresos mínimos necesarios para lograr que el proyecto muestre una recuperación de sus inversiones.

Tabla 41

Flujo libre de caja con subvenciones

CONCEPTO	2023	2024	2025	2026	2027	2028
FLUJO DE BENEFICIOS						
Ingreso		\$82.384,08	\$83.422,12	\$84.473,24	\$85.537,61	\$86.615,38
Recuperación Capital de Trabajo						
Valor de salvamento						
Total, Flujo de Beneficios	\$0,00	\$82.384,08	\$83.422,12	\$84.473,24	\$85.537,61	\$86.615,38
FLUJO DE COSTOS Y GASTOS						
Inversión en activos fijos	\$58.127,83	\$0,00	\$0,00	\$1.234,00	\$20.166,90	\$9.447,93
Inversión en activos diferidos	\$2.534,00					
Inversión en Capital de Trabajo	\$5.463,49					
Costo directo		\$16.666,78	\$17.033,45	\$17.408,18	\$17.791,16	\$18.182,57
Gastos de operación*		\$49.805,73	\$50.901,45	\$52.021,28	\$53.165,75	\$54.335,40
Gasto financiero		\$3.987,40	\$3.699,79	\$3.387,69	\$3.048,99	\$2.681,43
Total, Flujo de Costos y Gastos	\$66.125,32	\$70.459,90	\$71.634,69	\$74.051,15	\$94.172,80	\$84.647,33
Flujo Económico	-\$66.125,32	\$11.924,19	\$11.787,43	\$10.422,09	-\$8.635,20	\$1.968,05
Préstamo Recibido	\$50.125,32					
Amortización de la Deuda		\$3.375,62	\$3.663,22	\$3.975,33	\$4.314,02	\$4.681,58
Impuesto		\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Flujo Financiero	-\$16.000,00	\$8.548,57	\$8.124,21	\$6.446,76	-\$12.949,22	-\$2.713,53
<hr/>						
CONCEPTO	2029	2030	2031	2032	2033	

FLUJO DE BENEFICIOS					
Ingreso	\$87.706,73	\$88.811,84	\$89.930,87	\$91.064,00	\$92.211,40
Recuperación Capital de Trabajo					\$5.463,49
Valor de salvamento					\$10.906,12
Total, Flujo de Beneficios	\$87.706,73	\$88.811,84	\$89.930,87	\$91.064,00	\$108.581,01
FLUJO DE COSTOS Y GASTOS					
Inversión en activos fijos	\$1.234,00	\$0,00	\$20.166,90	\$1.234,00	\$0,00
Inversión en activos diferidos					
Inversión en Capital de Trabajo					
Costo directo	\$18.582,58	\$18.991,40	\$19.409,21	\$19.836,21	\$20.272,61
Gastos de operación*	\$55.530,78	\$56.752,46	\$58.001,01	\$59.277,03	\$60.581,13
Gasto financiero	\$2.282,56	\$1.849,71	\$1.379,98	\$870,22	\$317,04
Total, Flujo de Costos y Gastos	\$77.629,93	\$77.593,57	\$98.957,10	\$81.217,47	\$81.170,77
Flujo Económico	\$10.076,81	\$11.218,27	-\$9.026,23	\$9.846,53	\$27.410,24
Préstamo Recibido					
Amortización de la Deuda	\$5.080,45	\$5.513,30	\$5.983,04	\$6.492,79	\$7.045,98
Impuesto	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Flujo Financiero	\$4.996,36	\$5.704,97	-\$15.009,27	\$3.353,74	\$20.364,26

Nota: Elaborado por el autor

Las asignaciones presupuestarias para el Sistema de Bicicletas Públicas en el Cantón Sígsig se determinaron teniendo en cuenta la cobertura integral de todos los costos y gastos asociados al mismo. En este sentido, y en fusión de los resultados anteriores, la **Tabla 42** expone las subvenciones estimadas que deberán ser consideradas dentro del presupuesto del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Sígsig.

Tabla 42

Subvenciones escenario

AÑO	Ingresos escenario	Subvención escenario	Ingreso total
1	\$57.052,80	\$25.331,28	\$82.384,08
2	\$57.771,67	\$25.650,46	\$83.422,12
3	\$58.499,59	\$25.973,65	\$84.473,24
4	\$59.236,68	\$26.300,92	\$85.537,61
5	\$59.983,07	\$26.632,31	\$86.615,38
6	\$60.738,85	\$26.967,88	\$87.706,73
7	\$61.504,16	\$27.307,68	\$88.811,84
8	\$62.279,11	\$27.651,75	\$89.930,87
9	\$63.063,83	\$28.000,17	\$91.064,00
10	\$63.858,43	\$28.352,97	\$92.211,40

Nota: Elaborado por el autor

5.3.9 INDICADORES DE EVALUACIÓN FINANCIERA

A continuación, se ha realizado la evaluación financiera del proyecto del Sistema de Bicicletas Públicas (SBP) mediante la estimación de indicadores claves: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y la relación Beneficio/Costo (B/C). Se debe tener en cuenta que este cálculo se realiza considerando el flujo de efectivo que incluye la subvención, donde se parte del supuesto que el VAN igual a cero y una TIR igual a la tasa de descuento. Para estos cálculos, es necesario primero determinar las tasas de descuento, que se muestra la **Tabla 43** mediante el método de costos promedio ponderado de capital.

Tabla 43

Tasa de descuento escenario

Inversión	Capital	%Participación	Costo	Promedio
Recursos municipales	16.000,00	24,59%	20,80%	5,11%
Préstamo BED	49.075,32	75,41%	8,52%	6,43%
Total	65.075,32	100,00%	TMAR	11,54%

Nota: Elaborado por el autor

Para el costo de los recursos municipales, se ha tomado como referencia la siguiente expresión.

$$r = i + f + i * f$$

I: Inflación = 2.2%

f: Riesgos país = 18.2%

$$r = 2.2\% + 18.2\% + 2.2\% * 18.2\%$$

$$r = 20.8\%$$

Con esta tasa de descuento se procede a calcular el valor actual neto, como se muestra en la **Tabla 44**

Tabla 44

Valor actual neto

AÑO	Flujo de efectivo	Factor descuento	Flujo descontado	Acumulado
0	(16.000,00)	1,000	(16.000,00)	(16.000,00)

1	8.548,57	0,897	7.667,47	(8.332,53)
2	8.124,21	0,804	6.535,79	(1.796,74)
3	6.446,76	0,722	4.651,76	2.855,02
4	(12.949,22)	0,647	(8.380,65)	(5.525,63)
5	(2.713,53)	0,580	(1.575,17)	(7.100,80)
6	4.996,36	0,521	2.601,39	(4.499,41)
7	\$5.704,97	0,467	2.664,18	(1.835,24)
8	-\$15.009,27	0,419	(6.286,77)	(8.122,01)
9	\$3.353,74	0,376	1.259,96	(6.862,05)
10	\$20.364,26	0,337	6.862,05	(0,00)
		VAN	0,00	
		TIR	11,54%	

Nota: Elaborado por el autor

Como se mencionó, un VAN igual a cero señala que las inversiones, costos y gastos del proyecto han sido equilibrados completamente por los ingresos. Sin embargo, se debe mencionar que este equilibrio se ha alcanzado gracias a las subvenciones proporcionadas por el GAD de Sígsig. Por lo tanto, la viabilidad financiera del proyecto está intrínsecamente ligada a este apoyo municipal.

Otro indicador necesario para evaluar la viabilidad financiera es la relación beneficio-costos. Esta métrica determina si los ingresos generados son adecuados para cubrir los egresos operativos. Es importante señalar que, para este análisis, no se considerarán las inversiones iniciales, sino exclusivamente los ingresos y egresos desde el año 1 hasta el año 10. Los resultados correspondientes se presentan en la **Tabla 45**

Tabla 45

Beneficio costo

AÑO	Beneficios	Costos	B actualizados	C actualizaos
1	82.384,08	70.459,899	73.892,754	63.197,595
2	83.422,12	71.634,692	67.111,711	57.628,918
3	84.473,24	74.051,153	60.952,956	53.432,739
4	85.537,61	94.172,803	55.359,382	60.948,026
5	86.615,38	84.647,331	50.279,123	49.136,696
6	87.706,73	77.629,926	45.665,072	40.418,518
7	\$88.811,84	77.593,565	41.474,447	36.235,600
8	\$89.930,87	98.957,097	37.668,391	41.449,112
9	\$91.064,00	81.217,467	34.211,611	30.512,393
10	\$108.581,01	81.170,772	36.588,048	27.351,745
Total			503.203,497	460.311,341

Nota: Elaborado por el autor

$$B/C = 503.203,45 / 460.311,34$$

$$B/C = 1.093$$

Incorporando las subvenciones otorgadas por el municipio de Sígsig a los ingresos, la relación beneficio-costo, para el primero escenario se establece en 1.093. Esto indica que, por cada dólar gastado, el proyecto dispone de 1.093 USD para cubrir dicho gasto.

6 CONCLUSIONES

Se llevó a cabo un exhaustivo estudio centrado en el marco teórico de la movilidad activa, analizando su evolución histórica y el impacto transformador de este modo de transporte en las dinámicas de desplazamiento de las personas. A nivel mundial, especialmente en Latinoamérica y en diversas urbes ecuatorianas, se identificaron múltiples investigaciones relacionadas con la instauración de sistemas públicos de bicicletas. Estos estudios no solo proporcionan modelos fundamentales para la concepción de tales sistemas, sino también brindan perspectivas cruciales sobre su operatividad y eficiencia en diferentes contextos urbanos.

Basado en indicadores económicos claves de la cabecera cantonal, como demografía, tasas de empleo, fuerza laboral activa e infraestructura de transporte, se diseñó un esquema viable para el desarrollo de un Sistema de Bicicletas Públicas (SBP) sostenible, concebido para satisfacer las necesidades de movilidad de la mayoría de los residentes. A través de una metodología de investigación cuantitativa, se pudo determinar la viabilidad económica del proyecto de movilidad activa para Sígsig.

A pesar de los claros beneficios ambientales, sociales y de movilidad que conlleva la implementación de un SBP, los desafíos económicos y financieros presentados en las etapas iniciales subrayan la necesidad de una intervención financiera externa. Las subvenciones, especialmente provenientes del GAD de Sígsig, emergen como una solución esencial para cubrir las brechas financieras y asegurar que el proyecto no solo sea sostenible en términos operativos, sino también económicamente rentable. Este apoyo institucional no solo subraya el compromiso del gobierno local con la movilidad sostenible, sino que también refuerza la idea de que la colaboración entre el sector público y proyectos de movilidad es crucial para la transformación urbana y el bienestar de la ciudadanía.

Cuando se cuenta con el apoyo económico de la municipalidad, el proyecto muestra una Relación Costo-Beneficio (RCB) de 1.093, evidenciando que los retornos

previstos superan los gastos proyectados. Sin embargo, es necesario recalcar la importancia de explorar y generar fuentes de ingresos adicionales. Estos resultados respaldan la implementación de un sistema de bicicletas públicas en el cantón de Sígsig, resaltando su potencial como una alternativa de transporte eficiente, rentable y beneficiosa para el entorno urbano. Además, sirve como un referente esencial para la población y otros actores comprometidos con la movilidad sostenible en Ecuador.

Para finalizar la propuesta realizada de un Sistema de Bicicletas Públicas (SBP) en Sígsig es un modelo teórico y una guía preliminar. Aunque basado en análisis rigurosos, sus hallazgos son orientativos y no un reflejo exacto de la realidad futura. Si se llegara a implementar el SBP, las autoridades y técnicos del Gobierno Autónomo Descentralizado de Sígsig deberá ajustar los resultados al contexto y presupuesto específicos, asegurando que el proyecto se adapte eficazmente a las dinámicas locales y responda a las necesidades reales de la comunidad, manteniendo su viabilidad y sostenibilidad.

REFERENCIAS

- Alarcón, I. (2016). Los usuarios podrán usar las 300 bicicletas eléctricas desde el 17 de abril. El Comercio. <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/usuarios-bicicletas-electricas-quito-biciquito.html>
- Alvarez-Valdes, R., Belenguer, J. M., Benavent, E., Bermudez, J. D., Muñoz, F., Vercher, E., & Verdejo, F. (2016). Optimizing the level of service quality of a bike-sharing system. *Omega*, 62, 163-175. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.09.007>
- Alvarez-Valdes, R., Belenguer, J. M., Benavent, E., Bermudez, J. D., Muñoz, F., Vercher, E., & Verdejo, F. (2016). Optimizing the level of service quality of a bike-sharing system. *Omega (United Kingdom)*, 62, 163-175. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.09.007>
- Arango, A. (2019). Cómo Entender las Dimensiones de una Bicicleta. BikeExchange. <https://www.bikeexchange.com.co/blog/guia-geometria-de-bicicletas>
- Aristóteles. (2011). *Protréptico, Metafísica, Física, Acerca del alma*. (M. Candel, Ed.) Madrid: Gredos.
- Asbridge, M., Mann, R., Cusimano, M. D., Tallon, J. M., Pauley, C., & Rehm, J. (2014). Cycling-related crash risk and the role of cannabis and alcohol: A case-crossover study. *Preventive Medicine*, 66, 80-86. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2014.06.006>
- Benedini, D. J., Lavieri, P. S., & Strambi, O. (2020). Understanding the use of private and shared bicycles in large emerging cities: The case of Sao Paulo, Brazil. *Case Studies on Transport Policy*, 8(2), 564-575. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2019.11.009>
- Benedini, D. J., Lavieri, P. S., & Strambi, O. (2020). Understanding the use of private and shared bicycles in large emerging cities: The case of Sao Paulo, Brazil. *Case Studies on Transport Policy*, 8(2), 564-575. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2019.11.009>
- Bici Pública Cuenca. (2023). Bici Pública Cuenca—Bicicletas compartidas Cuenca. <https://www.bicicuenca.com/>
-

- Branion-Calles, M., Götschi, T., Nelson, T., Anaya-Boig, E., Avila-Palencia, I., Castro, A., Cole-Hunter, T., Nazelle, A. de, Dons, E., Gaupp-Berghausen, M., Gerike, R., Panis, L. I., Kahlmeier, S., Nieuwenhuijsen, M., Rojas-Rueda, D., & Winters, M. (2020). Cyclist crash rates and risk factors in a prospective cohort in seven European cities. *Accident Analysis and Prevention*, 141(January), 105540. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105540>
- Bruzzo, M., & Jacobovich, M. (2007). *Escuela para educadores*. Buenos Aires: Círculo Latino Austral S.A.
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J.-P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451-1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Campbell, K. B., & Brakewood, C. (2017). Sharing riders: How bikesharing impacts bus ridership in New York City. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 100, 264-282. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.04.017>
- Campbell, K. B., & Brakewood, C. (2017). Sharing riders: How bikesharing impacts bus ridership in New York City. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 100, 264-282. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.04.017>
- Carguaytongo Costales, F. O. (2021). Estudio de factibilidad para la implementación de bicicletas públicas en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo como alternativa de movilidad sostenible [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/15204>
- Chen, Y., He, K., Deveci, M., & Coffman, D. M. (2023). Health impacts of bike sharing system – A case study of Shanghai. *Journal of Transport and Health*, 30(March), 101611. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2023.101611>
- Choza, J. (2016). *Manual de Antropología Filosófica (Segunda ed.)*. Sevilla: THÉMATA.
- Crotte Alvarado, A., Arvizu, C., & Ocampo, X. (2018). Guía para planeación e implementación de sistemas públicos de bicicletas en LAC. <https://doi.org/10.18235/0002395>

- Cullen, C. (2015). La ética docente entre la hospitalidad y el acontecimiento. En I. Ramírez [comp.], *Voces de la Filosofía de la Educación* (págs. 103-112). México: Ediciones de Lirio.
- Delbosco, H. (2010). Cuerpo y alma en la antropología de San Buenaventura. *Tábano*(6), 95-102. Obtenido de <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/revistas/cuerpo-alma-antropologia-san-buenaventura.pdf>
- DeMaio, P. (2009). Bike-sharing: History, Impacts, Models of Provision, and Future. *Journal of Public Transportation*, 12(4), 41-56. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.12.4.3>
- DeMaio, P. (2009). Bike-sharing: History, Impacts, Models of Provision, and Future. *Journal of Public Transportation*, 12(4), 41-56. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.12.4.3>
- Dons, E., Götschi, T., Nieuwenhuijsen, M., de Nazelle, A., Anaya, E., Avila-Palencia, I., Brand, C., Cole-Hunter, T., Gaupp-Berghausen, M., Kahlmeier, S., Laeremans, M., Mueller, N., Orjuela, J. P., Raser, E., Rojas-Rueda, D., Standaert, A., Stigell, E., Uhlmann, T., Gerike, R., & Int Panis, L. (2015). Physical Activity through Sustainable Transport Approaches (PASTA): Protocol for a multi-centre, longitudinal study. *BMC Public Health*, 15(1), 1126. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-2453-3>
- Equipo Consultor PDOT-PUGS SIGSIG. (2020). Actualización Del Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial. Actualización Del Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial Gobierno Autónomo Descentralizado Calderón, 2(2020), 517.
- Evangelou, S. A., & Rehman-Shaikh, M. A. (2020). Comprehensive energy efficiency analysis of series hybrid electric vehicles with dual-phase-shift-controlled DC-DC converter. *Journal of the Franklin Institute*, 357(13), 8761-8799. <https://doi.org/10.1016/j.jfranklin.2020.04.059>
- Feijoo, E., & Del Pozo, D. (2019). Boletín Técnico N° 02-2019-ENEMDU. Instituto Nacional de Estadística y Censos. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2019/Marzo/Boletin_mar2019.pdf

- Gauthier, A., Hughes, C., Kost, C., Li, S., Linke, C., Lotshaw, S., Mason, J., Pardo, C., Rasore, C., Schroeder, B., & Treviño, X. (2014). The Bike-Share Planning Guide. 152.
- Giles-Corti, B., Vernez-Moudon, A., Reis, R., Turrell, G., Dannenberg, A. L., Badland, H., Foster, S., Lowe, M., Sallis, J. F., Stevenson, M., & Owen, N. (2016). City planning and population health: A global challenge. *The Lancet*, 388(10062), 2912-2924. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30066-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30066-6)
- Godavarthy, R., Mattson, J., & Hough, J. (2022). Impact of bike share on transit ridership in a smaller city with a university-oriented bike share program. *Journal of Public Transportation*, 24, 100015. <https://doi.org/10.1016/j.jpubtr.2022.100015>
- Godavarthy, R., Mattson, J., & Hough, J. (2022). Impact of bike share on transit ridership in a smaller city with a university-oriented bike share program. *Journal of Public Transportation*, 24, 100015. <https://doi.org/10.1016/j.jpubtr.2022.100015>
- Gonzalez-Calderon, C. A., Posada-Henao, J. J., Granada-Muñoz, C. A., Moreno-Palacio, D. P., & Arcila-Mena, G. (2022). Cargo bicycles as an alternative to make sustainable last-mile deliveries in Medellin, Colombia. *Case Studies on Transport Policy*, 10(2), 1172-1187. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.04.006>
- Heinen, E., Wee, B. van, & Maat, K. (2010). Commuting by bicycle: An overview of the literature. *Transport Reviews*, 30(1), 59-96. <https://doi.org/10.1080/01441640903187001>
- Herrera, M. F. T., Sandoval, S. D. R., & Rodríguez, C. D. (s. f.). PLAN DE NEGOCIOS PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CASCOS PARA BICI USUARIOS HECHOS DE MATERIAL RECICLADO E IMPERMEABLE EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ. Instituto de Desarrollo Urbano. (1999). Manual de diseño de ciclorutas. 113.
- J. Calles-García y P. González-Pérez, *La Biblia del Footprinting*, 2011.
- Ji, Y., Jin, X., Ma, X., & Zhang, S. (2020). How Does Dockless Bike-Sharing System Behave by Incentivizing Users to Participate in Rebalancing? *IEEE Access*, 8, 58889-58897. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2982686>
- Ji, Y., Jin, X., Ma, X., & Zhang, S. (2020). How Does Dockless Bike-Sharing System Behave by Incentivizing Users to Participate in Rebalancing? *IEEE Access*, 8, 58889-58897. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2982686>

- Koub, F. Z. c H. C. H. L. Z. (s. f.). Comparative life cycle assessment of station-based and dock-less bike sharing systems.
- Kubal'ak, S., & Gogola, M. (2020). The accident rate of cyclists in the Slovak Republic in bike-sharing system. 2020 XII International Science-Technical Conference AUTOMOTIVE SAFETY, 1-5. <https://doi.org/10.1109/AUTOMOTIVESAFETY47494.2020.9293509>
- Kubal'ak, S., & Gogola, M. (2020). The accident rate of cyclists in the Slovak Republic in bike-sharing system. 2020 XII International Science-Technical Conference AUTOMOTIVE SAFETY, 1-5. <https://doi.org/10.1109/AUTOMOTIVESAFETY47494.2020.9293509>
- Kucukvar, M., Onat, N. C., Kutty, A. A., Adella, G. M., Bulak, M. E., Ansari, F., & Kumbaroglu, G. (2022). Environmental efficiency of electric vehicles in Europe under various electricity production mix scenarios. *Journal of Cleaner Production*, 335(December 2021), 130291. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130291>
- Li, D., Zhang, C., Fan, R., Xu, L., Wang, Y., Guo, W., Chen, J., & Ni, M. (2021). An innovative thermal management method for cooling loop of electric driving system for durable and high efficiency electric vehicle. *Applied Thermal Engineering*, 195(May), 117176. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2021.117176>
- Liu, C., Gao, X., & Wang, X. (2022). Data adaptive functional outlier detection: Analysis of the Paris bike sharing system data. *Information Sciences*, 602, 13-42. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2022.04.029>
- Luo, H., Kou, Z., Zhao, F., & Cai, H. (2019). Comparative life cycle assessment of station-based and dock-less bike sharing systems. *Resources, Conservation and Recycling*, 146(April), 180-189. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.003>
- Ma, Y., Hu, F., & Hu, Y. (2022). Energy efficiency improvement of intelligent fuel cell/battery hybrid vehicles through an integrated management strategy. *Energy*, 263(PE), 125794. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.125794>
- Maas, S., Nikolaou, P., Attard, M., & Dimitriou, L. (2021). Classifying bicycle sharing system use in Southern European island cities: Cycling for transport or leisure? *Transportation Research Procedia*, 52, 565-572. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.01.067>

- Maulit, A., Baiburin, Y., Rakhymbek, M., Sadykova, G., & Nugumanova, A. (2021). Statistical and Network Analysis of Shared Bikes – In the Case of Almaty Bike. 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), 1-5. <https://doi.org/10.1109/SIST50301.2021.9465943>
- Maulit, A., Baiburin, Y., Rakhymbek, M., Sadykova, G., & Nugumanova, A. (s. f.). Statistical and Network Analysis of Shared Bikes – In the Case of Almaty Bike. 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), 1-5. <https://doi.org/10.1109/SIST50301.2021.9465943>
- Montezuma, R. (2015). Sistemas Públicos de Bicicletas para América Latina. Guía práctica para implementación. CAF; Fundación Ciudad Humana. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/745>
- Moposita Fernández, N. S. (2022). “Movilidad urbana en bicicleta para el municipio de Buena Fe (Ecuador), estudio de caso: Planificación de red para cicloturismo” [BachelorThesis, Quevedo: UTEQ]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6834>
- Müggenburg, H., Blitz, A., & Lanzendorf, M. (2022). What is a good design for a cycle street? – User perceptions of safety and attractiveness of different street layouts. *Case Studies on Transport Policy*, 10(2), 1375-1387. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.04.021>
- Parkes, S. D., Marsden, G., Shaheen, S. A., & Cohen, A. P. (2013). Understanding the diffusion of public bikesharing systems: Evidence from Europe and North America. *Journal of Transport Geography*, 31, 94-103. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.06.003>
- Preisler, T., Dethlefs, T., & Renz, W. (2016). Self-Organizing Redistribution of Bicycles in a Bike-Sharing System based on Decentralized Control. 1471-1480. <https://doi.org/10.15439/2016F126>
- Preisler, T., Dethlefs, T., & Renz, W. (2016). Self-Organizing Redistribution of Bicycles in a Bike-Sharing System based on Decentralized Control. 1471-1480. <https://doi.org/10.15439/2016F126>
- Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo. (2019). Ecuador reducirá sus emisiones de gases de efecto invernadero hasta 2025. UNDP.

- <https://www.undp.org/es/ecuador/news/ecuador-reducir%C3%A1-sus-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-hasta-2025>
- Pucher, J., & Buehler, R. (Eds.). (2012). *City Cycling*. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9434.001.0001>
- Purwanda, I. G., Adiono, T., Situmorang, S., Dawani, F., Samhany, H. A., & Fuada, S. (2017). Prototyping design of a low-cost bike sharing system for smart city application. 2017 International Conference on ICT For Smart Society (ICISS), 1-6. <https://doi.org/10.1109/ICTSS.2017.8288882>
- Purwanda, I. G., Adiono, T., Situmorang, S., Dawani, F., Samhany, H. A., & Fuada, S. (s. f.). Prototyping design of a low-cost bike sharing system for smart city application. 2017 International Conference on ICT For Smart Society (ICISS), 1-6. <https://doi.org/10.1109/ICTSS.2017.8288882>
- Ricci, M. (2015). Bike sharing: A review of evidence on impacts and processes of implementation and operation. *Research in Transportation Business & Management*, 15, 28-38. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2015.03.003>
- Ricci, M. (2015). Bike sharing: A review of evidence on impacts and processes of implementation and operation. *Research in Transportation Business and Management*, 15, 28-38. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2015.03.003>
- Rojas-Rueda, D., Nazelle, A. de, Tainio, M., & Nieuwenhuijsen, M. J. (2011). The health risks and benefits of cycling in urban environments compared with car use: Health impact assessment study. *BMJ*, 343, d4521. <https://doi.org/10.1136/bmj.d4521>
- Saju, C., Michael, P. A., & Jarin, T. (2022). Modeling and control of a hybrid electric vehicle to optimize system performance for fuel efficiency. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 52(PB), 102087. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102087>
- Sanmiguel-Rodríguez, A. (2020). Cumplimiento de las recomendaciones de actividad física de la OMS por usuarios de bicicletas públicas en un municipio español. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 19(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1729-519X2020000300016&lng=es&nrm=iso&tlng=en

Sher, F., Chen, S., Raza, A., Rasheed, T., Razmkhah, O., Rashid, T., Rafi-ul-Shan, P. M., & Erten, B. (2021). Novel strategies to reduce engine emissions and improve energy efficiency in hybrid vehicles. *Cleaner Engineering and Technology*, 2(November 2020). <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100074>

Sinche Solis, D., & Zhinin Auquilla, D. (2020). Análisis de aceptación del sistema de transporte bicicleta pública en la ciudad de Cuenca [Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18676/1/UPS-CT008734.pdf>

Surname, G. N., Surname, G. N., Surname, G. N., Surname, G. N., Surname, G. N., & Surname, G. N. (s. f.). Conference.

ANEXOS

ANEXO 1. ESTACIÓN PREVISTA 1



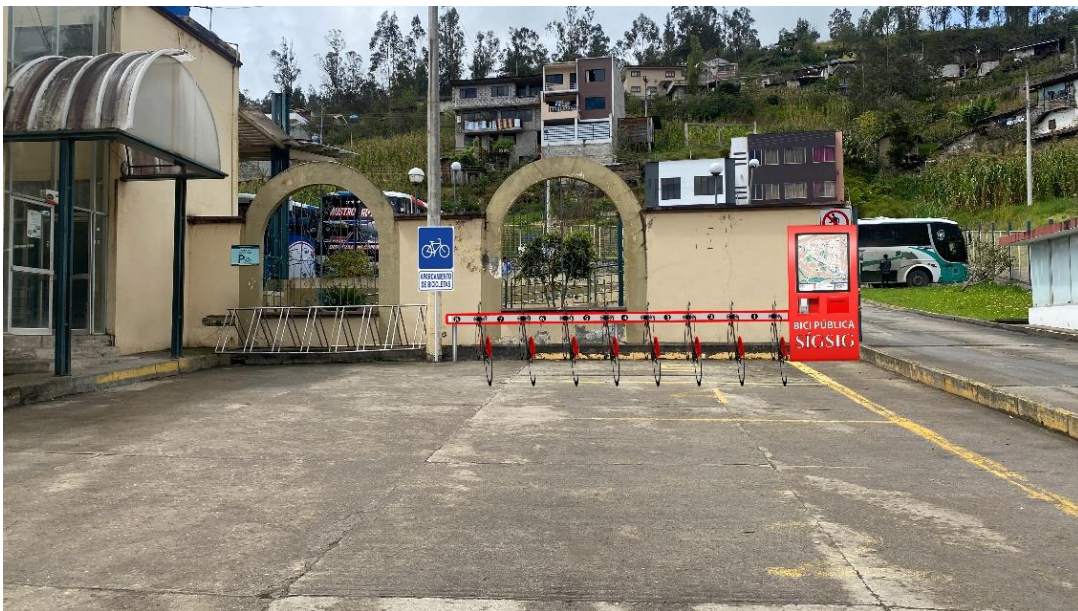
ANEXO 2. ESTACIÓN PREVISTA 2



ANEXO 3. ESTACIÓN PREVISTA 3



ANEXO 4. ESTACIÓN PREVISTA 4



ANEXO 5. ESTACIÓN PREVISTA 5



ANEXO 6. ESTACIÓN PREVISTA 6

