

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

**GUÍA DE PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE
BICICLETAS PÚBLICAS
EJEMPLO PARA EL DISTRITO DE SAN MIGUEL**

Tesis para optar el Título de **Ingeniero Civil**, que presenta el bachiller:

Andrés Seisho Kitsuta Yagui

ASESOR: Juan Carlos Dextre Quijandría



RESUMEN

Los sistemas de bicicletas públicas (SBP) van ganando aceptación en muchas ciudades del mundo como un medio de transporte complementario. En el caso de Lima, sería conveniente implementarlos a fin de satisfacer de mejor manera la necesidad de movilidad de los ciudadanos. Sin embargo, la ciudad no cuenta con la experiencia suficiente en este tipo de proyectos. El objetivo principal de esta tesis es la elaboración de una guía de diseño y planificación de sistemas de bicicletas públicas (SBP) y posteriormente, una lista de recomendaciones para una futura implementación en el distrito de San Miguel, en el departamento y provincia de Lima. Asimismo, se realiza un ejemplo de diseño de un SBP ubicado en un área de este distrito.

Para el presente trabajo se recopiló información relacionada a guías y experiencias internacionales con respecto al tema de sistemas de bicicletas públicas, promoción del uso de la bicicleta como medio de transporte, intermodalidad, movilidad sostenible, etc.

En base a esto, se explica cómo fue el proceso evolutivo de los sistema de bicicleta pública), cómo es su funcionamiento, qué beneficios trae esta herramienta de la movilidad sostenible a una ciudad y a los usuarios, y los obstáculos con los que puede encontrarse.

Posteriormente, se presenta una guía que da detalles de cómo diseñar y planificar un SBP y que parámetros deben tomarse en cuenta para ello. Algunos de estos son el área de cobertura sobre la cual se lleva a cabo este tipo de proyecto, el número de bicicletas, anclajes (espacios de estacionamiento) y estaciones de bicicletas públicas.

Luego, se presenta un ejemplo de diseño en una pequeña área del distrito antes mencionado. Este contempla la delimitación del área de cobertura, la localización de las estaciones y determinación del número de bicicletas y anclajes con los que contará el sistema.

Finalmente, se presenta una lista de recomendaciones para un futuro proyectista que desee llevar a cabo un proyecto de sistema de bicicleta pública. Estas se encuentran relacionadas a la selección de equipos, tipo de SBP apropiado, publicidad urbana, distribución de bicicletas y anclajes en las estaciones, sistema de afiliación y modo de pago, rutas de conexión, entre otros.



A mis padres Susana y Jaime, a mi hermano Kevin, a mi enamorada Johana, a mi asesor, el ingeniero Dextre, al señor Carlosfelipe Pardo, a mis seres queridos y a mis amigos por su constante apoyo y motivación.

ÍNDICE

LISTADO DE FIGURAS Y TABLAS.....	iii
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Presentación del tema.....	1
1.2. Objetivos generales y específicos	3
1.3. Preguntas de investigación e hipótesis	4
1.4. Metodología	5
1.5. Delimitación y limitaciones	6
1.6. Estado del arte	7
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Evolución de los SBP	9
2.2. Componentes de los SBP	15
2.3. Beneficios de los SBP	16
2.4. Obstáculos de los SBP.....	22
2.5. Ejemplos de SBP en el mundo.....	25
CAPÍTULO 3: PLANIFICACIÓN Y FACTIBILIDAD DE UN SBP	30
3.1. Definición de objetivos generales.....	30
3.2. Aspectos a tomar en cuenta.....	30
3.3. Dimensionamiento del SBP.....	35
3.4. Análisis de accesibilidad financiera	40
3.5. Análisis de riesgos y barreras	41
3.6. Indicadores de rendimiento del SBP	42
CAPÍTULO 4: GUÍA DE DISEÑO DE UN SBP	46
4.1. Localización de las estaciones.....	47
4.2. Tamaño de las estaciones	50
4.3. Características de las estaciones.....	51

4.4. Tecnología de la información y mecanismos de pago en el SBP	57
4.5. Selección de bicicletas	61
4.6. Operación del SBP	67
CAPÍTULO 5: MODELO DE NEGOCIO DEL SBP	70
5.1. Estructura organizacional.....	70
5.2. Esquema de contratación.....	72
5.3. Marketing	72
5.4. Costos de implementación y operación de un SBP	73
5.5. Fuentes de financiamiento	76
CAPÍTULO 6: EJEMPLO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL	80
6.1. Área de cobertura	80
6.2. Localización de las estaciones de bicicletas públicas	81
6.3. Número de bicicletas y anclajes	82
6.4. Rutas entre las estaciones de bicicletas públicas	83
6.5. Recomendaciones para un SBP en el distrito de San Miguel	83
CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES	87
BIBLIOGRAFÍA	89

LISTADO DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

Figura 1.1: Crecimiento de SBP y flota de bicicletas públicas.....	3
Figura 2.1: Funcionamiento de un sistema de bicicletas públicas.....	8
Figura 2.2: Sistema de bicicletas públicas “The White Bike”	10
Figura 2.3: Sistema de bicicletas públicas “Bycyklen”	11
Figura 2.4: Sistema de bicicletas públicas “Vélo à la Carte”	13
Figura 2.5: Sistema de bicicletas públicas “Vélib”	14
Figura 2.6: Consumo energético por kilómetro y pasajero (MJ)	17
Figura 2.7: Emisiones de CO2 por medio de transporte	19
Figura 2.8: Sistema de bicicletas públicas de Hangzhou	26
Figura 2.9: Sistema de bicicletas públicas “Vélib”	27
Figura 2.10: Sistema de bicicletas públicas “Bicing”	28
Figura 2.11: Línea de tiempo de un proyecto de SBP.....	29
Figura 3.1: Número de viajes por bicicleta al día vs. Densidad de estaciones	38
Figura 3.2: Número de viajes por bicicleta al día vs. Número de bicicletas por cada 1000 habitantes.....	39
Figura 4.1: Sistema de bicicletas públicas “San Borja en Bici”	52
Figura 4.2: Sistema de bicicletas públicas Vélib’	53
Figura 4.3: Instalación de una estación de bicicletas públicas	55
Figura 4.4: Estación de bicicletas públicas con espacios de aparcamiento individuales.....	56

Figura 4.5: Zona de aparcamiento de bicicletas públicas.....	57
Figura 4.6: Funcionamiento del sistema de software para la gestión de un SBP..	60
Figura 4.7: Bicicleta pública con sacabarroos	63
Figura 4.8: Bicicleta pública con protector de cadena	64
Figura 4.9: Partes de una bicicleta pública.....	66
Figura 4.10: Vehículo de transporte y reposición de bicicletas públicas	69
Figura 6.1: Polígono de acción (línea magenta).....	81

TABLAS

Tabla 2.1: Comparativa entre el vehículo privado y distintos medios de transporte habituales para diversos indicadores medioambientales (IDAE, 2007).....	18
Tabla 2.2: Viajes reemplazados por los SBP (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la ONU, 2007).....	20
Tabla 2.3: Tarifas de Vélib' (Pardo, 2010).....	27
Tabla 5.1: Costos de los componentes del centro de control, mantenimiento y gestión (Montezuma, 2015).....	74
Tabla 5.2: Comparación de costos de suscripción de diversos SBP en el mundo (OBIS, 2011)	78

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Presentación del tema

El parque automotor en Lima Metropolitana en los últimos años ha crecido considerablemente. Se estimó que en el año 2012 esta cifra alcanzó los 1.4 millones de vehículos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2012). Asimismo, se estima que dentro de 2 años, el número podría llegar a 3 millones (Rojas, 2014). Debido a este gran crecimiento se están viviendo muchos problemas relacionados al transporte urbano. Uno de ellos es la lentitud del tráfico vehicular, la contaminación ambiental y el aumento de número de accidentes de tránsito.

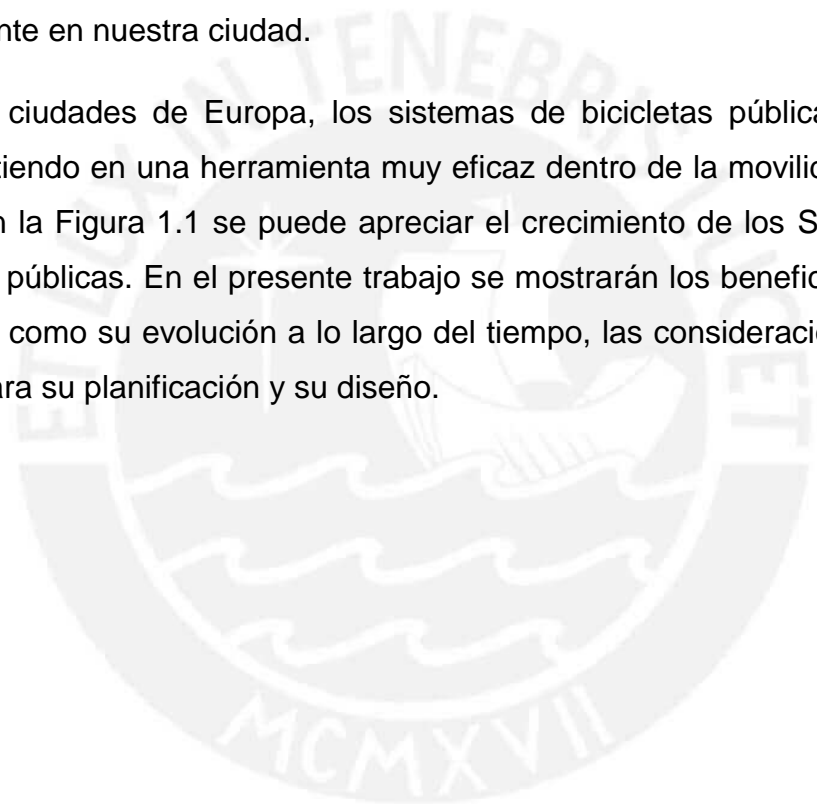
La situación presentada se debe, en gran parte, a que se ha incentivado por mucho tiempo el uso de vehículos motorizados en la ciudad, ya sea mediante las normas de tránsito, la implementación de infraestructura vial (por ejemplo: puentes peatonales, pasos a desnivel, ampliación de carriles en algunas vías), facilidades para adquirir un auto, la baja calidad del sistema de transporte público, entre otros.

En la actualidad, una manera de reducir el tráfico vehicular es mediante el uso de medios de transporte distintos (Banco Mundial, 2002). En muchas ciudades de Europa, el sistema de transporte público es de muy buena calidad en comparación al de Lima. La tecnología utilizada en estos es de última generación. A su vez, se emplean políticas que busquen reducir el uso del automóvil, tales como parquímetros, sanciones más rigurosas ante infracciones de tránsito, impedir el acceso a diversas calles en el centro de las ciudades en automóvil, entre otras. De esta manera, se promociona el uso del transporte público y se hace menos atractivo el uso del auto, algo totalmente opuesto a la situación de Lima.

Por otra parte, se promueve también el uso de otro medio de transporte no motorizado: la bicicleta. Este medio de transporte es privado, económico, bueno para la salud física, ocupa poco espacio, no produce emisiones de gases de efecto invernadero (GHG) ni contaminación acústica. Muchas ciudades de Europa buscan promover el uso de este debido a sus características. En los últimos años,

el término intermodalidad se ha hecho muy popular en los sistemas de transporte público de diversas ciudades. Esta se define como un sistema integrado por varios modos de transporte, entre ellos el uso de buses, bicicletas, etc., con la finalidad de satisfacer las necesidades de movilidad de los usuarios. Al aumentar la capacidad de usuarios transportados en un sistema de transporte público, lo que se genera en realidad es una reducción de la velocidad y frecuencia del mismo; lo cual aumenta las debilidades y arriesga las fortalezas del transporte público en cuestión (ITDP, 2011). En el caso de Lima, va a ser necesaria una mejora en su sistema de transporte público, con lo cual la intermodalidad podría tener un rol muy importante en nuestra ciudad.

En diversas ciudades de Europa, los sistemas de bicicletas públicas (SBP) se están convirtiendo en una herramienta muy eficaz dentro de la movilidad en estas ciudades. En la Figura 1.1 se puede apreciar el crecimiento de los SBP y la flota de bicicletas públicas. En el presente trabajo se mostrarán los beneficios de estos sistemas así como su evolución a lo largo del tiempo, las consideraciones a tener en cuenta para su planificación y su diseño.



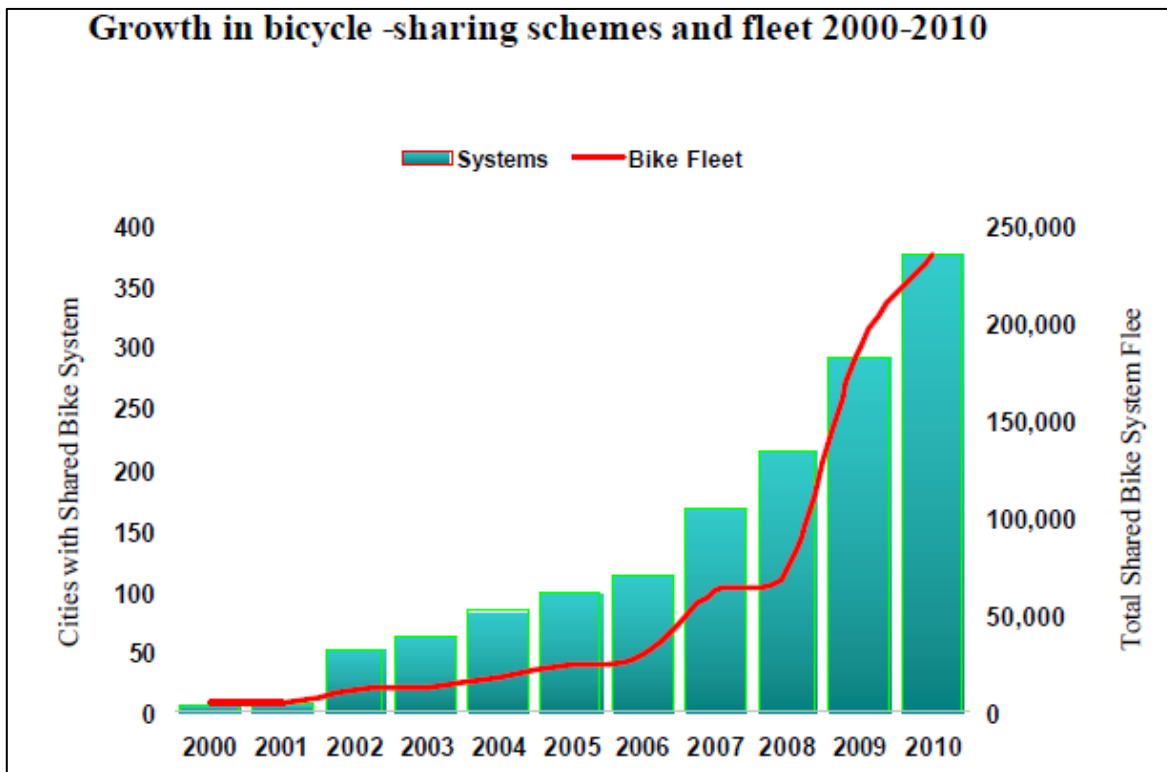


Figura 1.1: Crecimiento de SBP y flota de bicicletas públicas

Fuente: Midgley (2011)

1.2. Objetivos generales y específicos

Objetivo general

El siguiente trabajo tiene como propósito principal elaborar una guía de diseño y planificación de un sistema de bicicletas públicas. Asimismo, realizar un ejemplo de diseño de un SBP en el distrito de San Miguel tomando como referencia esta guía.

Objetivos específicos

Para la presente investigación se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Conocer el funcionamiento de los SBP y su evolución a lo largo del tiempo.
- Conocer los beneficios y obstáculos de un SBP.

- Encontrar las consideraciones que se tuvieron en cuenta en la implementación de SBP de otras ciudades de mundo.
- A partir de toda la información encontrada, crear una guía de diseño de sistemas de bicicletas públicas.
- Finalmente, aplicar dicha guía para un ejemplo de diseño de un SBP en el distrito de San Miguel.

1.3. Preguntas de investigación e hipótesis

Preguntas de investigación

El siguiente estudio se inició en base a las siguientes preguntas de investigación, las cuales trataron de ser resueltas a lo largo del presente trabajo.

- ¿Cómo funciona un sistema de bicicletas públicas?
- ¿Qué tecnologías se emplean en los SBP de otras ciudades del mundo?
- ¿Qué beneficios trae un programa de bicicletas públicas a una ciudad y sus habitantes?
- ¿En qué puede beneficiar un SBP a una ciudad?
- ¿Qué obstáculos se presentan en el funcionamiento de los SBP?
- ¿Cómo diseñar un SBP?
- ¿Cómo definir el número de estaciones, bicicletas y anclajes de un SBP?
- ¿Cómo definir la ubicación de las estaciones de bicicletas públicas?

Hipótesis

A partir de las preguntas de investigación le siguen algunas hipótesis tales como:

- Un sistema de bicicletas públicas podría ser una gran herramienta para la intermodalidad en el sistema de transporte público de una ciudad.
- La voluntad política de los que hacen la toma de decisiones es indispensable para una implementación de SBP.
- La inversión privada en el ambiente publicitario es una fuente de financiamiento muy importante para los SBP.

- Para el éxito del funcionamiento de un SBP, es necesario realizar una campaña de promoción del uso de la bicicleta, así como dar a conocer dicho sistema.
- Es necesario elevar el nivel de percepción de seguridad de los ciudadanos con respecto al uso de la bicicleta en las calles.
- La infraestructura vial para ciclistas (ciclovías) es importante para crear una conexión entre las estaciones de bicicletas públicas.
- Las calles con baja demanda vehicular también sirven como rutas alternas para los ciclistas.
- Las estaciones de bicicletas públicas más grandes deben ubicarse cerca a lugares atractivos como zonas comerciales, de entretenimiento, edificios de oficinas, etc.

1.4. Metodología

El primer paso consiste en realizar una revisión bibliográfica sobre diversos temas relacionados a los SBP. Dicha bibliografía incluye manuales internacionales sobre la planificación, diseño e implementación de SBP, así como de la promoción del uso de la bicicleta, experiencias con SBP en otras ciudades del mundo, etc. De esta manera, recopilar la información más relevante, a fin de conocer la evolución de un SBP desde su primera implementación en la década de los 60's en Ámsterdam, así como los avances tecnológicos en los programas posteriores. Luego, reconocer qué consideraciones serían de utilidad seguir para crear una guía de diseño de SBP. En el capítulo siguiente se presentará el marco teórico, el cual contendrá la información necesaria con respecto a los SBP.

Por otra parte, se aplica dicha guía para un ejemplo de diseño de un SBP en un área del distrito de San Miguel. Para ello se define primero el polígono de acción, el cual representa el área en que se implementará el SBP de ejemplo. Posteriormente, el número de estaciones, aparcamientos, bicicletas, los cuales se hallan mediante relaciones (se darán más detalles en el Capítulo 6). Después, se localizan las estaciones dentro del polígono de acción. Para ello se realiza una visita a campo. Luego, se presentan también las rutas que conectarán las

estaciones. Se adjuntan planos referentes al distrito de San Miguel, así como el polígono de acción, ubicación de estaciones propuestas y las rutas que conecten las estaciones. Los planos adjuntos al presente trabajo son los siguientes:

- SBP-01 PLANO DISTRITAL DE SAN MIGUEL: distrito de San Miguel, polígono de acción y zonificación de lotes.
- SBP-02 PLANO DE ESTACIONES DE BICICLETAS PÚBLICAS: localización propuesta de las estaciones del SBP.
- SBP-03 FOTOS DE UBICACIÓN DE ESTACIONES: fotos actuales de las ubicaciones de las estaciones propuestas.
- SBP-04 PLANO DE RUTAS ENTRE ESTACIONES: se presentan las rutas existentes mediante las cuales se encontrarán conectadas las estaciones.

Finalmente, en base a la información recopilada, se elabora una lista de recomendaciones con respecto a una posible implantación de un SBP en el distrito de San Miguel. Para ello, se trabajan los siguientes puntos: políticas, selección de equipos, selección del tipo de sistema, publicidad urbana, distribución de anclajes y bicicletas en las estaciones, afiliación al sistema y modos de pago por el servicio y rutas de conexión entre las estaciones.

1.5. Delimitación y limitaciones

El presente trabajo se enfoca en la etapa de diseño de un SBP mas no en determinación de costos, estrategias de marketing, promoción del uso de la bicicleta, estructura de contratos y modelos financieros. Asimismo, para fines prácticos, no se seguirá al 100% algunos parámetros de la guía para el ejemplo en el distrito de San Miguel. No se ha realizado un estudio de demanda para determinar el tamaño de las estaciones. A su vez, la distancia mínima entre estación y estación no se cumplirá en todos los casos debido a la poca disponibilidad de espacio en el mobiliario urbano del distrito. Al final del trabajo, se elaboró una lista de recomendaciones en varios aspectos para una futura implementación de SBP en el distrito de San Miguel.

1.6. Estado del arte

Tal como se menciona anteriormente, los sistemas de bicicletas públicas van ganando aceptación en muchas ciudades del mundo como un medio de transporte complementario. En el caso de Lima, sería conveniente implementarlos a fin de satisfacer de mejor manera la necesidad de movilidad de los ciudadanos. Sin embargo, la ciudad no cuenta con la experiencia suficiente en este tipo de proyectos.

Con respecto a los sistemas de bicicletas públicas, se han elaborado muchos documentos en diferentes países y lenguas. Una de las primeras guías de implementación de SBP fue elaborada en España en el año 2007 por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE). Posteriormente, se presentó en 2012 el “Balance General de la Bicicleta Pública en España” por los autores Esther Anaya y Alberto Castro. Otras publicaciones destacadas son las siguientes:

- Experiencias y Lecciones de Sistemas de Transporte Público en Bicicleta para América Latina (Pardo, 2010).
- Ciclo Ciudades. Manual Integral de Movilidad Ciclista para Ciudades Mexicanas (ITDP, 2011).
- Optimising Bike Sharing in Europe Cities – A Handbook (OBIS, 2011).
- Revisión de los Sistemas de Bicicletas Públicas para América Latina (Pardo, 2012).
- The Bike-share Planning Guide (ITDP, 2013).
- Sistemas Públicos de Bicicletas para América Latina. Guía Práctica para Implementación (Montezuma, 2015).

Mediante la recopilación de esta información, el presente trabajo presenta una guía de planificación y diseño de un SBP aplicable en la ciudad de Lima. A su vez, se incluye un ejemplo de diseño en el distrito de San Miguel aplicando ciertos parámetros de esta guía. Finalmente, se enumeran ciertas recomendaciones para una futura implementación en dicho distrito.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

Un sistema de bicicletas públicas (SBP) o programa de bicicletas públicas es un servicio público de préstamo de bicicletas dentro de un espacio urbano específico. En la Figura 2.1 se puede apreciar la manera en que dichos sistemas funcionan. Un usuario inicia su viaje desde un punto de partida y se dirige primero hacia una estación de bicicletas públicas (Estación A). Posteriormente, toma una bicicleta y llega a otra estación cercana a su destino (Estación B). Finalmente, la bicicleta es devuelta y el usuario se dirige a su destino final. A lo largo del tiempo, estos han evolucionado en diversos aspectos, tales como el diseño y control de las bicicletas, así como en el modo de atención a los usuarios y el modo de pago por el servicio. Dichos programas ofrecen ciertos beneficios tanto a los usuarios como a la ciudad en sí. Sin embargo, existen ciertos factores que dificultan la implantación de dichos sistemas en un lugar. Actualmente, existen muchos SBP en todo el mundo. A continuación, se darán mayores detalles de todo lo mencionado anteriormente.



Figura 2.1: Funcionamiento de un sistema de bicicletas públicas

Fuente: Elaboración propia

2.1. Evolución de los SBP

Los SBP han ido cambiando a lo largo de los años. El proceso evolutivo de estos programas se divide en cuatro generaciones (Shaheen, 2011). En cada una de estas se realizaron mejoras en la tecnología para el funcionamiento y control del sistema con respecto a una generación anterior. Dichas generaciones serán descritas a continuación.

Primera Generación

A los programas de bicicletas públicas existentes durante este periodo se les denominaban “sistemas abiertos” (Cityride LLC, 2009). Consistían en un conjunto de bicicletas donadas y posteriormente pintadas de un color característico distribuidas en toda la ciudad. Los usuarios podían utilizarlas de forma gratuita y sin presentar ningún tipo de documento. Finalmente, el usuario dejaba la bicicleta en cualquier lugar de la ciudad.

El SBP más conocido de la primera generación fue el denominado “White Bikes” en Ámsterdam, el cual fue implantado en julio de 1965 (DeMaio, 2009). En la Figura 2.2 se puede apreciar una foto del primer SBP de la historia. Este contaba con 50 bicicletas. Posteriormente, se implantaron programas similares en todo Europa, tales como el “Vélos Jaunes” en La Rochelle, Francia, inaugurado en 1974; y el Green Bike de Cambridge, Reino Unido.



Figura 2.2: Sistema de bicicletas públicas “The White Bike”

Fuente: <http://cyclinginfo.co.uk/blog/wp-content/uploads/2011/11/white-bicycle-amsterdam.jpg>

Debido a que no se registraban a los usuarios y tampoco se realizaba un control de las bicicletas, muchas de estas fueron robadas o maltratadas y consecuentemente dichos sistemas fracasaron. Con la finalidad de solucionar estos problemas, se tomaron ciertas medidas para evitar la pérdida de bicicletas, con lo cual se crean los programas que forman parte de la segunda generación.

Segunda Generación

Es aquí donde los SBP dejan de ser sistemas abiertos y los usuarios solo pueden tomar y dejar las bicicletas en estaciones ubicadas en puntos estratégicos en toda la ciudad (Helmeth, 2008). Asimismo, las bicicletas contaban con un mecanismo de seguridad denominado lock-coin, el cual solo puede ser desbloqueado cuando

el usuario inserta una moneda en ella, y esta solo podrá ser recuperada cuando el usuario devolvía la bicicleta.

Uno de los primeros SBP de la segunda generación fue el denominado “Bycyklen” en Copenhague, Dinamarca, inaugurado en el año 1995 (Bonnete, 2007). Una fotografía de dicho programa se puede apreciar en la Figura 2.3. Posteriormente, otros SBP fueron inaugurados, como por ejemplo en Sandnes, Noruega, en el año 1996; Helsinki, Finlandia, en el año 2000; y Aarhus, Dinamarca, en el 2005.



Figura 2.3: Sistema de bicicletas públicas “Bycyklen”

Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1c/Danish_public_bicycle_CPH.jpg

Por otra parte, debido a que el costo de las bicicletas era considerablemente mayor al de la moneda requerida, la tasa de robo de bicicletas públicas aún era

considerable. El coste del alquiler de dichas bicicletas no excedía los 4 dólares americanos (Mineta Transportation Institute, 2012). Además, la falta de registro de los usuarios impedía la identificación de los usuarios que extraviaban las bicicletas. Consecuentemente, nace la tercera generación de SBP, la cual emplea tecnología sofisticada para el control de las bicicletas y los usuarios.

Tercera Generación

Luego del fracaso de los SBP de la segunda generación, se da por iniciada la tercera generación de SBP, en el cual los sistemas emplean tecnologías mucho más sofisticadas para un mayor control de las bicicletas (Dextre, 2013). Asimismo, se empieza a utilizar un sistema de registro de los usuarios. Dichos programas trajeron muchas novedades con respecto a sus antecesores. Los SBP de esta generación cuentan con un sistema de comunicación inalámbrica para el recojo, uso y retorno de las bicicletas. Asimismo, el pago por el servicio se realiza mediante tarjetas de crédito o débito. Es aquí cuando se empiezan a utilizar estaciones de servicio automático, en los cuales el usuario puede adquirir la bicicleta mediante el uso de su tarjeta y sin necesidad de personal de atención.

El primer sistema de la tercera generación fue implementado en Rennes, Francia, bajo el nombre de “Vélo à la Carte” en el año 1998. Dicho programa fue operado por Clear Channel Communications Inc. y provisionaba acceso libre de hasta tres horas a aquellos usuarios que completaran una aplicación y recibieran una tarjeta inteligente. Funcionó hasta el año 2009 y contaba con 200 bicicletas y 25 estaciones (OBIS, 2011). Ver Figura 2.4.



Figura 2.4: Sistema de bicicletas públicas “Vélo à la Carte”

Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/19/V%C3%A9lo_%C3%A0_la_carte,_Rennes.jpg

Debido al éxito de los primeros SBP de la tercera generación, muchas ciudades del mundo implementaron sus propios SBP basados en sus antecesores. Uno de los SBP más conocidos en el mundo es el “Vélib” de París (Ver Figura 2.5), el cual estuvo basado en el “Vélo’v”. Muchas ciudades en Latinoamérica también han implantado sus propios SBP, como por ejemplo en Santiago de Chile, Río de Janeiro, entre otras.



Figura 2.5: Sistema de bicicletas públicas “Vélib’”

Fuente: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f7/Velibvelo1.jpg>

Cuarta Generación

Actualmente se está dando origen a la cuarta generación de sistemas de bicicletas públicas. Una de las novedades en estos SBP es que se integran a otros sistemas de transporte de carácter público. Para ello, el pago de este servicio se realiza mediante el uso de una tarjeta recargable, la cual se utiliza también para los demás sistemas de transporte público (Fishman, 2013). Asimismo, disponen de bicicletas eléctricas, tableta electrónica en el manillar de la bicicleta, recarga de batería en las estaciones, estaciones de fácil instalación y paneles solares como fuente de energía eléctrica. Por otra parte, en estos sistemas, las bicis son distribuidas y redistribuidas en las estaciones según la demanda actual. Además, las bicicletas cuentan con sistema GPS para conocer su localización en tiempo real, lo cual impide el extravío de las unidades.

En la actualidad, no existe un SBP de la cuarta generación desarrollada al 100%; sin embargo, el programa de bicicletas públicas “Call-a-bike” en Alemania es el más cercano (ITDP, 2011). La inscripción se realiza previa al servicio, con lo cual se recibe por mensaje de texto al teléfono celular un código con el cual desbloquear la bicicleta al momento de ser utilizada. Cabe resaltar que el concepto de cuarta generación de sistemas de bicicletas públicas todavía se encuentra en desarrollo.

2.2. Componentes de los SBP

Los principales componentes de un SBP son los siguientes:

- Estructura administrativa y gerencial: todos los actores involucrados en el SBP, tales como el equipo decisorio local, operadores de transporte público, gestores del sistema, proveedores, etc.
- Sistema de abonamiento, tarificación e identificación de los usuarios: es esencial disponer de un sistema de registro de los usuarios, ya sea por medio de una cuenta de celular o una tarjeta de crédito o documento de identidad, lo cual garantiza que las bicicletas sean cuidadas por los usuarios. Asimismo, un sistema mediante el cual estos realicen el pago por el servicio.
- Bicicletas: las bicicletas deben ser cómodas, livianas y ser capaces de adaptarlas a un usuario promedio, según talla y peso. Asimismo, para evitar la comercialización de las bicicletas, es necesario que cuenten con un diseño particular. Las piezas deben ser diferentes al de las bicicletas convencionales.
- Estaciones: lugar donde se recogen y devuelven las bicicletas, con módulos de estacionamiento, anclaje de bicicletas.
- Terminales: lugares donde se realizan los pagos por el servicio. Usualmente se encuentran en las estaciones de SBP.
- Sistemas de rastreo: es importante un sistema de rastreo de las bicicletas con la finalidad de tener un mayor control de las unidades y evitar que se extravíen.

- Sistema de mantenimiento: el monitoreo constante del estado en que se encuentran las bicicletas es muy importante para garantizar la seguridad y satisfacción de los usuarios.
- Logística de redistribución: las bicicletas deben distribuirse y ofrecerse de manera estratégica dentro de la ciudad, con la finalidad de evitar la falta de unidades en algunas estaciones. Por lo tanto, es importante contar con un sistema de reabastecimiento de las estaciones para evitar esto. La falta de bicicletas es muy común en estaciones que se encuentran en mayor altura y el recorrido hacia estas tenga una pendiente muy pronunciada. Para dichos casos será necesario llevar las unidades a dicha estación o incentivar a los usuarios a realizar dicho recorrido con la bicicleta pública a cambio de descuentos o bonificaciones.

2.3. Beneficios de los SBP

Luego de conocer el proceso evolutivo y los componentes de un SBP se indicarán en el presente subcapítulo los beneficios de estos sistemas. Primero se describirán las principales bondades del uso de la bicicleta en una ciudad. Posteriormente, se mencionarán los beneficios de los sistemas de bicicletas públicas en diversos aspectos.

Beneficios del uso de la bicicleta

El uso de la bicicleta comprende una gran diversidad de beneficios, tanto energéticos, medioambientales, entre otros.

- Beneficios energéticos

La bicicleta es el medio de transporte más eficiente energéticamente por diversas razones. Con respecto a su ciclo de vida, requiere mucho menos energía para su fabricación, reparación y eliminación en comparación a un automóvil. Asimismo, consume energía metabólica (del cuerpo humano), lo cual trae como beneficio lo siguiente: autonomía energética, no requiere instalaciones de abastecimiento de energía, recurso energético inagotable y sin costo alguno (Bührmann, 2007).

En la Figura 2.6 se puede apreciar la comparación del consumo energético por kilómetro y por pasajero de la bicicleta con respecto a otros medios de transporte. Es evidente que el consumo energético de la bicicleta es mucho menor que el de los vehículos motorizados.

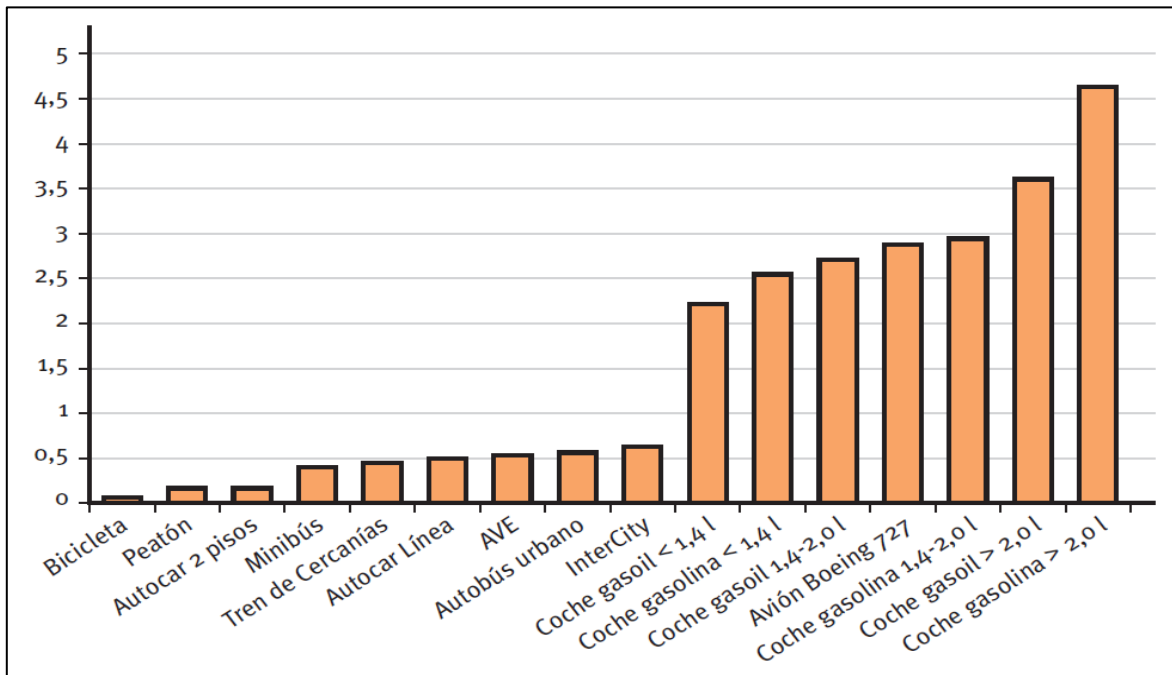


Figura 2.6: Consumo energético por kilómetro y pasajero (MJ)

Fuente: PTP (2007)

- Beneficios medioambientales

La bicicleta trae diversos beneficios ambientales, tales como los mencionados a continuación.

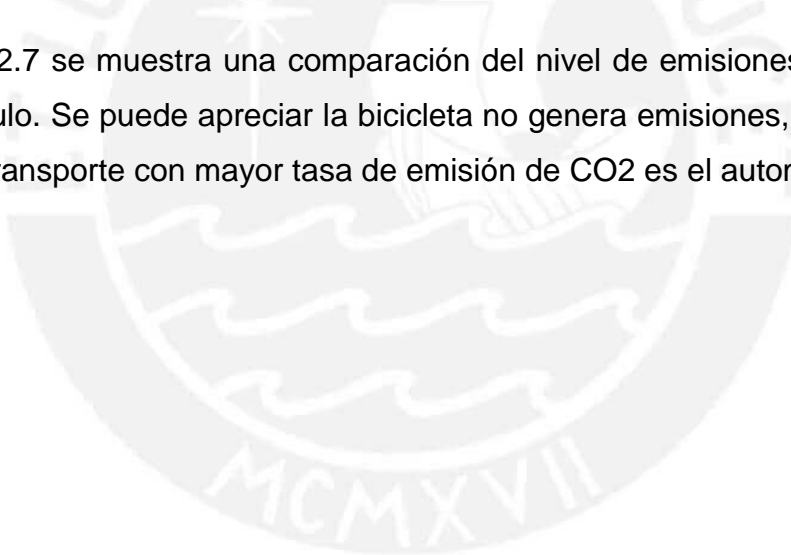
- No consume energía no renovable, como por ejemplo combustibles fósiles.
- No contaminan la atmósfera, pues su uso es libre de emisiones de gases de efecto invernadero.
- No generan contaminación acústica, pues el nivel de ruido que producen es muy inferior al del automóvil.

- Fomentan la reducción de la congestión del tráfico vehicular y del transporte. En la Tabla 2.1 se muestra que el automóvil es el medio de transporte que mayor impacto negativo genera en el medioambiente.

Tabla 2.1: Comparativa entre el vehículo privado y distintos medios de transporte habituales para diversos indicadores medioambientales (IDAE, 2007).

Comparación	Auto	Autobús	Bicicleta	Avión	Tren
Consumo de espacio	100%	10%	8%	1%	6%
Consumo de energía primaria	100%	30%	0%	405%	34%
Emisiones CO ₂	100%	29%	0%	420%	30%
Emisiones NO _x	100%	9%	0%	290%	4%
Emisiones HC's	100%	8%	0%	140%	2%
Emisiones CO	100%	2%	0%	93%	1%
Contaminación atmosférica total	100%	9%	0%	250%	3%
Riesgo inducido de accidente	100%	9%	2%	12%	3%

En la Figura 2.7 se muestra una comparación del nivel de emisiones de CO₂ por tipo de vehículo. Se puede apreciar la bicicleta no genera emisiones, mientras que el medio de transporte con mayor tasa de emisión de CO₂ es el automóvil.



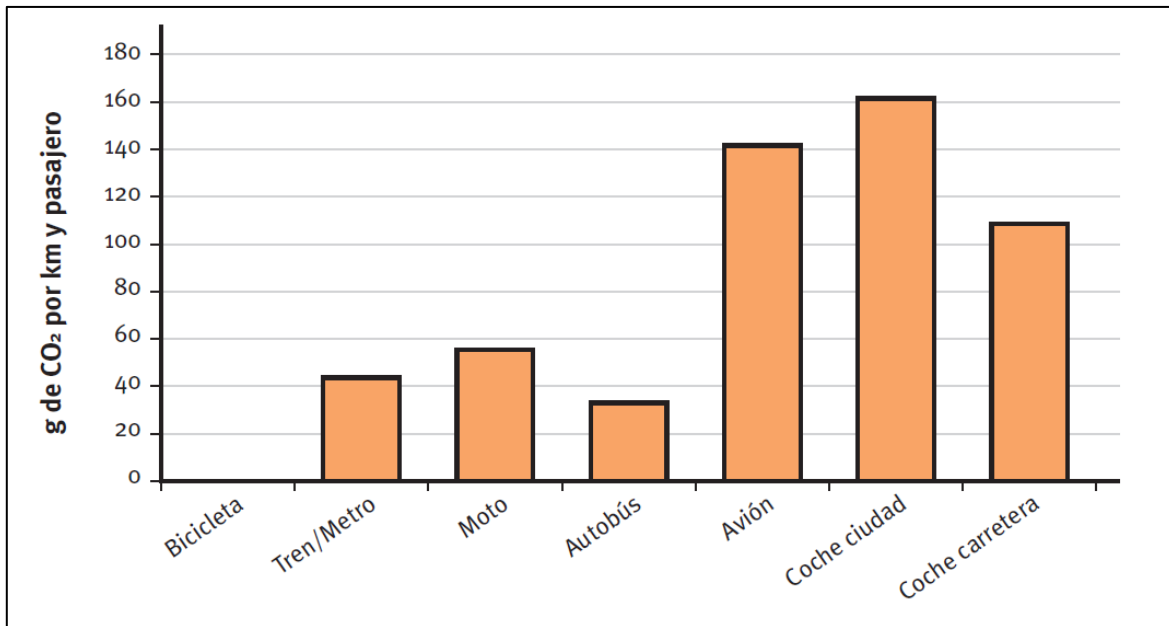


Figura 2.7: Emisiones de CO₂ por medio de transporte

Fuente: Proyecto CeroCO₂ (2007)

Por otra parte, cabe mencionar que, según un estudio realizado en Reino Unido, se encontró que solo del 2 al 10% de los viajes intermodales en vehículos motorizados fueron sustituidos por la bicicleta pública. Puede observarse en la Tabla 2.2 que en realidad los viajes realizados mediante la bicicleta pública reemplazan en su mayoría al transporte público. Por ejemplo, en el caso del SBP Vélib' de París, la bicicleta pública sustituye el 65% de los viajes realizados en transporte público; mientras que, para el caso de los viajes en transporte motorizado, solo llega a sustituir el 8% de estos.

Tabla 2.2: Viajes reemplazados por los SBP (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la ONU, 2007).

Tipo de viaje reemplazado	Bicing Barcelona	BIXI Montreal	Vélib' Paris	Velo'v Lyon
Bus o metro	51%	33%	65%	50%
Automóvil o motocicleta	10%	2%	8%	7%
Taxi	-	8%	5%	-
Caminar	26%	25%	20%	37%
Bicicleta	6%	28%	-	4%
Nuevo viaje	-	4%	-	2%

En el caso de los SBP, se estimaba que su implantación podría reducir las emisiones de gases de efecto invernadero; sin embargo, la realidad es otra. La reducción de emisiones de gases como el CO₂ por medio de las bicicletas públicas va a depender en gran medida de su capacidad de promover el uso de la bicicleta como medio de transporte, y de esta manera, desincentivar el uso de los vehículos motorizados (Bussiére, 2009).

- Otros beneficios

Así como los beneficios energéticos y medioambientales mostrados anteriormente, el uso de la bicicleta también posee otros beneficios, los cuales serán presentados a continuación.

- Es económicamente accesible a la mayoría de la población.
- Mejora la salud física y mental del usuario. El uso de la bicicleta permite combatir los altos índices de inactividad física y los problemas de obesidad (Pucher, 2010).
- Es posible evitar la congestión vehicular, con lo cual se puede ahorrar tiempo en los viajes cortos.
- Ahorro económico para el usuario, pues no requiere gastar en combustible.

Beneficios específicos de los sistemas de bicicletas públicas

Existen diversos aspectos en los cuales un sistema de bicicletas públicas resulta beneficioso. Estos aspectos son: la ciudad, la movilidad, los usuarios y el transporte no motorizado.

- Beneficios para la ciudad

Las bicicletas públicas no requieren de combustible para su uso. Por lo tanto, al reemplazar a cierto porcentaje de viajes realizados en medios de transporte motorizado, se podría reducir la producción de CO₂, lo cual genera un impacto positivo en la calidad del aire en la ciudad. A su vez, la reputación de la ciudad se ve beneficiada ya que los SBP representan una alternativa de movilidad sostenible, lo cual resulta también atractivo para los turistas.

Por otra parte, los programas de bicicletas públicas incentivan la economía local. Gracias a estos, se generan más puestos de empleo y de esta manera es posible combatir la tasa de desempleo en una ciudad. Asimismo, se pueden desarrollar nuevos productos y servicios relacionado a las bicicletas.

Gracias a un SBP, se crean nuevos espacios publicitarios en las bicicletas y las estaciones. Adicionalmente, el valor de las propiedades cercanas a las estaciones puede aumentar ya que sirve como atractivo para el público. Mediante la implantación de un SBP, se optimiza el uso del espacio público, pues aproximadamente 5 aparcamientos de bicicletas públicas sustituyen a una plaza de aparcamiento de auto.

- Beneficios para la movilidad

Como se mencionó en el subcapítulo anterior, los SBP no sustituyen un porcentaje considerable en el uso del auto o la motocicleta; sin embargo, gran parte de los viajes realizados en transporte público sí son reemplazados por las bicicletas públicas. Por lo tanto, esta herramienta resulta eficaz para disminuir la congestión en los sistemas de transporte público en horas de mayor demanda. Asimismo, es una herramienta muy útil para los viajes intermodales. De esta manera, se permite

a los usuarios realizar un viaje óptimo en distancias cortas gracias al uso de la bicicleta como medio de transporte complementario (Sustainable Urban Mobility in Asia, 2009). Se aprovecha más este beneficio si es que el programa de bicicletas públicas se encuentra integrado a los sistemas de transporte público existente.

- Beneficios para los usuarios

La bicicleta pública mejora la salud de los usuarios, pues aumenta su actividad física, lo cual reduce el sedentarismo y mejora su calidad de vida. Adicionalmente, la bicicleta compartida representa una nueva opción para los viajes cortos, los cuales podrán realizarse en menor tiempo gracias a este sistema. Por medio de los SBP, los ciudadanos tendrán un mayor acceso al ciclismo urbano.

- Beneficios para el transporte no motorizado

En ciudades donde el uso de la bicicleta como medio de transporte no está muy difundido, podría ser una herramienta muy eficaz para que su uso pueda ganar aceptación, pues incrementa el uso de la bicicleta dentro de las ciudades. De esta manera, se genera un efecto masa crítica: la seguridad de los ciclistas circulando en las calles aumenta debido un aumento de usuarios ocupando la calzada (Pardo, 2010). Asimismo, al contemplarse un mayor número de ciclistas en las calles, se genera mayor consciencia sobre el cuidado que se les debe dar. De esta manera, se incentiva a las autoridades a crear más infraestructura vial para ciclistas.

2.4. Obstáculos de los SBP

Existe una diversidad de obstáculos o barreras para un sistema de bicicletas públicas en una ciudad. Se describirá en el presente capítulo los diferentes motivos para no usar la bicicleta en zonas urbanas, y luego los obstáculos específicos para que un SBP pueda ser exitoso.

Obstáculos personales (motivos para no usar la bicicleta como medio de transporte)

Así como existen motivos para utilizar la bicicleta como medio de transporte en zonas urbanas, existen también para muchas personas motivos para no hacerlo. En algunos casos dichos motivos pueden ser totalmente razonables y justificables, pero existen también mitos acerca del porqué no movilizarse en bicicleta. Cabe resaltar que dichas barreras pueden influir en el fracaso de un SBP.

Existen razones subjetivas para no usar este medio de transporte en la ciudad. Algunas de ellas son las siguientes.

- Distancias: un motivo para no utilizar la bicicleta es cuando se deben recorrer distancias muy largas.
- Seguridad vial: cuando la percepción de seguridad vial del usuario para usar la bicicleta en la ciudad es baja, éste decide no utilizarla.
- Costos: si el uso de la bicicleta no representa un ahorro económico considerable para el usuario.
- Valoración del tiempo y del ejercicio: si no se ahorra mucho tiempo en movilizarse y al mismo tiempo le demande mucho esfuerzo físico, éste decidirá no utilizar la bicicleta.
- Condición física: si el usuario no está dispuesto a realizar mucho esfuerzo físico para movilizarse de un lugar a otro.

Asimismo, existen razones objetivas, las cuales se mencionan a continuación.

- Clima: los usuarios deciden no trasladarse en bicicleta cuando las condiciones climáticas son extremas: si hace mucho calor, mucho frío, llueve mucho, nieva mucho, etc. (Gleave, 2008).
- Topografía: si el camino a recorrer tiene una pendiente muy pronunciada, el uso de la bicicleta demandará más capacidad física que si el camino fuese llano.
- Presencia de infraestructura para bicicletas: muchos usuarios deciden no movilizarse en este medio de transporte si no hay una ciclovía segura por la

cual ir. Asimismo, la falta de estacionamientos o lugares para ducharse (ya que se suda debido al esfuerzo físico) también influye en la falta de voluntad de desplazarse en bicicleta.

- Condiciones del tráfico: cuando se debe transitar por una vía con alto volumen vehicular, los usuarios corren el riesgo de sufrir un accidente.
- Acceso a las alternativas de transporte: si no existe un sistema intermodal, se desmotiva a los usuarios de utilizar la bicicleta (por ejemplo, cuando no es posible llevar la bicicleta en el bus o el tren).

Obstáculos para un SBP (razones por las cuales el sistema puede fracasar)

Existen también barreras que pueden llevar al fracaso de un sistema de bicicletas públicas. Por lo tanto, deben ser consideradas a la hora de la implantación para que dicho SBP sea exitoso. Cabe mencionar que este debe ser pensado como si se tratase de un sistema de transporte público. Debe ser diseñado y planificado con el mismo cuidado con el que se haría en el caso de un sistema BRT o una línea de tren. Los obstáculos de un sistema de bicicletas compartidas son los siguientes.

- Obstáculos de infraestructura disponible: el hecho de no contar con infraestructura vial para ciclistas (por ejemplo: una red extensa de ciclovías) es de por sí una gran barrera para el uso de la bicicleta pública (Equipo Investigador PROBICI, 2010).
- Obstáculos financieros: los sistemas de bicicletas públicas difícilmente llegan a cubrir sus gastos de operación con los ingresos por usuarios inscritos al sistema. Deben haber otros modos de financiamiento alternos para cubrir la parte faltante de los gastos, tales como una subvención económica por parte del Estado o empresas privadas a cambio de derecho al uso de espacio público con finalidad publicitaria (esto se discutirá a mayor detalle cuando se expliquen los modos de financiamiento de un SBP)
- Obstáculos de capacidad de pago (depósito y forma de pago): en países en vías de desarrollo es inusual que las personas estén dispuestas a pagar un

servicio mediante una tarjeta de crédito, y más aún si hay que depositar una garantía en caso se pierda la bicicleta.

- Obstáculos regulatorios: en algunas ciudades del mundo, el uso de casco para los ciclistas es obligatorio. Según expertos, es este el factor principal que desmotiva a los usuarios a utilizar la bicicleta y consecuentemente la bicicleta pública (Pardo, 2011). Asimismo, existen otras barreras de regulación que reducen la probabilidad de éxito de un programa de bicicletas públicas, tales como normas restrictivas o multas excesivas.
- Obstáculos de seguridad (vial y personal-robo): las probabilidades de éxito de un SBP pueden ser reducidas si la tasa de accidentalidad y el nivel de agresividad hacia los ciclistas dentro de la ciudad son altas. Asimismo, el robo de las bicicletas representa una pérdida económica para el sistema, mientras que el alto nivel de delincuencia en una ciudad representa un riesgo para los usuarios del sistema.
- Obstáculos políticos e institucionales: cuando se cambia de gobierno en una ciudad y el SBP no está bien constituido y no cuenta con una buena gestión, es muy probable que el alcalde decida terminar con el servicio.

Cabe mencionar que, a pesar de las diferentes barreras locales en diferentes ciudades del mundo, siempre es posible la implementación de un SBP. En el caso de Ciudad de México, una de las ciudades con mayor congestión vehicular en el mundo, implementó un SBP con la finalidad de aliviar este tráfico, alcanzando una capacidad de 30,000 usuarios a pesar de no tratarse de una ciudad donde pocos habitantes usan este medio de transporte (Shaheen, 2011).

2.5. Ejemplos de SBP en el mundo

Actualmente, existen sistemas de bicicletas públicas en diversas ciudades del mundo. En el presente subcapítulo se describirán tres programas de bicicleta pública. El primero es el SBP de Hangzhou en China. Segundo, el denominado “Vélib” en París, Francia. Y finalmente, el sistema de bicicletas compartidas de Barcelona “Bicing”.

Sistema de bicicletas públicas de Hangzhou

El sistema de bicicletas públicas de Hangzhou se lanzó en el año 2008. Es actualmente el SBP más grande del mundo. Cuenta con aproximadamente 2965 estaciones y 69750 bicicletas (Lebetkin, 2013). Asimismo, es reconocido como el mejor programa de bicicletas compartidas del mundo, pues es el más denso y extenso. Por otra parte, se encuentra conectado a otros sistemas de transporte público, tales como el tren subterráneo, buses, el sistema BRT (Bus Rapid Transportation) y taxis.

El cobro tarifario se realiza por medio de una tarjeta recargable que es compatible con los demás sistemas de transporte público. La primera hora de uso es gratis, y se cobra 0.15 dólares por hora o fracción de hora adicional; se requiere también de un depósito de 50 dólares al momento del registro para prevenir el extravío de la bicicleta (Dextre, 2013).



Figura 2.8: Sistema de bicicletas públicas de Hangzhou

Fuente: <http://hangzhouweekly.com/wp-content/uploads/2013/10/hangzhou-bike-sharing.jpg>

Vélib'

Otro de los sistemas de bicicletas públicas más grande y reconocido en el mundo es el denominado “Vélib’”, ubicado en París, Francia. Fue inaugurado en el año 2007 y cuenta con aproximadamente 20,000 bicicletas y 1450 estaciones (Rogat, 2009). Este sistema opera mediante el uso de una tarjeta inteligente, con la cual se realizan los pagos tarifarios. El uso del sistema tiene un costo de 1 euro para un día, 5 euros para una semana y 29 para un año. A su vez, se cobra un monto adicional luego de la primera media hora de uso de una bicicleta pública.

Tabla 2.3: Tarifas de Vélib' (Pardo, 2010)

Tiempo	30 min	1 h	1 h 30 min	2 h	5 h	10 h	20 h
Tarifa	Gratis	1 €	3 €	7 €	31 €	71 €	151 €

En la Tabla 2.3 se puede apreciar que el uso de la bici es gratis hasta los primeros 30 minutos. Luego, por una hora de uso se debe pagar 1 euro, mientras que por una hora y media, 3 euros, y así sucesivamente.



Figura 2.9: Sistema de bicicletas públicas “Vélib’”

Fuente: Britton (2007)

Bicing

El programa denominado Bicing se inauguró en el año 2007 en Barcelona, España; asimismo, cuenta con 6000 bicicletas y 420 estaciones (Bicing, 2016). La compañía operadora del sistema es Clear Channel Adshel y su funcionamiento es similar a los SBP de Lyon y París (Quay Communications Inc., 2008). A pesar de ser uno de los programas de bicicletas compartidas más populares y reconocidos del mundo, Bicing solo se encuentra disponible para los residentes mas no para los turistas. Cabe mencionar que algunos SBP prefieren brindar su servicio exclusivamente a los residentes debido a que, de esta manera, el control de las bicicletas y los usuarios es menos tedioso.



Figura 2.10: Sistema de bicicletas públicas “Bicing”

Fuente: Municipalidad de Barcelona (2015)

Estos fueron algunos de los SBP más conocidos en el mundo. Algo que estos tienen en común es que tienen como función principal ser un complemento del

sistema de transporte público de su ciudad. Gracias a estos, los usuarios tardan menos tiempo en movilizarse desde su punto de partida hasta la estación de metro o bus o desde este hasta su destino final.

Cabe mencionar que un proyecto de bicicletas públicas, desde su planificación hasta su implementación puede tardar desde 14 a 21 meses (Montezuma, 2015). Se puede apreciar la Figura 2.11 un esquema que muestra los pasos de un proyecto de sistemas de bicicletas públicas. Primero se realiza la planificación del proyecto y se verifica que este sea factible. Luego, se procede a diseñar el SBP. Y finalmente, se realiza la implementación y puesta en marcha del programa. En los capítulos posteriores se darán mayores detalles de los pasos mencionados anteriormente.

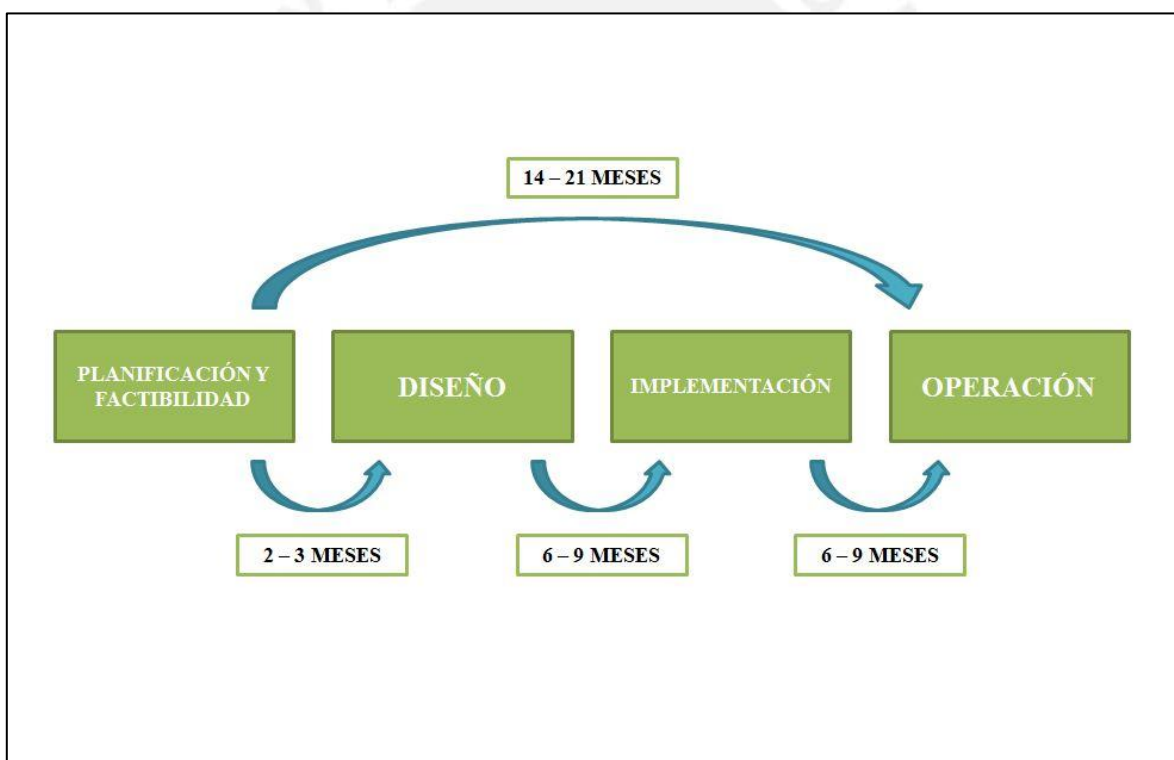


Figura 2.11: Línea de tiempo de un proyecto de SBP

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 3: PLANIFICACIÓN Y FACTIBILIDAD DE UN SBP

Una vez conocido el funcionamiento de un sistema de bicicletas públicas, se presentan a continuación las consideraciones que se deben tomar en cuenta al momento de planificar un SBP. En primer lugar, se deben definir los objetivos que se desean cumplir con el funcionamiento del sistema. Luego, se tienen que estudiar algunos aspectos, los cuales podrían definir el éxito del programa. Posteriormente, se lleva a cabo el dimensionamiento del SBP; es decir, el área de influencia y el tamaño del sistema. Después, se realizan el análisis financiero y el de riesgos y barreras. Finalmente, se mencionan los indicadores de rendimiento de un SBP para una evaluación constante durante su operación.

3.1. Definición de objetivos generales

Antes de iniciar un proyecto de SBP, es necesario conocer qué objetivos desean cumplirse con un programa de bicicletas públicas en la ciudad. Dichos objetivos son diversos. Muchas ciudades del mundo los utilizan como complemento a sus sistemas de transporte público existentes, tales como los tres ejemplos mencionados en el capítulo anterior. Asimismo, muchas ciudades buscan también incrementar el uso de la bicicleta como medio de transporte individual, lo cual brinda un cierto prestigio a la ciudad por implementar una herramienta a favor del medio ambiente (Clean Air Institute, 2012). Una vez conocidos los objetivos generales, se deben desarrollar una serie de puntos para determinar si será factible implementar un SBP en la ciudad que se desea.

3.2. Aspectos a tomar en cuenta

Para conocer si el sistema de bicicletas públicas a implementar será factible para la ciudad, será necesario desarrollar los siguientes aspectos.

Aspectos ambientales y contextos urbanos

Al momento de evaluar las fortalezas y debilidades de la bicicleta pública en una ciudad es necesario comprender que la movilidad no es un problema que debe tratarse de manera aislada. Por ello, es de gran importancia analizar otros factores

para conocer mejor la problemática en sí y ofrecer una solución integral y, de esta manera, un resultado más satisfactorio. En el caso de la bicicleta pública, se deben evaluar, dentro del contexto ambiental y urbano, la salud de los usuarios, la densidad habitacional y usos de suelo, tamaño de la ciudad, su topografía, su clima y las condiciones de su espacio público.

- Salud de los usuarios

La bicicleta como medio de transporte representa una gran herramienta para aumentar la actividad física (IDAE, 2006). De esta manera, se puede disminuir el sedentarismo en los ciudadanos e incluso combatir las enfermedades relacionadas a esto. Lo mencionado anteriormente puede motivar a algunas personas a utilizar el sistema de bicicletas públicas proyectado.

- Densidad habitacional y usos de suelo

Este es un factor muy importante a tomar en cuenta al momento de evaluar la viabilidad de un SBP. Una distancia máxima que los usuarios estarían dispuestos a recorrer en bicicleta es de aproximadamente 5 – 7 km (Third Wave Cycling Group Inc., 2010). Por lo tanto, en ciudades poco densas, donde los servicios públicos se encuentran muy distanciados, el uso de la bicicleta pública es menos eficiente y sus posibilidades de éxito son escasas. Sin embargo, en ciudades con densidad alta (por lo general zonas céntricas), donde el uso del suelo es más variado, las posibilidades de éxito de un SBP son mayores que en ciudades con baja densidad habitacional.

- Tamaño de la ciudad

Se define el tamaño de la ciudad por el número de sus habitantes. En el caso de ciudades de gran tamaño (de 200,000 o más habitantes) se recomienda implementar sistemas automáticos (con estaciones de autoservicio) (Midgley, 2009). Por otro lado, en ciudades medianas o pequeñas se aconseja implementar sistemas manuales (con personal de atención). Las diferencias entre sistemas automáticos y manuales se explicarán en el subcapítulo 4.3.

- Topografía

Otro factor muy importante a tomar en cuenta al momento de planificar un SBP en una ciudad es la topografía del terreno. Desniveles con pendientes mayores a 5% representan un obstáculo para el sistema ya que subir por dichos caminos en bicicleta requiere un gran esfuerzo físico para los usuarios, lo cual les resulta poco atractivo (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1999). Sin embargo, esto no hace que la implantación del SBP sea imposible. En estos casos, se recomienda brindar bicicletas eléctricas, las cuales disminuyen el esfuerzo necesario para subir por dichos desniveles. Asimismo, es recomendable también incentivar mediante descuentos o promociones a los usuarios que se movilizan desde una estación hacia otra que se encuentre a mayor altura, lo cual simplificará el trabajo de distribución de bicicletas.

- Clima

A pesar de los inviernos severos, el uso de la bicicleta es elevado en ciudades donde este medio de transporte está muy difundido (Bonnete, 2007). Sin embargo, en días lluviosos o muy calurosos se ha observado un descenso considerable en el número de ciclistas en las calles. En el caso de un sistema de bicicletas públicas en Lima, se podría estimar que el número de usuarios podría disminuir en época de verano ya que el calor representaría una gran molestia para ellos.

Aspectos de tránsito y movilidad

Otro aspecto que es necesario analizar para obtener resultados satisfactorios al implementar un SBP es el de tránsito y movilidad. Por ello, se deben evaluar las características generales de la movilidad, la seguridad vial y la infraestructura para ciclistas.

- Características generales de movilidad

Algo que caracteriza a Lima con respecto a transporte es que el vehículo motorizado prevalece con respecto a los demás medios de transporte, tales como la bicicleta, la movilidad a pie e incluso el transporte público. El mayor porcentaje

de inversión en obras públicas está destinado a la infraestructura vial para autos. El transporte colectivo y no motorizado no se encuentra muy fomentado en esta ciudad. Esto puede dificultar la compatibilización de un SBP con su entorno ya que será difícil plantear las rutas entre estaciones, pues el mayor porcentaje de espacio para movilizarse lo ocupan las vías para vehículos de motor.

- Seguridad vial

Muchos ciudadanos consideran arriesgado el uso de la bicicleta para movilizarse debido a la gran cantidad de accidentes de tránsito. Asimismo, muchos conductores muestran una actitud agresiva hacia los ciclistas que utilizan la calzada, lo cual disminuye aún más la percepción de seguridad vial para los ciclistas. Es muy importante tomar en cuenta este aspecto para poder atraer a usuarios que no acostumbraban utilizar la bicicleta como medio de transporte.

- Infraestructura para ciclistas

Se debe evaluar la condición en la que se encuentra el espacio público y, si es necesario, implementar algunas medidas para que el SBP sea compatible con su entorno. La infraestructura vial para los ciclistas debe encontrarse en buen estado. Esta debe contar con buena iluminación y requiere de un plan de mantenimiento constante. A su vez, las estaciones deben estar conectadas por medio de ciclovías o, en caso no sea factible, recomendar rutas por las cuales los ciclistas puedan compartir la calzada con los vehículos motorizados debido a su reducido flujo vehicular. En caso existan intersecciones peligrosas será necesario un rediseño de estas.

Aspectos socioeconómicos

En muchas ciudades en vías de desarrollo, el uso de la bicicleta como medio de transporte está relacionado con condiciones de pobreza. Sin embargo, dicha percepción ha cambiado en otros lugares del mundo. Muchos usuarios optan por movilizarse en bicicleta no solo por el ahorro económico que esto genera sino también por el ahorro de tiempo para desplazarse en distancias cortas debido a la

congestión vehicular (Banco Mundial, 2002). Por lo tanto, cualquier persona, sin importar su perfil socioeconómico ni cultural, podría hacer uso de un sistema de bicicletas públicas. Sin embargo, por temas de percepción de seguridad vial, pocas son las mujeres que optan por movilizarse en bicicleta.

Aspectos político-administrativos y legales

Es fundamental tomar en cuenta el aspecto político-administrativo y legal en un estudio de factibilidad de un SBP. Esto será de utilidad para evaluar las posibles fortalezas y debilidades de dicho programa. Se deben analizar los contextos jurídico y legal, a los actores involucrados, y el liderazgo y compromiso político.

- Contexto jurídico y legal

Al momento de analizar la factibilidad de un proyecto de SBP, es necesario conocer el estado de las normas existentes relacionadas a la movilidad ciclista. Es importante que estas no desincentiven el uso de la bicicleta. En ese caso, será necesario hacer modificaciones a las normas para poder incentivar a los usuarios a utilizar la bicicleta pública (Dhingra, 2010). Es esencial que estas sean claras y definan los derechos y obligaciones de los ciclistas.

- Actores involucrados

Existen muchos actores que participan en el desarrollo de un proyecto de bicicletas públicas. Entre ellos se encuentran los siguientes:

- Equipo decisorio local: políticos y funcionarios del Estado. Aquellos que toman las decisiones.
- Operadores de sistemas de transporte público: es importante su participación para que el SBP complemente a los sistemas de transporte público.
- Gestores del servicio de bicicletas públicas: la gestión puede realizarse desde el municipio o una empresa externa. Debe decidirse esto al principio del proyecto.
- Proveedores del servicio de bicicletas públicas: para la implantación y gestión del SBP, tales como empresas de alquiler de bicicletas.

- Asociaciones de usuarios: mediadores entre la administración y los usuarios.
- Otras asociaciones: participan en la aportación de ideas y conocimientos. Pueden realizar donaciones.
- Liderazgo y compromiso político

La voluntad política es la pieza clave en un proyecto de sistema de bicicletas públicas. Aquellos que toman las decisiones deben mostrar dedicación, compromiso y firmeza. Sus acciones deben orientarse al bienestar de los ciudadanos.

3.3. Dimensionamiento del SBP

Luego de haber analizado todos los aspectos mencionados en el subcapítulo anterior, se podrá afirmar si es que sería conveniente la implementación de un sistema de bicicletas públicas en la ciudad. Asimismo, teniendo en cuenta los objetivos que se desean cumplir mediante el SBP se puede proceder al dimensionamiento de este. Primero, se define el área de acción o de cobertura, sobre el cual se llevará a cabo el proyecto. Luego, se determinará la población dentro de dicha área y finalmente. Se establecerá el número de estaciones, bicicletas y anclajes en el sistema.

Área de cobertura

Definida por el área que el SBP va a cubrir. Este y el número de estaciones son los factores más críticos en el éxito de un sistema de bicicletas públicas. Es muy importante definirlos bien y que sean los apropiados en el proceso de planificación. El área debe ocupar un conjunto de rutas ideales para los usuarios. Si esta es muy pequeña para conectar diversos lugares, el SBP tendrá menos posibilidades de ser exitoso debido a la poca conveniencia de uso por las pocas rutas disponibles.

Por otro lado, los centros de las ciudades en general, o lugares atractivos que generen muchos viajes, son los lugares con mayor demanda de bicicletas públicas, los cuales pueden ser puntos tanto de origen como de destino. Es

recomendable definir el área de cobertura a partir de aquí. Para ello, es necesario realizar un balance entre demanda y costo-beneficio. Esta área debe ser tal que el sistema sea extenso y lo suficientemente denso para asegurar su alto uso por su conveniencia, confiabilidad y ubicuidad.

Para la definición del polígono de acción debe tomar en cuenta lo siguiente.

- El área debe ocupar como mínimo 10 km² (ITDP, 2013).
- El proyecto debe ser incluyente, para lo cual el alcance social debe ser múltiple.
- Deben ser incluidas las zonas de mayor atracción de viajes de la ciudad.
- Fronteras legibles: tener una forma simple, sin huecos, que sus límites sean vías primarias fáciles de identificar por los usuarios.
- Reducción de accidentes: evitar canalizar los viajes por intersecciones de alto peligro.
- Establecer el área de cobertura en una zona donde sea fácil compartir las vías con los vehículos motorizados.
- El área debe ser compacta por los beneficios de operación, control y mantenimiento, además de reducir el costo de inversión en adecuaciones de infraestructura.
- Se debe priorizar la conexión entre las estaciones de transporte público y las estaciones de bicicletas públicas con la finalidad de lograr un modo de transporte intermodal.
- Evitar establecer un área que abarque más de una jurisdicción (diferentes distritos) para lograr una gestión más eficiente y menos tediosa.
- Las zonas con mayor uso de espacio público durante las 24 horas del día son menos propensas a actos vandálicos.
- Las estaciones deben tener una distancia promedio de 250 m entre cada una, con el fin de que los usuarios no tengan que caminar más de tres cuadras para alcanzar su destino final (ITDP, 2011).
- Las estaciones deben ubicarse en lugares estratégicos, como accesos a universidades, edificios públicos, edificios de oficinas y centros comerciales.

Población dentro del área de cobertura

Definido por el número de personas que habitan dentro dicha área. Esto puede obtenerse al multiplicar el área del polígono de acción con la densidad poblacional en dicha área (número de habitantes por unidad de área). Usualmente se emplea en el cálculo la densidad poblacional promedio de una ciudad entera, con lo cual se subestima la población dentro del área de cobertura, pues los sistemas de bicicletas públicas son implementados normalmente en áreas donde la densidad poblacional es mayor a la promedio.

Análisis de demanda

Consiste en una revisión de la demanda de ciclistas, número de viajes, distribución de modos de viaje, tráfico existente, principales lugares de atracción de viajes, entre otros. Este estudio influirá en la toma de decisiones importantes en el proyecto, como el costo del servicio, ubicación de estaciones, trazo de rutas que conecten a las estaciones, cantidad de dinero que los usuarios estarían dispuestos a gastar por el servicio, etc. Dicho estudio se puede realizar mediante una encuesta a una muestra aleatoria y representativa.

Densidad de estaciones

Se define como la cantidad de estaciones de bicicletas públicas por unidad de área. Para crear una red de estaciones, la densidad de estaciones en una ciudad debe ser regularmente uniforme dentro del área con la finalidad de asegurar que los usuarios puedan tomar o dejar una bicicleta en cualquier lugar de forma conveniente. Una densidad ideal es de 10 a 16 estaciones por km² (Fishman, 2014). Se recomienda dicha densidad ya que es a partir de ahí en que el rendimiento del SBP es aceptable. En el gráfico de la Figura 3.1, el cual fue realizado a partir de información brindada por SBP existentes en muchas ciudades del mundo, se puede apreciar que a mayor densidad de estaciones, mayor es el rendimiento (número de viajes por bicicleta al día). Se observa también que para una densidad mayor a 10 el rendimiento por bicicleta será de más de 5 viajes al día.

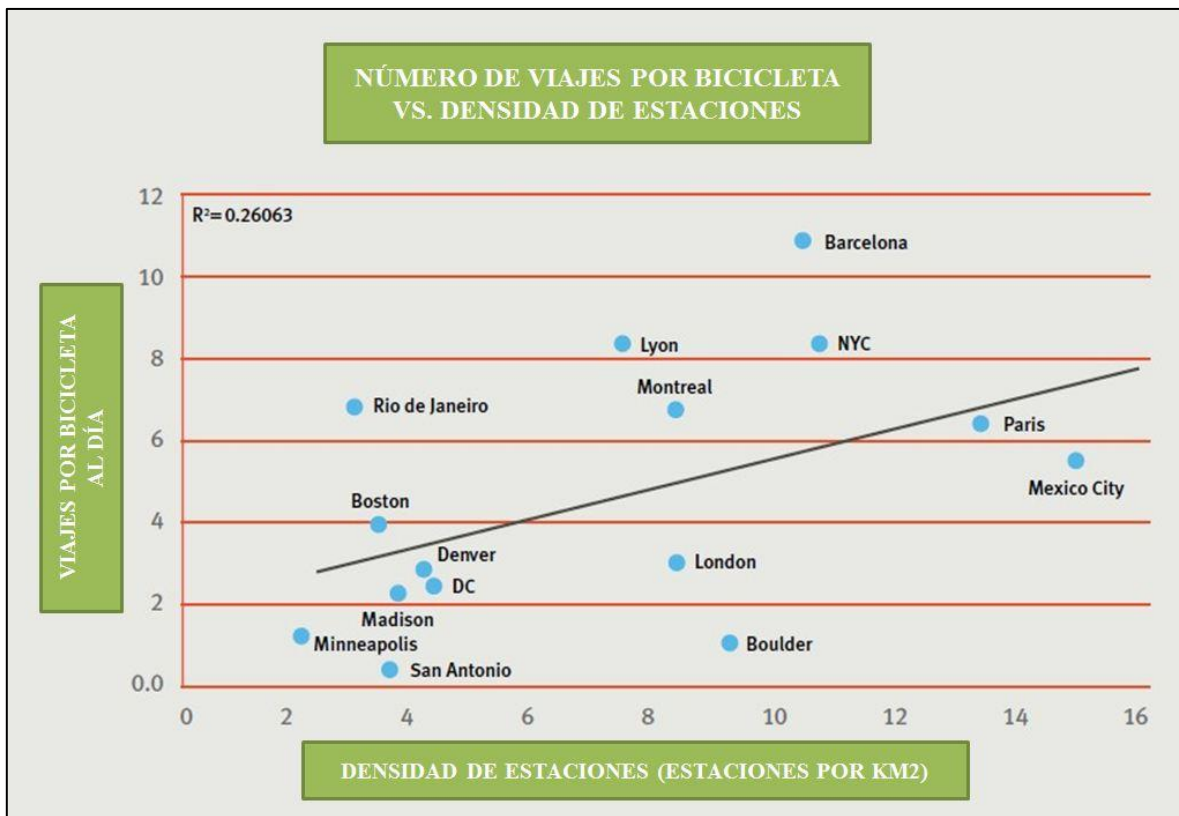


Figura 3.1: Número de viajes por bicicleta al día vs. Densidad de estaciones

Fuente: ITDP (2013)

Número de bicicletas por habitante dentro del área de cobertura

Este parámetro garantiza que el número de bicicletas sea el suficiente para satisfacer la demanda. Según la Figura 3.2, ciudades con un gran número de habitantes o turistas requiere de un mínimo de 10 a 13 bicicletas por cada 1000 habitantes para poder satisfacer sus necesidades. El número de bicicletas por habitantes debe ser la suficiente para cubrir la demanda, pero asegurándose también de que el rendimiento no sea menos de 4 usos diarios por bicicleta, lo cual está relacionado con la eficiencia en el uso de la infraestructura. En la Figura 3.2 se puede apreciar que a mayor número de bicicletas se disminuye la eficiencia en el uso de los recursos. Este parámetro no solamente es útil para la planificación del SBP, sino que también para estimar el número de bicicletas del sistema y, de esta manera, estimar su costo.

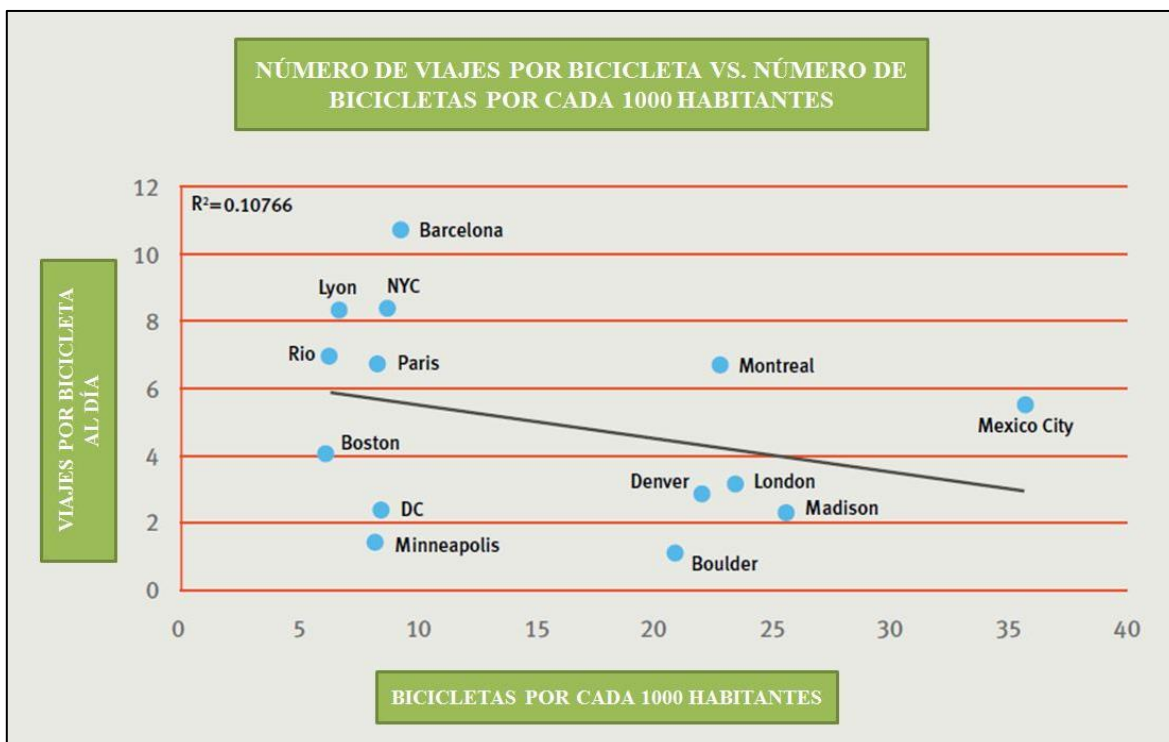


Figura 3.2: Número de viajes por bicicleta al día vs. Número de bicicletas por cada 1000 habitantes

Fuente: ITDP (2013)

Número de anclajes por bicicleta

Tener más anclajes que bicicletas públicas garantiza que los usuarios dispongan de espacios para dejar las bicicletas sin importar en qué estación se encuentren. Una vez establecido el número de bicicletas para el SBP, el número de estacionamientos para bicicletas debe ser definido como una función del número de bicicletas en servicio. Los SBP más exitosos y extensos cuentan con 1.5 – 2 espacios de estacionamiento por cada bicicleta en servicio (Anaya, 2012). Sistemas de bicicletas públicas con ratios menores a los mencionados anteriormente necesitarán una mayor inversión en redistribuir sus bicicletas para evitar la saturación de bicicletas en algunas de sus estaciones, especialmente en los destinos más atractivos. Este parámetro no solo es de utilidad en la planificación detallada, sino también en la determinación del número de estacionamientos del sistema y por ende un costo estimado de esta partida.

3.4. Análisis de accesibilidad financiera

Una vez realizado el dimensionamiento del SBP, se debe llevar a cabo el análisis de accesibilidad financiera. En este se realiza un análisis de viabilidad económica para los ciudadanos. Posteriormente, se estima el costo inicial del proyecto, los ingresos proyectados, y el costo de operación. Asimismo, se deben considerar las ventajas y desventajas de los diversos modos de financiamiento.

Análisis de viabilidad económica para los ciudadanos

Realizando el estudio de la demanda, es posible determinar de manera aproximada el costo que un usuario estaría dispuesto a pagar por el servicio de bicicletas públicas. Basándose en esto, se realiza un análisis de viabilidad económica para los ciudadanos, en el cual se toman ciertas decisiones con respecto al SBP (SpiCycles, 2009). Se definen en esta etapa los tipos de estaciones, bicicletas y la tecnología a utilizar. Conociendo esto, es posible pasar a la siguiente etapa, la cual consiste en un cálculo del costo inicial y de operación del sistema. Cabe mencionar que mientras menos sea el dinero que un usuario estaría dispuesto a pagar por el servicio, la infraestructura con la que contará el SBP será más económica.

Cálculo del costo inicial y de operación del SBP

Un estimado del costo inicial y de operación del SBP puede ser calculado mediante la multiplicación del número de bicicletas, anclajes y estaciones con un costo unitario promedio. Estos están en función de la tecnología empleada en el sistema y son sencillos de determinar. Sin embargo, los ingresos proyectados están basados en especulaciones de la demanda, pues dependen del nivel de uso de las bicicletas públicas, por lo que no se pueden determinar con exactitud en esta etapa del proyecto (Dhingra, 2013).

El costo inicial se expresa comúnmente en términos de costo por bicicleta. Se define como el costo total del sistema, el cual incluye a las estaciones, bicicletas, equipo para la redistribución, control, y otros equipos, dividido entre el total de

bicicletas en el sistema. El costo de operación es variado debido a muchos factores, tales como el costo de mano de obra, la planificación del sistema o la infraestructura. Este se expresa como costo anual por bicicleta.

Cabe resaltar que para un análisis del SBP posterior a la implementación no es recomendable comparar costos anuales por bicicleta ya que estos pueden variar debido a que la cantidad de bicicletas en el sistema no es permanente (Bonnete, 2007). En algunos casos se ha utilizado el costo por espacio de estacionamiento para un análisis más estable. Por otra parte, es aconsejable la evaluación de la eficiencia del costo del SBP luego de su implantación a través del costo por viaje. Al igual que otros modos de transporte, la meta de las bicicletas públicas es atraer y movilizar a la mayor cantidad de usuarios posible, y el costo de operación del sistema debería estar basado en el número de viajes. La mayoría de sistemas de transporte expresan sus costos de manera similar.

Para la estimación de los ingresos se debe emplear lo que se denomina una tasa de uso, el cual se refiere a un porcentaje estimado de la población en el área de cobertura que hará uso del sistema. Para esto debe realizarse un estudio de mercado. Con esto se puede determinar un ingreso aproximado mediante los usuarios, lo cual debe sumarse a los ingresos obtenidos por otros medios de financiamiento.

3.5. Análisis de riesgos y barreras

Es necesario identificar las posibles barreras y riesgos para el SBP a implementar con la finalidad de poder mitigarlos como parte del proceso de planificación y estudio de factibilidad. Para este análisis es necesario realizar los siguientes pasos.

- Revisar las posibles barreras para el SBP y proponer medidas de mitigación. Dichas barreras pueden estar relacionadas a la accesibilidad a las tarjetas inteligentes por parte de los usuarios, normas que regulen la colocación de anuncios publicitarios en los espacios públicos y los contratos que deban realizarse, reglamentación que obligue a los ciclistas a usar el casco, normas

de tránsito, percepción de seguridad vial, restricciones por parte del Estado, entre otros.

- Identificar los posibles riesgos para la implantación del proyecto y cómo mitigarlos. Estos pueden estar relacionados con la falta de cooperación del Estado, protestas por parte de la comunidad, entre otros.

En las etapas mencionadas anteriormente, se hace un estimado del tamaño del sistema y el área de cobertura, lo cual puede variar según la viabilidad económica. El estudio de factibilidad es la base para los siguientes pasos: diseño y planificación, definición de modelo de negocio y modos de financiamiento. A partir de dicho estudio, el equipo encargado de la planificación del SBP puede recién pasar a la fase de planificación.

En la mayoría de casos de implementaciones de sistemas de bicicletas públicas, éstas se han realizado en fases. El estudio de viabilidad puede ser de utilidad para determinar las fases del plan de implementación: cuando se desea crear una red de estaciones que abarque una gran región y que presente muchas dificultades para implantar todas las estaciones simultáneamente. Es recomendable que las primeras fases cubran la mayor área posible, enfocándose principalmente en las zonas más densas en términos de demanda, con gran infraestructura para ciclistas, y donde haya una gran aceptación de las bicicletas públicas por parte del público (NICHES Consortium, 2007). Por otro lado, las áreas que pueden presentar mayores dificultades financieras debido a la falta de infraestructura deben priorizarse en las fases posteriores. En términos generales, la primera fase debe ser lo suficientemente extensa para conectar los puntos de origen y destino, y lo suficientemente densa para la comodidad y fiabilidad de los usuarios.

3.6. Indicadores de rendimiento del SBP

Al momento de la planificación de un SBP será necesario conocer los indicadores que determinarán el buen rendimiento del sistema al momento de su operación. Es recomendable tomar en cuenta los siguientes indicadores a fin de que el sistema de bicicletas públicas sea eficiente, confiable y rentable (ITDP, 2013).

- Número promedio de usos o viajes durante un día por bicicleta: el promedio ideal va desde 4 a 8 usos durante un día por bicicleta. En términos simples, esto indica qué tan utilizado es un SBP. Un uso diario por bicicleta fuera de este rango podría ser crítico para el sistema de bicicletas públicas. Si el valor es menor que 4, quiere decir que el costo-beneficio es muy bajo; mientras que cuando dicho valor es mayor a 8 se excede el límite de disponibilidad de las bicicletas públicas.
- Número promedio de usos o viajes durante un día por habitante: el ideal es un viaje por 20 a 40 habitantes. En términos generales, este indica cuántas personas utilizan el SBP. Un alto número de usos por habitante es un indicador de que se están cumpliendo los objetivos de la bicicleta pública, tales como incrementar el uso de la bicicleta, reducir la congestión, promocionar el uso de este medio de transporte, entre otros.

Estas dos métricas son inversamente proporcionales. Muchos sistemas tienen un alto número de usos diarios por bicicleta porque cuentan con pocas bicicletas en circulación, lo cual significa que la penetración en el mercado va a ser muy baja. Por otra parte, otros SBP tienen un promedio alto de usos por habitante, pero el promedio de viajes por bicicletas es muy bajo, con lo cual se indica la baja eficiencia del programa y bajo costo-beneficio. Un sistema de bicicletas públicas óptimo posee ambas métricas dentro de sus respectivos rangos.

Un SBP con un muy alto número de usos diarios por bicicleta tiene probablemente muy pocas bicicletas para satisfacer su demanda. El resultado es una baja capacidad de penetración en el mercado y un impacto menor en los objetivos de la ciudad. Asimismo, si las bicicletas públicas no están disponibles, el programa no puede ser considerado competente frente a otros modos de transporte, tales como el auto privado. Caso contrario, un SBP con muchas bicicletas y un bajo número de usos puede resultar en la percepción de que no es atractivo invertir en un SBP.

Por otra parte, existen otros indicadores que permiten evaluar el rendimiento de un SBP, entre los cuales se encuentran los siguientes (IDAE, 2011).

- Ratio de disponibilidad: definido como la relación entre el número total de horas en funcionamiento sin averías de todos los elementos del SBP y su total de horas de funcionamiento teórico durante un día.
- Nivel de fallos en destino: número de veces por día que los usuarios soliciten una prórroga en el tiempo de utilización de la bicicleta pública debido a la imposibilidad de poder aparcarla.
- Tiempo de reparación de averías: tiempo promedio en que se repara una avería, considerado desde el momento en que se produce la avería hasta que se repara.
- Nivel de limpieza: porcentaje de bicicletas en estado de limpieza sobre el total de bicicletas del sistema.

Por otra parte, a los 6 meses de funcionamiento es recomendable realizar una encuesta a los clientes para analizar su nivel de satisfacción; posteriormente, será suficiente con realizar dicha encuesta una vez al año (IDAE, 2007). En términos generales, el nivel de satisfacción del cliente está basado como mínimo en los siguientes aspectos:

- Disponibilidad de bicicletas
- Disponibilidad de aparcamiento destino
- Conexión con el transporte público
- Estado de los elementos del sistema
- Calidad de los elementos del sistema
- Facilidad de utilización del sistema
- Rapidez de utilización del sistema
- Confiabilidad en el sistema
- Comodidad de las bicicletas
- Confiabilidad en las bicicletas
- Adecuación de las bicicletas al uso del usuario
- Tarifas horarias
- Tarifas de los abonos
- Formas de pago

- Servicio prestado en las oficinas de atención al cliente
- Valoración que hace el usuario de la gestión de un reclamo



CAPÍTULO 4: GUÍA DE DISEÑO DE UN SBP

En la etapa de diseño se determina la ubicación exacta y tamaño de las estaciones de bicicletas públicas. Durante esta, se debe decidir qué hardware y software se empleará para la operación del sistema. Asimismo, el diseño de las estaciones, el modelo de bicicletas y la tecnología para la información. Finalmente, durante las fases de planificación es necesaria una estrategia de marketing, incluyendo el nombre o la marca del sistema.

La distancia entre las estaciones debe ser lo más uniforme posible (NICHES Consortium, 2007). El tamaño de estas estará definido por la demanda anticipada y qué tan atractiva sea esa área en particular, y sus respectivas ubicaciones dependerán del escenario actual. La densidad de estaciones, la cual fue determinada en la etapa anterior podría variar dependiendo del sector en que se encuentre. Por ejemplo, en sectores donde la densidad poblacional es mayor a la promedio, se necesitará una densidad mayor, mientras que en sectores con áreas utilizadas como parques o áreas industriales, la densidad de estaciones será menor. Por otro lado, una distribución uniforme de estaciones dentro del área, o al menos una densidad mínima indispensable en el área, es un factor crítico para que los usuarios puedan confiar en el sistema y poder ir a cualquier lugar que deseen dentro de la ciudad.

En muchos sistemas de bicicletas públicas, la mayor densidad de estaciones se encuentra en las áreas con mayor demanda de llegada. Sin embargo, una parte significativa de los viajes ocurren también en áreas de baja densidad. Por ejemplo, muchos usuarios comienzan su viaje en la mañana en zonas residenciales con baja densidad poblacional, y muchos en la noche terminan ahí.

El tamaño de las estaciones, lo cual consiste en el número de bicicletas que se pueden estacionar en dicha estación, será el aspecto más variable en el diseño del sistema. Un SBP puede tener estaciones de 10 anclajes en áreas de baja densidad hasta estaciones de más de 100 en áreas con una densidad muy alta con alta demanda durante las horas punta.

Los patrones de viaje existentes pueden ayudar a determinar la demanda actual y según eso la ubicación de las estaciones. Debido a que el modelo de transporte en las ciudades es muy amplio para poder determinar el tamaño y localización de las estaciones de bicicletas públicas, muchas ciudades utilizan información local para determinar estos parámetros. Para tener una idea de los puntos de llegada con mayor demanda, los estudios de origen – destino se enfocan más en los terminales o estaciones de transporte público, principalmente en los pasajeros que se movilizan en taxi u otro medio de transporte para finalizar sus viajes. Esto ayuda a determinar dónde es que el sistema tiene más posibilidades de ser exitoso y estimar la demanda.

4.1. Localización de las estaciones

La correcta localización de las estaciones es muy importante para asegurar que el SBP sea muy utilizado y tenga buenos ingresos. Deben ubicarse de tal manera que la distancia para llegar a cualquier estación no sea muy larga desde cualquier punto del área. Asimismo, deben estar ubicadas en lugares donde su uso sea más deseable durante el día. Se presenta a continuación una lista de recomendaciones con respecto a la definición de la localización de las estaciones de bicicletas públicas.

- Una estación distanciada de la otra en un radio no mayor de 250 metros.
- Las estaciones deben localizarse adyacentemente de estaciones de transporte público, pues los sistemas de bicicletas públicas funcionan bien como complemento de los viajes realizados en transporte público.
- En caso sea posible, las estaciones deben ubicarse cerca de vías seguras y accesibles para los ciclistas, tales como ciclovías o calles no muy transitadas por vehículos motorizados.
- Las estaciones se encuentran mejor ubicadas cerca de o en las esquinas, de tal manera que los usuarios puedan llegar o salir por múltiples direcciones.

- Las estaciones se encuentran mejor ubicadas en sitios donde se encuentren lugares de diversos usos, con lo cual se garantiza que el sistema sea utilizado durante todas las horas del día. Por ejemplo, en el caso de una estación ubicada en un lugar cercano a edificios de oficinas y al mismo tiempo cercano a restaurantes, para este caso aquellos que deseen ir o salir de las oficinas usaran las bicicletas públicas en la mañana y tarde, mientras que aquellos que deseen ir a los restaurantes lo usarán durante el medio día o en las noches.
- Las estaciones no deben encontrarse ubicadas en lugares muy alejados o de poca accesibilidad, tales como las vías del tren, o un área de uso singular, tal como una zona industrial. Estos lugares atraen menos viajes debido al poco uso que se le da a estos lugares, por lo tanto, los viajes en bicicleta pública son muy poco atractivos.

El siguiente paso consiste en la determinación de las ubicaciones exactas de las estaciones. Para esto se deben seguir los siguientes pasos:

1. Crear una distribución preliminar de todas las estaciones
2. Decidir las ubicaciones finales en base a visitas a campo

El primer paso puede ser realizado de dos maneras: la primera distribución preliminar puede ser realizada mediante el uso de una malla y posteriormente verificar las ubicaciones exactas mediante visitas a campo; o puede ser realizado en campo mediante un análisis y posteriormente ajustado. De cualquier manera, la idea es tener una distribución de estaciones lo más uniforme posible a pesar de las limitaciones del entorno.

Para mapear las ubicaciones, se debe trazar una malla de 1 x 1 km sobre el mapa del polígono de acción mediante el uso de software como por ejemplo Google Maps y AutoCAD (ITDP, 2013). La malla servirá de guía para la distribución de las estaciones. El mapa debe mostrar las estaciones de transporte público y ciclovías. Luego, a partir de los parámetros de densidad de estaciones y la guía de localización de estaciones, determinar el número de estaciones por km², mostrado en cada cuadro de la malla. Esto asegura que las estaciones sean ubicadas de

forma uniforme sobre el polígono de acción. Si por ejemplo el número deseado de estaciones por km² es diez, diez estaciones deben encontrarse localizadas dentro de cada cuadro de la malla de manera casi uniforme. Es posible también alterar las dimensiones de la malla si es que se tratase de zonas de alta o baja densidad de estaciones.

Si se comienza la distribución preliminar a partir de visitas a campo, será necesario trazar un radio de 250 metros alrededor de cada punto en el cual se desee ubicar una estación de bicicletas públicas. Esto ayuda a analizar si es necesario añadir más estaciones y dónde. A pesar de que la meta sea seguir el parámetro de densidad de estaciones de manera uniforme sobre todo el polígono de acción, esto no podrá cumplirse al 100% debido a limitaciones de espacio e infraestructura.

La exacta localización de las estaciones requerirá una visita a campo. El uso de una bicicleta para dicha visita es recomendable ya que permite a los diseñadores del proyecto tener una perspectiva del polígono de acción desde el punto de vista de un ciclista y de esta manera ubicar las estaciones con un mejor criterio. Una cinta métrica y equipo GPS o un Smartphone serán necesarios también. Si se utilizó el mapa, es necesario visitar cada lugar marcado en la malla sobre el mapa y examinar el área para determinar la localización exacta que se acomode mejor según la disponibilidad de espacio y verificar si se dispone del espacio suficiente para dicha estación. El espacio necesario por estación dependerá del número de bicicletas para dicha estación. Dependiendo del diseño del espacio de aparcamiento, cada bicicleta puede necesitar un espacio aproximado de 2 metros de largo y 0.7 – 1.5 metros de ancho (OBIS, 2011).

Se presenta a continuación una lista de consideraciones para la localización de las estaciones.

- En espacios de estacionamiento en la calle: espacios de estacionamiento para autos son localizaciones ideales para estaciones de bicicleta pública.

- El espacio entre la zona ajardinada o adyacente a otra infraestructura: espacio que no es usado frecuentemente por peatones como por ejemplo en medio de los árboles o al lado de infraestructura como puentes peatonales pueden ser utilizados para localizar estaciones de bicicleta pública sin interferir con el flujo peatonal.
- Espacio muerto: espacios urbanos no utilizados, tales como debajo de pasos a desnivel o puentes, son una buena opción al momento de localizar las estaciones. Asimismo, esto puede incrementar la percepción de seguridad en esos lugares con la implementación de una buena iluminación en el lugar y un buen diseño de la estación. Por lo tanto, una estación de bicicletas públicas puede transformar un sitio desolado en otro más atractivo.
- Zonas comerciales: las estaciones de bicicletas públicas atraen más gente. Esta es una oportunidad para que los propietarios de dichas áreas comerciales cedan un poco de su espacio para localizar estaciones y de esta manera atraer más consumidores a sus locales (Anaya, 2012)

4.2. Tamaño de las estaciones

Una vez que se ha determinado la ubicación de las estaciones, el siguiente paso es determinar qué tan grandes deben ser dichas estaciones, incluyendo el número de bicicletas y el de aparcamientos. Esto dependerá de la demanda del área, la cual puede ser determinada mediante diferentes métodos.

- Realizar encuestas en las estaciones de transporte público para determinar hacia dónde se dirige y si realizaría dicho viaje en bicicleta si esta se encontrara disponible.
- Ver la distribución existente de los modos de transporte (mode splits) y los lugares de mayor atracción que puedan generar mayor demanda.
- Realizar una encuesta sobre la ubicación de las estaciones. Esto ayudará a determinar en qué lugares le gustaría más a la gente encontrar una estación de bicicleta pública. Normalmente se realiza esto por medio de internet.
- Realizar talleres con los vecinos de la zona para poder entender su punto de vista con respecto a la ubicación de las estaciones.

- Como se mencionó anteriormente, es posible también utilizar información local para determinar el tamaño de las estaciones.

Una vez que se ha determinado la demanda, el tamaño de la estación será el número de bicicletas multiplicado por un factor (número de aparcamientos por bicicleta) para el caso de cada estación.

4.3. Características de las estaciones

Al momento de diseñar un SBP se deben conocer las características de las estaciones a implementar. Dependiendo del contexto local, se optará por las opciones más adecuadas. El diseño de la estación está en función a la demanda, el espacio disponible, el paisaje urbano, y el impacto visual en el entorno urbano. Dichas características están divididas en tres categorías: el modo de operación, la portabilidad de las estaciones, y el estilo de aparcamiento de las bicicletas.

Modo de operación de las estaciones

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

- Sistemas de bicicletas públicas manuales: En los sistemas manuales, o de atención personal, un empleado es el que brinda información al usuario y lo ayuda al momento de registrarse, es el que cobra el pago por el servicio, y el que da o recibe las bicicletas. La información puede brindarse en un folleto o electrónicamente. Un ejemplo de un SBP manual es San Borja en Bici, ubicado en Lima, Perú (ver Figura 4.1).



Figura 4.1: Sistema de bicicletas públicas “San Borja en Bici”

Fuente: El Comercio

- Sistemas de bicicletas públicas automáticos: en este caso, los usuarios recogen o dejan las bicicletas sin la ayuda de un empleado, y realizan sus pagos mediante el uso de tarjetas electrónicas. La diferencia está en que uno cuenta con un empleado y el otro no. Un ejemplo de sistemas de bicicletas públicas automático es Vélib' en París, Francia (ver Figura 4.2).



Figura 4.2: Sistema de bicicletas públicas Vélib'

Fuente: Vélib'

Algunos sistemas son una mezcla de ambos, en los cuales se cuentan con estaciones automáticas, pero en las de mayor demanda se cuenta con un empleado que brinda asesoría a los usuarios sobre el uso del sistema. Por otro lado, se puede decidir si implementar estaciones automáticas o manuales basándose en la población en la ciudad. Se recomienda implementar estaciones automáticas si la población es mayor a 200,000 habitantes (Midgley, 2011).

El uso de un sistema manual implica una reducción en el costo inicial en comparación al sistema automático, pero en el largo plazo, el costo de operación será mayor. Aquellos que apoyan al sistema manual dicen que al contar con un personal en cada estación se logra un mejor servicio, se reducen los robos y el vandalismo, y requiere de tecnología menos compleja en las estaciones. Estos sistemas consisten en estaciones muy simples que cuentan con un simple mecanismo de seguridad para las bicicletas, y en algunos casos las bicicletas no se encuentran aseguradas, y dependen únicamente de un empleado. Sus diseños

son muy simples, desde contenedores hasta una rejilla para estacionar las bicicletas. Estas estaciones son las más fáciles de mantener y menos costosas.

Por el contrario, las estaciones automáticas son más complejas en su diseño, instalación, y mantenimiento en comparación con las manuales. El costo inicial es mayor que en los manuales, pero su costo de operación a lo largo del tiempo será menor que en el manual. Las estaciones automáticas son más seguras y no necesitan empleados que atiendan a los usuarios. Asimismo, su diseño es más sofisticado, el cual debe incluir el diseño de los aparcamientos y la tecnología para el manejo de la información, con la finalidad de controlar mejor los ingresos y salidas de las bicicletas. En vez de empleados, las estaciones tienen una terminal que da información a los usuarios, recibe los pagos, y permite el ingreso y salida de las bicicletas. Sin embargo, por lo menos al inicio, los terminales automáticos pueden resultar confusos para los usuarios, y puede ocasionar que algunos dejen de usar el sistema. En algunos casos, se cuenta por un cierto periodo con personal que instruya a los usuarios a hacer uso del sistema automático. Por otra parte, las terminales no son necesarias si cada espacio de aparcamiento cuenta con un sistema que permita el ingreso o salida de la bicicleta.

Mientras que un sistema manual requiera de un empleado en cada estación, un sistema automático podría querer personal en ciertas estaciones por razones de servicio al cliente. A pesar de que el sistema manual resulte costoso para algunas economías, estos sistemas son adoptados por economías en vías de desarrollo debido a la creación de puestos de trabajo, seguridad y un mejor servicio al cliente.

Portabilidad de las estaciones

Las estaciones de bicicletas públicas pueden ser portátiles o permanentes. Las estaciones portátiles son fáciles de mover, cuya base se puede atornillar al concreto o asfalto. Estas requieren energía solar. Por otra parte, las estaciones permanentes requieren excavaciones y apertura de zanjas para alcanzar la fuente de energía. La implementación y el proceso de aprobación requieren mucho

tiempo. En el caso de las estaciones portátiles, si se encuentra que la ubicación es inapropiada, estas pueden ser reubicadas e incluso se pueden añadir o quitar aparcamientos en caso la demanda no sea la esperada antes del proceso de implementación.



Figura 4.3: Instalación de una estación de bicicletas públicas

Fuente: <http://www.motivateco.com/wp-content/uploads/2016/08/Citi-Bike-Expansion-2016-web.jpg>

Estilo de aparcamiento en las estaciones

Existen dos diseños con respecto al aparcamiento de las bicicletas públicas: espacios individuales de aparcamiento y zonas de aparcamiento de bicicletas. Según las necesidades y ubicación de la estación se debe seleccionar entre una de esas dos.

- Espacios individuales de aparcamiento: en cada espacio entra una bicicleta. El número de espacios determina el tamaño de la estación. Este estilo ocupa más espacio que el de zona de aparcamiento de bicicletas, pero se mezcla mejor con el estilo de zonas urbanas. El pago por el uso de la bicicleta puede realizarse en la terminal o en el mismo espacio de aparcamiento. Un ejemplo de este se puede apreciar en la Figura 4.4.



Figura 4.4: Estación de bicicletas públicas con espacios de aparcamiento individuales

Fuente: <http://www.socialstudiesforkids.com/graphics/NYCbike-share-bikes.jpg>

- Zona de aparcamiento de bicicletas: las bicicletas son guardadas en un área segura. Este estilo es el más apropiado para estaciones grandes, pues estas pueden almacenar más estaciones por metro cuadrado en comparación al otro estilo. También se le denomina aparcamiento flexible. Un ejemplo de este se puede apreciar en la Figura 4.5.



Figura 4.5: Zona de aparcamiento de bicicletas públicas

Fuente: <http://thecityfix.com/files/2012/07/hangzhou-bikes.jpg>

4.4. Tecnología de la información y mecanismos de pago en el SBP

La tecnología de información viene a ser el sistema nervioso del sistema de bicicletas públicas, aquel que conecta cada estación con las demás, los usuarios y el centro de control mediante software y una base de datos (SpiCycles, 2009). Las decisiones que deben tomarse con respecto a esta consiste en la manera en que los usuarios podrán registrarse y realizar sus pagos por el servicio, como se registran las bicicletas que ingresan y salen de la estación y cómo esa información es transmitida internamente para la administración y externamente para los usuarios.

Sistema de software para la gestión de un SBP

El software a utilizar está compuesto por las siguientes partes (Montezuma, 2015):

- Sistema de identificación, validación, entrega y recibido de las bicicletas

Es un sistema con el cual cada estación debe contar. Este permite la identificación de los usuarios y de cada una de las bicicletas. Asimismo, permite validar la identidad de los usuarios y posteriormente permitirle el préstamo de la bicicleta. A su vez, registra la devolución de las bicicletas después de su uso o en caso de una avería. Este sistema interactúa con los siguientes medios: terminales, medios de identificación y pagos, equipo de anclaje, bicicletas, sistema de comunicación a distancia entre estaciones y el sistema general de control y comunicación (el cual será descrito posteriormente).

- Sistema general de control y comunicación

Este sistema es el encargado de hacer la conexión entre el sistema de identificación, validación, entrega y recibido de las bicicletas con el sistema de información, afiliación y atención al cliente. Este deberá contar con la tecnología suficiente para realizar un seguimiento a tiempo real y georreferenciado al SBP. Gracias a esto, el sistema general de control y comunicación podrá brindar la siguiente información:

- Ubicación de las estaciones
- Bicicletas ancladas en cada una de las estaciones
- Disponibilidad de las bicicletas y los anclajes
- Nivel de saturación en las estaciones

Asimismo, este sistema deberá permitir la comunicación entre cada terminal con el centro de control, los puntos de anclaje y cada terminal, las bicicletas con los anclajes y el centro de control. El personal encargado de la operación y planeamiento del SBP debe tener acceso a toda esta información.

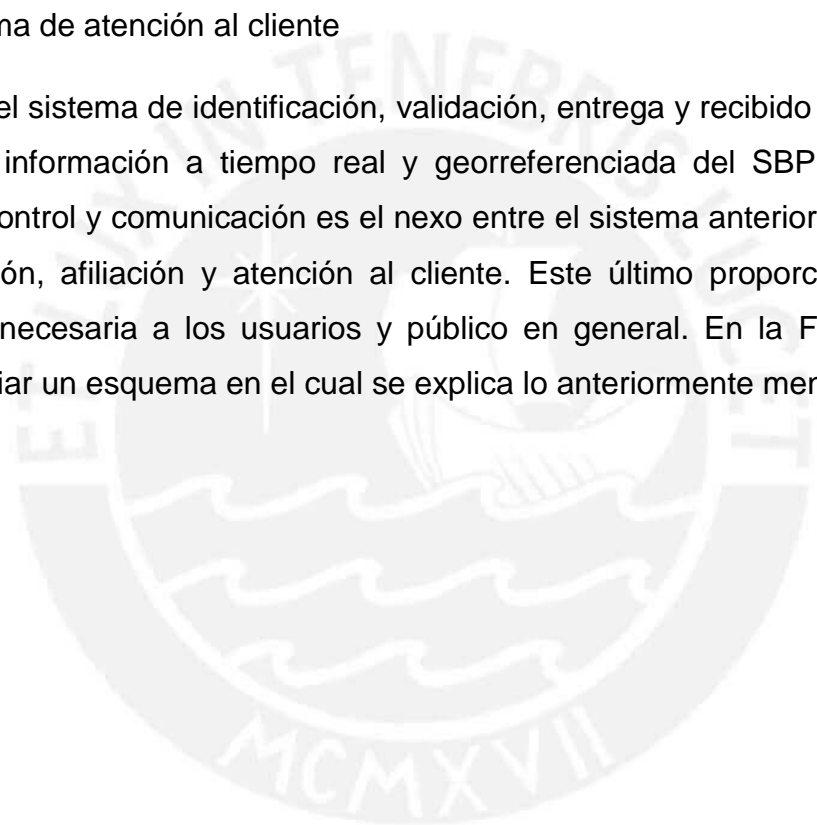
- Sistema de información, afiliación y atención al cliente

Este sistema está compuesto por el portal web y las aplicaciones relacionadas al SBP. Este debe permitir al público en general encontrar la información necesaria

del sistema de bicicletas públicas y poder realizar las consultas respectivas. Para ello, el sitio web o las aplicaciones deben contar con las siguientes secciones:

- Descripción del SBP
- Instrucciones generales del SBP
- Instrucciones para el registro en el sistema
- Información relacionada a formas de pago e instrucciones
- Mapa actualizado de estaciones
- Disponibilidad de bicicletas y aparcamientos (a tiempo real)
- Plataforma de atención al cliente

En síntesis, el sistema de identificación, validación, entrega y recibido de bicicletas proporciona información a tiempo real y georreferenciada del SBP. El sistema general de control y comunicación es el nexo entre el sistema anterior y el sistema de información, afiliación y atención al cliente. Este último proporciona toda la información necesaria a los usuarios y público en general. En la Figura 4.6 se puede apreciar un esquema en el cual se explica lo anteriormente mencionado.



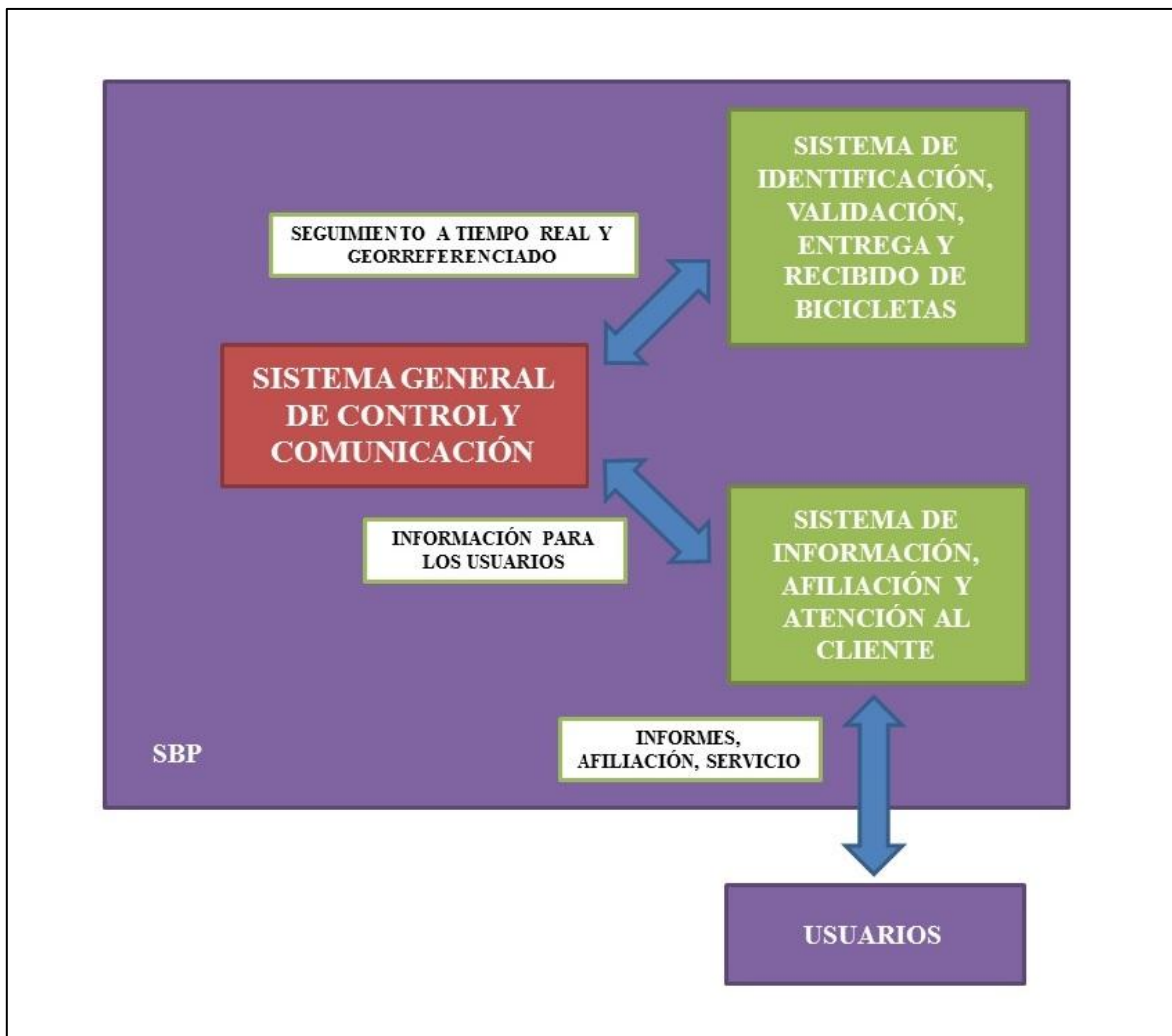


Figura 4.6: Funcionamiento del sistema de software para la gestión de un SBP

Fuente: Elaboración propia

Mecanismos de pago

La mayoría de SBP usa tarjetas (tarjetas inteligentes, tarjetas de banda magnética o tarjetas de crédito) para el registro de las bicicletas que son tomadas prestadas o devueltas a las estaciones. La segunda tecnología más popular consiste en seguros que requieren de un código para desbloquear las bicicletas. Algunos sistemas son manuales y no requieren de ninguna tecnología para entregar o recibir las bicicletas. Pocos sistemas usan llaves.

La tecnología de información necesita estar al servicio de dos tipos de usuario: usuarios registrados– quienes cuentan con una membresía en el sistema y lo utilizan con cierta frecuencia – y los usuarios casuales, como los turistas, que lo usan infrecuentemente o incluso solo una vez (Mineta Transportation Institute, 2014). A los usuarios registrados se les puede entregar una tarjeta mediante la cual depositan el dinero para hacer uso de las bicicletas públicas. Por otra parte, los casuales no podrán hacer uso del sistema si es requerida una tarjeta o si no hay un medio por el cual se garantice la devolución de la bicicleta (el cual es usualmente por medio de un mecanismo financiero, como por ejemplo la retención de una tarjeta de crédito).

En general, todos los sistemas de bicicletas públicas existentes requieren una garantía para asegurar que los usuarios devuelvan las bicicletas. Algunas veces, esta garantía consiste en el bloqueo de una tarjeta de crédito mientras la bicicleta se encuentra en uso o un depósito que es retenido por el operador hasta que el usuario devuelva la bicicleta. Si la bicicleta no es devuelta, el pago es retenido o se carga en la tarjeta de crédito el costo de la garantía. Sin embargo, dichos mecanismos de garantía representan un obstáculo para los usuarios de bajos ingresos.

Las opciones de sistemas de pago dependen de las leyes y opciones de pago en el país en el cual se encuentra en operación el sistema de bicicletas públicas. Países diferentes tienen diferentes leyes y nivel de privacidad con respecto a los pagos, así como los medios de seguridad de la información de los usuarios. La mayoría de países tiene establecido sus opciones de pago, y es mejor trabajar a partir de dichos sistemas existentes.

4.5. Selección de bicicletas

Los SBP más modernos están basados en bicicletas estandarizadas con diseño especial o con piezas no convencionales para garantizar que las bicicletas no sean robadas para vender sus partes. La apariencia de la bicicleta es muy importante para el marketing y debe lucir moderna y limpia. El diseño puede

diferenciar la flota de bicicletas públicas de las bicicletas regulares en la ciudad por su color característico, diseño del cuadro, forma, y gráficos. Estas deben ser robustas, pues su uso será más frecuente que el de una bicicleta convencional. Debido a esto, las bicicletas públicas tienen un tiempo de vida útil de tres a cinco años.

Los planificadores del sistema necesitan definir los estándares de la bicicleta, el cual es el paso más importante en el marketing del SBP. A continuación se mencionan algunas características deseables en las bicicletas (Fisher, 2014).

- Los SBP usualmente ofrecen bicicletas de un solo tamaño. La bicicleta debe ser confortable para todos los usuarios, pero mientras solo se disponga de un solo tamaño de bicicletas, no todos podrán sentirse cómodos con ellas, pero sí la mayoría. Una ciudad puede determinar la talla promedio de sus habitantes y a partir de ello, una talla de bicicleta recomendable. Una bicicleta en la cual se puede ajustar la altura del asiento es ideal para usuarios de diversas tallas.
- Las bicicletas deben ser robustas. Estas tienen un uso más frecuente que una bicicleta convencional. Debe ser capaz de soportar por lo menos 10 a 16 usos al día bajo cualquier condición climática.
- El diseño de la bicicleta debe requerir de poco mantenimiento, incluyendo inflado de neumáticos, aceitado y ajuste de la cadena y de los frenos. El costo de mantenimiento debe ser el menor posible.
- Para desalentar el robo y reventa de bicicletas, estas deben estar compuestas de piezas no convencionales que impidan que las bicicletas puedan desarmarse con herramientas convencionales y de esta manera las piezas puedan ser reutilizadas o revendidas.
- El color de la bicicleta, reflectores, luces, timbre deben ser considerados y deben cumplir con los reglamentos de seguridad para ciclistas de la ciudad. Muchas bicicletas tienen dínamos para las luces (por medio del pedaleo se prenden las luces).
- Debe contar con un portaobjetos. Una canasta frontal es preferible a una parrilla en la parte posterior para facilitar a los usuarios a cargar sus

pertenencias. Muchos sistemas prefieren no incluir una rejilla trasera para impedir que una segunda persona se suba a la bicicleta o que se cargue un exceso de objetos, lo cual equivale a un mayor desgaste de la bicicleta.

En general, las bicicletas públicas tienen diseños propios y tienden a ser muy pesadas. Las bicicletas pueden pesar en promedio 16 a 22 kg (Quay Communications Inc., 2008). Asimismo, estas deben incluir sacabarros para evitar que los usuarios se ensucien, tal como se aprecia en la Figura 4.7.



Figura 4.7: Bicicleta pública con sacabarros

Fuente: <http://elsalvavidas.mx/wp-content/uploads/2014/08/ecobici.jpg>



Figura 4.8: Bicicleta pública con protector de cadena

Fuente: <http://cdc-s3-ejece-main.s3.amazonaws.com/uploads/2016/02/EcoBiciCdMexico.jpg>

Partes de una bicicleta pública

A continuación se mencionan las partes con las que debe contar una bicicleta pública y sus respectivas características (Midgley, 2011). Ver Figura 4.9.

1. Canasta frontal: la bicicleta debe contar con una canasta frontal para que el usuario pueda cargar sus pertenencias. Las rejillas posteriores no son muy recomendadas, pues pueden ser cargadas con un peso mayor a su capacidad, generando mayores daños a la bicicleta. Por lo tanto, las canastas frontales son ideales para las bicicletas públicas. El diseño debe prevenir que sea posible cargar a una segunda persona en una misma bicicleta.

2. Mecanismo de seguro con etiquetas RFID: el dispositivo RFID permite que cada bicicleta cuente con único número de identificación que es leído cuando una bicicleta es asegurada en una estación. Las bicicletas deben ser dejadas en una posición fija.
3. Neumáticos resistentes: se recomiendan neumáticos sólidos y resistentes para garantizar un mayor tiempo de vida útil de la bicicleta.
4. Frenos de tambor: tanto la parte delantera como trasera con frenos de tambor y cables internos son preferibles. Los demás tipos de frenos no son recomendables debido a su dificultad de recibir mantenimiento.
5. Protección contra robos y actos vandálicos: las bicicletas deben ser fabricadas con piezas y en tallas únicas para evitar robos y reventa de partes. Las tuercas y tornillos deben ser tales que la bicicleta solo pueda ser desarmada con herramientas especiales. De la misma manera, los aros de 26 pulgadas (el más utilizado) no es recomendable. Por otra parte, no se recomiendan aros de diámetros muy pequeños ya que presentan una dificultad para los usuarios al pasar por diversos obstáculos.
6. Marco apto para todos: el diseño del marco es muy importante para asegurar que el uso de la bicicleta sea compatible con cualquier tipo de vestimenta. El marco debe permitir una posición cómoda y erguida al momento de conducir la bicicleta.
7. Poste de sillín con altura ajustable: postes de asiento que se ajusten rápidamente a la altura de cualquier usuario sin la necesidad de remover el poste. Cabe mencionar que la bicicleta debe ajustarse a la medida de casi todos los usuarios.
8. Cubre cadena: esto protege la cadena y a los usuarios para no ensuciarse con la grasa.
9. Sacabarros y espacio para publicidad: sacabarros frontales y traseros son necesarios para proteger a los usuarios de la suciedad. Asimismo, la bicicleta debe contar con un espacio para colocar publicidad en las llantas delanteras y traseras así como en el marco (como se observó en la Figura 4.7).

10. Cambio interno de marchas: si la ciudad cuenta con caminos con pendientes pronunciadas, es necesario un sistema interno de cambio de tres marchas. Cabe mencionar que los sistemas de cambios externos no son recomendables debido a que son frágiles y presentan dificultades en su mantenimiento.
11. Luces automáticas: luces delanteras y traseras abastecidas por la energía producida por un dínamo son necesarios para la visibilidad durante la noche. Asimismo, la bicicleta debe contar con reflectores en los aros, pedales, partes delantera y trasera de la bicicleta. El color del marco debe ser brillante y reflectante. Es recomendable un color rojo, amarillo, naranja o un color reflectivo cromado.

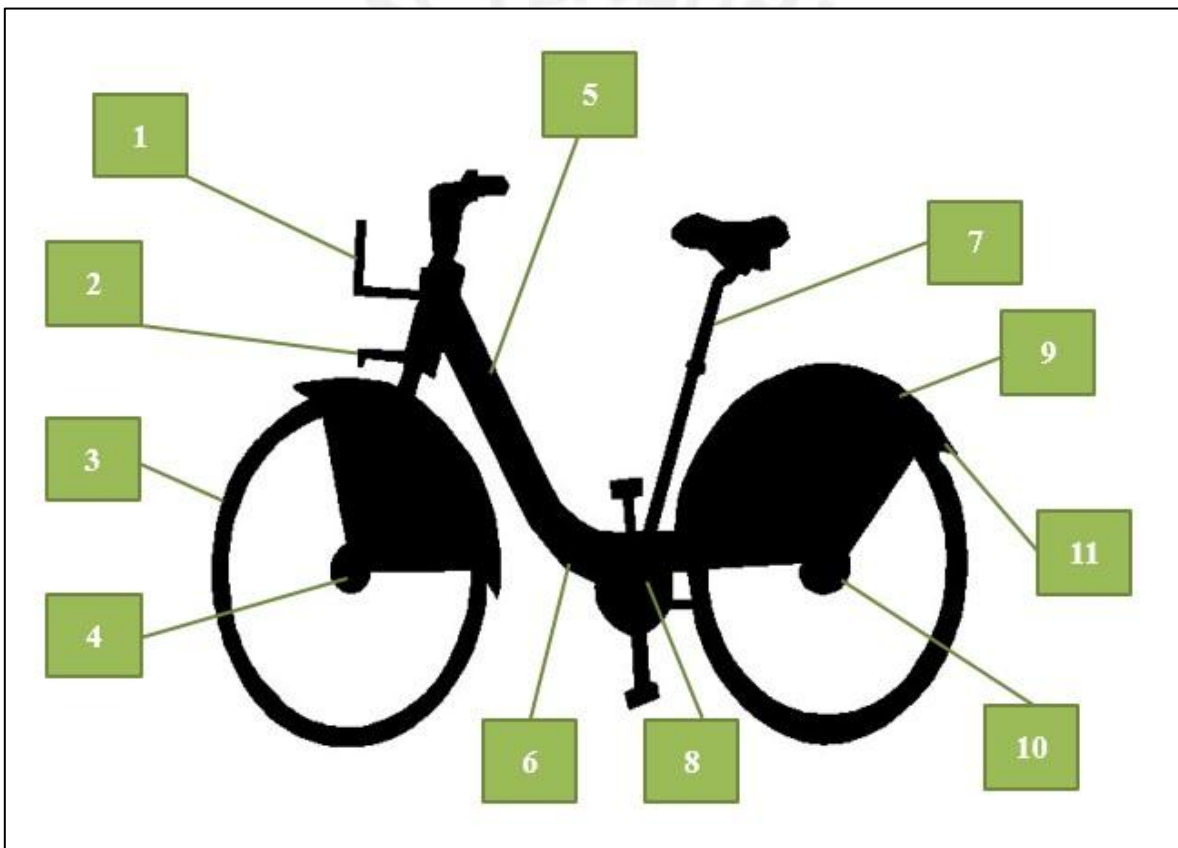


Figura 4.9: Partes de una bicicleta pública

Fuente: Elaboración propia

4.6. Operación del SBP

Para concluir con la etapa de diseño en un proyecto de sistemas de bicicletas públicas se determinarán los parámetros que definen la operación del sistema. Estos son muy importantes pues influyen considerablemente en el costo de operación del mismo. Aquellos parámetros son: los días de servicio y horarios; las condiciones y restricciones del uso del SBP; el control, mantenimiento y reparación del SBP; y la redistribución de las bicicletas (Dhingra, 2010).

Días de servicio y horarios

Para determinar los días de servicio y el horario es fundamental tomar en cuenta ciertos aspectos. Sea un sistema manual o automático, el costo de operación de un SBP que atienda las 24 horas del día durante todos los días del año es muy elevado. Es por ello que brindar dicha facilidad podría ser rentable sí y solo si la demanda fuese considerable en la noche y la madrugada. Esto podría ser posible en ciudades donde muchos usuarios tienen horarios de trabajo en estas horas y encuentren limitaciones en el horario de los demás sistemas de transporte público o les resulte muy costoso movilizarse en taxi. Asimismo, el clima podría también determinar los días de servicio de un SBP. En ciertos casos, es preferible restringir el horario de atención en días o temporadas de climas extremos, cuando la demanda sea más baja de lo habitual.

Condiciones y restricciones del uso del SBP

Al momento de establecer las condiciones y restricciones del uso del sistema será necesario considerar algunos aspectos, tales como la edad de los usuarios, su residencia y la exigencia de cierta información. Con respecto a la edad, los usuarios deben haber cumplido la mayoría de edad, salvo ciertas excepciones en que el usuario menor de edad cuente con el aval de por lo menos uno de los padres. Por otra parte, el objetivo general de un SBP es satisfacer la necesidad de movilidad de los residentes. Por lo tanto, deberán definirse ciertas restricciones para aquellos que no residan en esa ciudad. A su vez, el operador debe contar

con cierta información mínima, como por ejemplo la ubicación de residencia, número del documento de identidad, ocupación, entre otros.

Control, mantenimiento y reparación del SBP

El control, mantenimiento y reparación de un SBP debe realizarse principalmente desde un centro de control y mantenimiento. Dicho lugar deberá ubicarse estratégicamente, pues de esto dependerá la optimización de costos logísticos del sistema. Este lugar debe contar con un espacio lo suficientemente amplio para incluir un centro de control y monitoreo, talleres de mantenimiento, un centro de logística y balanceo, centro de gestión y administración del SBP.

En un SBP deben realizarse dos tipos de mantenimiento: el preventivo y el correctivo. El mantenimiento preventivo consiste en la inspección y limpieza diarias de las estaciones y bicicletas y los reportes de fallas. Por otro lado, el correctivo consiste en la atención de quejas y reclamos por parte de los usuarios.

Balanceo y redistribución de bicicletas

El balanceo y redistribución de bicicletas consiste en un sistema logístico que permite la disponibilidad de bicicletas y anclajes en todas las estaciones de forma permanente. Debido a la variabilidad de la demanda de llegada y salida en todas las estaciones, si no se cuenta con un sistema de balanceo y redistribución, algunas estaciones quedarán sin bicicletas o anclajes, lo cual generará incomodidad por parte de los usuarios. Es por ello que será esencial reposicionar cierta cantidad de bicicletas durante el día a fin de evitar este inconveniente.

Para llevar a cabo esta redistribución se utilizan generalmente vehículos que transportan las bicicletas (ver Figura 4.10), lo cual representa un alto costo en la operación del SBP. El sistema general de control y comunicación cumple un papel muy importante aquí, pues es aquel que permitirá conocer a tiempo real la cantidad de bicicletas y anclajes disponibles, y de esta manera, poder prevenir la saturación o escasez de bicicletas en alguna estación.



Figura 4.10: Vehículo de transporte y reposición de bicicletas públicas

Fuente: http://2.bp.blogspot.com/_6dNiSbPUGZ0/S34wuqHjCzI/AAAAAAAAAZU/929I5S5ApxU/s400/DSCF1555.JPG

CAPÍTULO 5: MODELO DE NEGOCIO DEL SBP

5.1. Estructura organizacional

En un proyecto de sistema de bicicletas públicas se encuentran involucradas varias entidades. La principal es la agencia implementadora. A su vez, un SBP debe contar con operadores, o en otras palabras, proveedores que brinden un servicio en particular con respecto a la operación del sistema (Mineta Transportation Institute, 2012). A continuación, se dará una descripción de dichas entidades.

Agencia implementadora

La agencia implementadora (o también denominada administración pública local) es aquella entidad del gobierno encargada de supervisar la planificación, implementación y operación del SBP. Lo ideal es que esta tenga autoridad en la construcción de las estaciones y sea aquella que tenga bajo su jurisdicción las vías de la ciudad. Esta entidad planificará la toma de decisiones, el crecimiento, y la administración del sistema de bicicletas públicas.

La administración pública será aquella responsable del diseño del sistema, de realizar las licitaciones y contratos, desarrollo del modelo financiero y de la implementación de infraestructura correspondiente (Acero, 2012). Para las licitaciones y desarrollo de la contratación, la agencia necesitará incluir criterios de desempeño o niveles de servicio esperados de las entidades contratadas. Asimismo, esta agencia debe tomar las decisiones con respecto a las tarifas y los ingresos, y tomar la iniciativa en la promoción del sistema.

Una vez que el sistema ha sido implantado, la agencia de implementación necesitará administrarlo y evaluar el desempeño del operador de acuerdo a los niveles de servicio ya definidos. Estos son parámetros que permitirán evaluar el rendimiento del operador, por lo tanto, es indispensable su aplicación. La lista de niveles de servicio establecida en el contrato refleja las expectativas que el gobierno tiene de los operadores y va a afectar las compensaciones para el

operador, con sanciones por no cumplir con un nivel aceptable, o compensarlos por cumplir o superar dichas expectativas. Un apropiado ajuste de los niveles de servicio requiere crear un balance para asegurar que el nivel requerido sea lo suficientemente alto para cumplir las expectativas y al mismo tiempo no sean demasiado estrictos para los contratados. Por otra parte, si los niveles de servicio no son muy exigentes, el operador no tendrá ningún incentivo en cumplir las expectativas del gobierno ni ofrecer un servicio de buena calidad. Si los niveles de servicio establecidos son muy altos, será poco probable atraer a los mejores operadores al sistema.

Operadores

El operador es la entidad encargada del mantenimiento y limpieza general de las bicicletas y estaciones, así como de la redistribución de las bicicletas (NICHES Consortium, 2007). En circunstancias especiales, el operador puede estar a cargo también del servicio al cliente, proceso de pagos, marketing, y gestión de la marca del sistema. Se les denomina también proveedores del sistema de bicicletas públicas.

Lo primero que debe ser definido al momento de seleccionar a un operador es determinar a qué área del gobierno formará parte dicho operador, como por ejemplo a la agencia implementadora u otra entidad gubernamental similar, o si será un operador externo.

Cabe mencionar que el propósito de los operadores privados es optimizar sus ganancias, mas no la creación de un gran sistema de bicicletas públicas al servicio de la población. Por otra parte, las entidades públicas a cargo de la operación del SBP han demostrado ser capaces de mejorar el sistema a lo largo del tiempo.

En algunas ocasiones, el gobierno prefiere encargar el proyecto a una entidad privada, la cual implementará y operará el sistema. Por otra parte, otros gobiernos prefieren separar los contratos para el operador y la entidad encargada del software y hardware. Esto ayuda a no correr el riesgo asumido al depender

completamente de una sola entidad, pero se incrementa el riesgo a que los diferentes operadores no trabajen juntos correctamente.

5.2. Esquema de contratación

Las decisiones con respecto a la propiedad de los bienes del sistema tomarán forma por medio del esquema de contratación. Los bienes deben ser separados en grupos según los diversos componentes del SBP, tales como:

- Hardware
- Software
- Operaciones
- Publicidad del SBP
- Marketing y relaciones públicas

Existen tres tipos de estructuras de contratación, las cuales se mencionan a continuación (CITYRYDE LLC, 2009).

- Cuando entidades públicas son propietarias del sistema y al mismo tiempo encargadas de su operación
- Cuando entidades públicas son propietarias del sistema, pero son entidades privadas las encargadas de su operación
- Cuando entidades privadas son propietarias del sistema y al mismo tiempo encargadas de su operación.

5.3. Marketing

Un sistema de bicicletas públicas es una nueva alternativa de transporte en una ciudad, y una buena campaña publicitaria es esencial para obtener aceptación por parte de la población. Es de suma importancia que toda la información relacionada al uso del SBP sea accesible para todos los usuarios incluso antes de la implementación, con el fin de que estos conozcan el sistema al momento de utilizarlo (Pardo, 2011). Esto puede desarrollarse por medio de material impreso, internet, entre otros.

El sistema de bicicletas públicas necesita una clara y consistente identidad, que presente una moderna y profesional imagen que lo distinga de las demás alternativas de transporte urbano. Existen elementos de identidad, incluyendo el nombre, logo, y eslogan. Se deben usar todos los medios posibles para el marketing. Seleccionar un buen nombre es crítico en la identidad de un SBP.

Es recomendable que el nombre del sistema contenga solamente una palabra corta, que transmita un mensaje positivo, y debe sonar bien en el lenguaje local. El nombre puede tanto reflejar algún aspecto del sistema, o el sistema puede emplear un aspecto positivo del nombre que está llevando. Un nombre bien pensado puede ser la manera en que los usuarios puedan identificar al sistema.

Por otra parte, el logo debe ser tal que represente algún aspecto del lugar en que se encuentra. El logo puede ayudar a crear una imagen progresiva del sistema. El eslogan puede unir el nombre con la función del SBP. Puede reflejar el nombre en lo que el SBP hace por los usuarios o la comunidad. El eslogan ayuda a crear una visión para el sistema o para las personas que la utilizan. Por lo tanto, transmiten lo que las bicicletas públicas pueden hacer por el usuario y la comunidad. Cabe mencionar que los usuarios deben sentirse identificados con el sistema.

5.4. Costos de implementación y operación de un SBP

Los costos de un sistema de bicicletas públicas deben clasificarse en dos categorías. La primera corresponde al costo de implementación del SBP, el cual comprende el costo inicial por todos sus componentes. Por otra parte, los gastos que se deberán asumir mientras el SBP se encuentre en funcionamiento es el costo de operación del SBP. A continuación, se describirán a más detalles estos.

Costos de implementación de un SBP

El costo de implementación de un SBP o inversión inicial incluye el de todos los componentes del sistema. Estos son los siguientes:

- Estudios de estructuración técnica, operativa, legal y financiera: costa de todos los estudios y trámites requeridos para la implementación del SBP. Esto puede costar entre 150.000 y 250.000 dólares (NICHES Consortium, 2007).
- Estaciones, terminales y anclajes (software y hardware): estos representan en la mayoría de los casos la mayor parte del costo inicial del sistema. Sin embargo, un mayor número de anclajes reduce el costo de operación pues se requeriría menos de la redistribución de bicicletas.
- Bicicletas: el costo de las bicicletas puede variar enormemente dependiendo de los componentes con los que estos cuenten. Aquella con un simple mecanismo de seguridad o bloqueo puede costar aproximadamente 100 dólares en Asia, mientras que otra con un sistema GPS puede alcanzar los 2000 dólares (ITDP, 2013). Por lo tanto, en algunos casos las bicicletas pueden llegar a representar otra gran parte del costo total de implementación.
- Centro de control, mantenimiento y gestión: este depende directamente del tamaño del sistema, el número de estaciones, bicicletas, anclajes y centros de mantenimiento. Dentro de esta categoría se incluyen los siguientes ítems:

Tabla 5.1: Costos de los componentes del centro de control, mantenimiento y gestión (Montezuma, 2015).

Ítem	Costo aproximado (USD)
Flota de vehículos para redistribución	3,000-20,000 cada vehículo
Área de desechos o residuos para reciclar	250-300 cada área
Área de depósito y ensayo de bicicletas	100 aproximadamente el m2
Talleres de reparación	3,000-3,500 cada uno
Depósito de repuestos e insumos de bicicletas	15,000 cada uno
Sala de control	7,500-10,000
Equipos informáticos	10,000-50,000
Oficinas administrativas	2,500-3,000 cada una

- **Marketing**: material promocional y actividades relacionadas al funcionamiento del sistema. Puede incluir costos por material impreso para campañas o material audiovisual. Este componente es muy importante en los primeros seis meses (definidos por los dos meses antes del lanzamiento del sistema y

cuatro meses luego) y cuando existe la oportunidad de expansión del sistema. Actividades de marketing incluyen páginas web, redes sociales, blogs, etc.

Costos de operación de un SBP

El costo de operación de un sistema de bicicletas públicas refleja su tamaño y sofisticación. Estos costos son debido a personal, repuestos, combustible para vehículos, costo de redistribución, marketing, alojamiento de sitios web, mantenimiento, electricidad e internet para las estaciones, seguro, costos administrativos, entre otros. Dependiendo de la estructura del contrato, se puede incluir la amortización de una deuda (mayores detalles más adelante). Usualmente, se describe el costo de operación por bicicleta al año; sin embargo, esta cifra no suele ser muy exacta debido a que el número de bicicletas al día puede variar durante el año. En otros casos se ha empleado el costo de operación por espacio de aparcamiento, lo cual resulta ser más preciso al realizar comparaciones; mientras que en otros, el costo de operación por viaje.

- Mantenimiento y reparación: representa un gran porcentaje del costo de operación. Se incluye el mantenimiento de las bicicletas y las estaciones. Sin embargo, esto no incluye el reemplazo de bicicletas. El mantenimiento de las bicicletas es muy importante para la imagen que da el sistema. Por lo tanto, los centros de mantenimiento deben estar ubicados estratégicamente, y un buen plan logístico para mover las bicicletas de las estaciones a estos centros.
- Costos de personal operativo: se requiere personal para la administración, servicio al cliente, mantenimiento, redistribución, etc. El costo del personal depende principalmente del precio de mano de obra en la ciudad en la que se encuentre el SBP. Esto puede minimizarse si el SBP es automatizado.
- Redistribución y balanceo del SBP: consiste en redistribuir las bicicletas con la finalidad de no dejar estaciones sin bicicletas o sin espacios de aparcamiento. Una buena operación del sistema y un buen nivel de servicio al cliente depende drásticamente de la redistribución de bicicletas. Si se dispone de un buen sistema de información, es posible incluso predecir la redistribución necesaria y realizarla antes de presentar estaciones saturadas o sin stock.

- Seguros – pólizas: debido al riesgo que asume un usuario al utilizar el sistema, es fundamental especificar en el contrato las condiciones de uso del sistema. Muchos operadores estiman que anualmente se roba el 10 por ciento de las bicicletas, por lo cual debe incluirse dentro del costo de operación la reposición de bicicletas nuevas. El seguro varía dependiendo de la ciudad en que se encuentre. Se debe planificar también una manera de contrarrestar el vandalismo, por lo tanto, se debe incluir un costo adicional contra esto.
- Otros: tales como gastos generales, promoción y ventas, costos administrativos e imprevistos.

5.5. Fuentes de financiamiento

El componente final para la creación de un sistema de bicicletas públicas es la determinación de sus fuentes de ingreso, incluyendo el costo de uso y las tarifas de membresía del sistema. La mayor parte de SBP requieren una combinación de publicidad, patrocinio, costo de membresía, ingresos a partir de los impuestos para cubrir los gastos de operación (ITDP, 2011). Una recomendación general es que los operadores reciban un pago por parte del municipio en base a los niveles de servicio establecidos, mas no directamente de sus fuentes de ingreso, lo cual permite que el municipio pueda tomar cierto control de sistema. Cabe mencionar que el modelo financiero debe ser lo suficientemente claro en especificar a dónde va cualquier ingreso generado por el sistema, lo cual debe estar definido en el contrato.

Subsidios gubernamentales

Es utilizado comúnmente para cubrir el costo de capital, en el caso que el gobierno sea el propietario de los bienes, y usualmente utilizado en el costo de operación. Muchos SBPs no pueden cubrir sus gastos de operación a partir de los ingresos por membresía o uso del sistema, lo cual no es inusual para cualquier sistema de transporte público. Por lo tanto, será necesaria una subvención de gastos.

Préstamos

Otra opción es pedir un préstamo bancario para la inversión inicial. Si se pide un préstamo bancario, será necesario incluir dentro de los costos de operación la amortización de la deuda, y las fuentes de ingreso deben poder financiar dichos costos. Esta opción es usualmente tomada en cuenta por el sector privado.

Patrocinio privado con publicidad en bicicletas y estaciones

Compartir la imagen de un patrocinador en el SBP puede generar ingresos que puedan cubrir parte del costo de capital y/o costo de operación (Dextre, 2013). En la mayoría de casos, se incluye el nombre de los patrocinadores en las estaciones y bicicletas. En términos generales, puede encontrarse el logo de la entidad patrocinadora en cualquier elemento del SBP. A pesar de que el patrocinador pague un derecho, no es propietario de ningún elemento del sistema.

Por otro lado, contar con un patrocinador crea limitaciones en el potencial publicitario del SBP. Los acuerdos con el patrocinador deben considerar la futura expansión del SBP y deben pensarse al largo plazo. Cabe resaltar que con el patrocinio de una entidad privada se corre el riesgo de afectar el prestigio del SBP cuando esta entidad pasa por problemas en su imagen. Esto necesita ser evaluado también antes de llegar a un acuerdo con dicha entidad.

Inversión privada

Entidades privadas, tales como universidades o inversionistas podrían estar interesadas en contribuir al costo de capital de las estaciones, o posiblemente pagar anualmente cierta parte de los gastos de operación por un determinado periodo. Esta fuente de ingreso podría aparecer en etapas posteriores, luego que el SBP comience a ser exitoso, o podría ocurrir también cuando la demanda es alta. Algunos inversionistas se interesan en que las estaciones se instalen primero cerca de sus propiedades, lo cual podría mejorar sus negocios. La agencia de implementación debe mantener informados a los inversionistas sobre sus planes

de expansión del área, y no permitir que ellos tomen cierta autoridad con respecto a sus planes.

Cobro a usuarios

Existen dos tipos de tarifas: tarifas por suscripción y tarifas de uso del SBP. Una suscripción requiere que el usuario se registre y se le permite un acceso ilimitado por un periodo determinado (un día, una semana, un mes, o incluso un año). Las tarifas de uso son recargadas durante el tiempo en que la bicicleta se encuentra en uso. La mayoría de SBPs ofrecen un tiempo inicial de uso libre (30 a 45 minutos) y pasado este tiempo, la tarifa incrementa exponencialmente conforme pase el tiempo de uso de la bicicleta (Anaya, 2012). Esto se realiza con la finalidad de incentivar los viajes cortos y por consiguiente un mayor movimiento del SBP. Usualmente, las suscripciones a corto plazo son las que generan mayor ingreso. En la Tabla 5.2 se muestra una relación de precios de los diversos SBP en el mundo.

Tabla 5.2: Comparación de costos de suscripción de diversos SBP en el mundo (OBIS, 2011)

Ciudad	País	Nombre del SBP	Tarifas por suscripción (USD)				Tiempo de libre uso (minutos)
			Anual	Mensual	Semanal	Diario	
París	Francia	Vélib'	38	-	11	2	30-45
Barcelona	España	Bicing	62	-	-	-	30
Lyon	Francia	Vélo'v	33	-	5	2	30-45
Montreal	Canadá	Bixi	80	30	-	7	45
Washington D. C.	EEUU	Capital Bikeshare	75	25	-	7	30
Denver	EEUU	Denver B-Cycle	80	30	20	8	30
Ciudad de México	México	Ecobici	31	-	24	7	45
Río de Janeiro	Brasil	Bike Rio	-	2	-	1	60
Nueva York	EEUU	City Bike	95	-	25	20	45

En la planificación del sistema de bicicletas públicas se debe tener mucho cuidado con el costo del servicio, pues un cambio posterior en los precios podría generar un retroceso para el sistema. En muchas ciudades se han realizado estudios para determinar el monto que los usuarios están dispuestos a gastar en el uso de un SBP. Asimismo, muchas ciudades deciden mantener un costo bajo para hacer que el SBP sea competitivo con los demás modos de transporte.

Ingresos por publicidad

Existen dos maneras de generar ingresos por medio de publicidad. Una consiste en derechos para colocar anuncios publicitarios en el mobiliario urbano. Es el esquema más popular debido a que genera ingresos considerables. El otro consiste en el derecho de colocar publicidad en los elementos del SBP, tales como las bicicletas, estaciones, kioskos, etc. Relacionar los costos de operación con los ingresos por publicidad significa que parte de estos gastos serán subvencionados por estos ingresos, sin afectar las fuentes de ingreso de la ciudad. Sin embargo, no existe mucha claridad entre el costo reportado y los ingresos por publicidad de las empresas.



CAPÍTULO 6: EJEMPLO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

En los capítulos anteriores se presentaron las pautas a seguir para el diseño de un sistema de bicicletas públicas. Como ya se ha mencionado, es posible implementar un SBP en cualquier ciudad aun así las características locales representen un gran obstáculo para esto. Solo será necesario tomar diferentes medidas según el contexto local.

En el presente capítulo, se elabora un ejemplo de aplicación de esta guía para el diseño de un pequeño SBP ubicado en el distrito de San Miguel, ubicado en la provincia y departamento de Lima. Se ha determinado el polígono de acción con la finalidad de poder representar la aplicación de los parámetros mencionados en el capítulo anterior con respecto a la localización de las estaciones, el número de bicicletas y espacios de aparcamiento y la distribución de estas en todas las estaciones.

6.1. Área de cobertura

El área de influencia se encuentra ubicada en San Miguel. El distrito limita al noreste con el de Cercado de Lima, al este con los distritos de Magdalena del Mar y el Pueblo Libre, al sur con el océano Pacífico y al oeste con el Callao. En el Plano SBP-01 se puede apreciar el plano de este.

Por otra parte, el área total del distrito es de 10.72 km² (INEI). A pesar de que en la guía se menciona que el polígono de acción debe tener un área mínima de 10 km², para el presente caso se realiza el diseño en un área de solamente 0.97 km² para fines prácticos, pues lo único que se busca en el presente capítulo es ejemplificar las pautas mencionadas anteriormente. En la Figura 6.1 se puede apreciar el área de cobertura o polígono de acción del ejemplo.

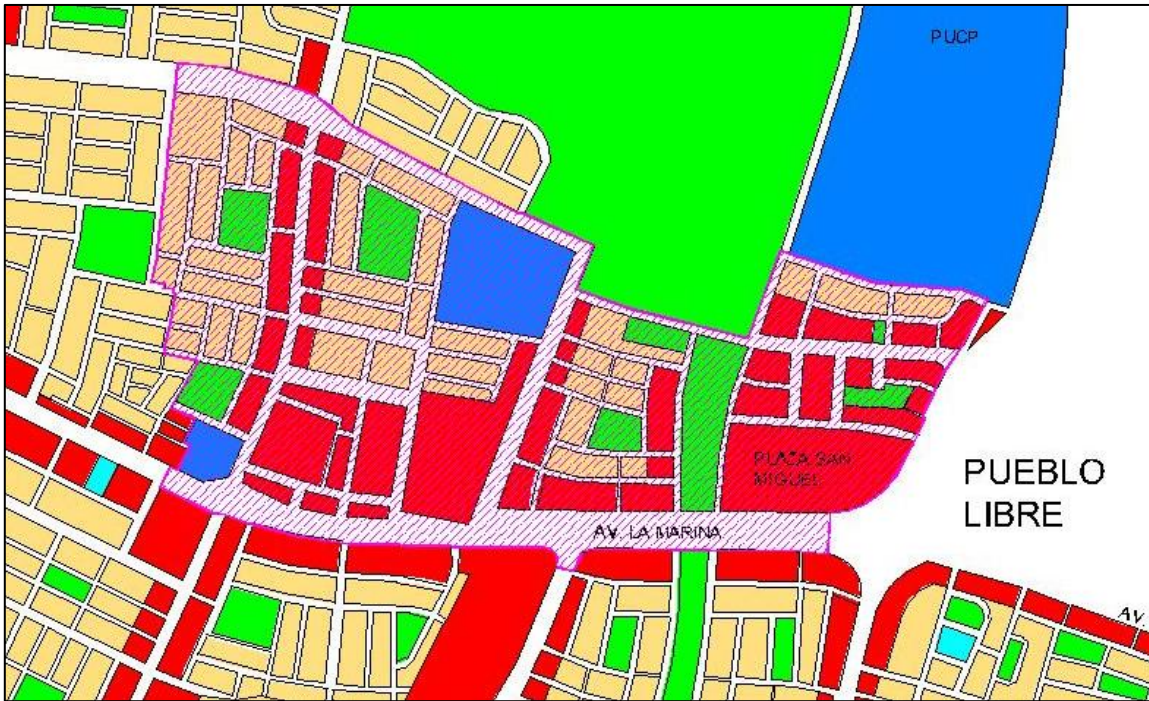


Figura 6.1: Polígono de acción (línea magenta)

Fuente: Elaboración propia

6.2. Localización de las estaciones de bicicletas públicas

Para la localización de estaciones de bicicletas públicas se tomaron en cuenta los siguientes aspectos, las cuales son mencionadas en el presente trabajo.

- La distancia promedio entre estaciones es de aproximadamente 250 m.
- Se recomienda ubicar estaciones cerca a lugares de mayor atracción, tales como centros educativos, centros comerciales o zonas de recreación pública.
- Se recomienda también ubicar estaciones cerca a zonas residenciales pues es a partir de aquí donde muchos usuarios partirán hacia sus destinos.
- La densidad de estaciones debe encontrarse en un rango de 10 a 16 estaciones por km².

En el Plano SBP-02 se muestra la ubicación de las estaciones, las cuales fueron determinadas siguiendo las pautas mencionadas anteriormente. A continuación se presentan los lugares donde se ubicarán las estaciones de nuestro sistema de

bicicletas públicas. Las fotos de las ubicaciones de dichas estaciones se pueden apreciar en el Plano SBP-03.

- 1º. Estación Plaza San Miguel
- 2º. Estación Shopping Center
- 3º. Estación La Mar – Riva Agüero
- 4º. Estación La Marina – Riva Agüero
- 5º. Estación Defensores de la Amazonía
- 6º. Estación Boulevard de la Cultura
- 7º. Estación Issac Lindley
- 8º. Estación La Marina – De las Leyendas
- 9º. Estación Precursores – López Rojas
- 10º. Estación Carlos Gonzales – López Rojas
- 11º. Estación Domingo Nieto
- 12º. Estación Precursores - Escardó
- 13º. Estación La Marina – Escardó
- 14º. Estación Ciudades Hermanas
- 15º. Estación Paul Harris

Considerando que el rango de estaciones es de 10 a 16 estaciones por km² y sabiendo que el área de cobertura es de 0.97 km², se debe cumplir que el número de estaciones de nuestro sistema esté entre 9 a 15 estaciones. En este caso, se cuentan con 15 estaciones, por lo cual se llega a cumplir con este requerimiento según la guía.

6.3. Número de bicicletas y anclajes

El número de bicicletas del SBP se determina, para este caso, a partir de una cantidad estimada de habitantes dentro del polígono de acción. Esta cantidad se determina a partir del área de cobertura y la densidad poblacional del distrito. Para el presente ejemplo, se dispone de la siguiente información.

$$\text{área de cobertura} = 0.97 \text{ km}^2$$

$$\text{densidad poblacional de San Miguel (INEI, 2007)} = 12043.56 \text{ hab/km}^2$$

Por lo tanto, se estima el número de habitantes en el polígono de acción.

$$\text{número de habitantes} = 0.97 * 12043.56 = 11682.25 \text{ hab.}$$

Una vez que se conoce el número de habitantes dentro del área de cobertura, se procede a determinar la cantidad de bicicletas para el SBP. Para ello, se considera que se requiere por lo menos 10 bicicletas por cada 1000 habitantes. Por lo tanto, el cálculo a realizar es el siguiente.

$$\text{número de bicicletas} = \frac{10 \text{ bicicletas}}{1000 \text{ habitantes}} * 11682.25 \text{ habitantes} \cong 120 \text{ bicicletas}$$

Para evitar la saturación de las estaciones será necesario incluir una cantidad de espacios de aparcamiento o anclajes mayor a la de bicicletas. Por ello, se determina lo siguiente.

$$\text{número de anclajes} = 2 \frac{\text{anclajes}}{\text{bicicleta}} * 120 \text{ bicicletas} = 240 \text{ anclajes}$$

6.4. Rutas entre las estaciones de bicicletas públicas

Las rutas entre las estaciones de bicicletas públicas van, en su mayoría, por vías locales con bajo volumen vehicular con la finalidad de evitar conflicto entre los conductores de vehículos motorizados y los usuarios del sistema. En el Plano SBP-04 se muestran dichas rutas.

6.5. Recomendaciones para un SBP en el distrito de San Miguel

Luego de conocer el método de diseño y planificación de un sistema de bicicletas públicas será importante también tomar en cuenta ciertos aspectos relacionados a un proyecto de SBP. La voluntad política es muy importante para el éxito de un sistema de este tipo, pues en esta se basan las decisiones a tomar en la gestión de este. Asimismo, se debe hacer una correcta selección de equipos y del tipo de sistema en base al contexto local. A su vez, el buen uso del espacio publicitario urbano es un punto a favor para el éxito del SBP. Es importante también realizar

correctamente la localización de estaciones y centros de control, así como la correcta distribución de anclajes y bicicletas. Deben existir rutas de conexión entre estaciones para que el sistema funcione bien. A continuación, se presentan diversas recomendaciones para un sistema de bicicletas públicas en el distrito de San Miguel.

Políticas

Como se mencionó anteriormente, la voluntad política es esencial para el éxito de un SBP ya que esta se relaciona directamente con la toma de decisiones. Es recomendable la participación de más de un grupo o partido político en este tipo de proyectos con la finalidad de que el sistema perdure de distintos alcaldes o gobernantes. Asimismo, es aconsejable que los políticos involucrados en proyectos de SBP tengan la oportunidad de visitar ciudades que cuenten con un SBP y de esta manera puedan conocer sus beneficios. Esto los guiará a tomar decisiones en beneficio del uso de la bicicleta (ya sea pública o privada) como medio de transporte urbano.

Selección de equipos

En base a experiencias internacionales, se recomienda lo siguiente con respecto a la selección de los equipos. Primero, se debe evitar el uso de bicicletas convencionales debido a que una de las causas principales de los robos de estas es que sus piezas pueden ser revendidas. Segundo, el diseño debe ser tal que no sea posible transportar a más de una persona por bicicleta, pues esta acción deteriora la bicicleta. Finalmente, es recomendable utilizar modelos que hayan sido probados en otras ciudades y que funcionen correctamente.

Tipo de sistema

Como se comentó en capítulos anteriores, los sistemas automáticos tienen un costo de operación menor a los manuales; mientras que el de implementación del segundo es menor que el primero. Sin embargo, para el caso de San Miguel, no es recomendable la implementación de un SBP automático, pues la población no

está muy familiarizada con los sistemas de bicicletas públicas. Actualmente, solo existe un SBP en el distrito de San Borja, el cual opera de forma manual y es exclusivo para las personas que viven ahí. Por lo tanto, debido a que la población de San Miguel necesita familiarizarse con esta herramienta de la movilidad sostenible, se recomienda la implantación de un sistema manual aquí. Según experiencias internacionales, para un usuario es más fácil aprender a utilizar las bicicletas públicas mediante el asesoramiento de un personal de atención al cliente.

Publicidad urbana

Se debe recordar que uno de los objetivos de un SBP es incentivar la intermodalidad. Por lo tanto, se debe evitar cierto tipo de publicidad en el sistema, como por ejemplo la promoción de autos o motos. Asimismo, la bicicleta es un medio de transporte que promueve la actividad física y la buena salud, motivo por el cual publicidad relacionada al tabaco, alcohol o comida chatarra también es inapropiada. Cabe mencionar que se debe evitar la saturación de anuncios en las estaciones ya que la buena imagen del SBP es importante para atraer a nuevos usuarios.

Distribución de anclajes y bicicletas

La distribución de anclajes y bicicletas en las estaciones se realiza en base a estudios de demanda. Las estaciones que deben disponer de más anclajes son aquellas que se encuentran ubicadas cerca a lugares atractivos, tales como centros educativos, parques de diversiones, centros comerciales, entre otros. Por lo tanto, para el distrito de San Miguel, es recomendable colocar más anclajes en estaciones cercanas a las universidades, tales como la Universidad Católica o la UPC; a centros comerciales como Plaza San Miguel, Metro o Tottus de la av. La Marina. A su vez, se recomienda implementar anclajes portátiles si es que es necesario cambiar la ubicación de algunos de estos debido a la saturación de bicicletas en algunas estaciones. Es aconsejable también que al inicio de cada día, las estaciones que cuenten con más bicicletas sean aquellas que se ubiquen

en zonas residenciales, pues es de ahí donde los usuarios inician su recorrido. Asimismo, las zonas comerciales o centros de trabajo y estudio deben disponer de más anclajes libres para poder cubrir la demanda de usuarios que llegan a sus destinos.

Afiliación y modo de pago

Con respecto al modo de registro y pago, se recomienda que el registro se realice por internet y un trámite que no sea muy complejo con la finalidad de que esto no sea un obstáculo para los futuros usuarios. Es recomendable que durante el inicio de la operación del SBP estos puedan utilizar el servicio de manera gratuita, de tal manera que puedan conocer los beneficios de este. Esto puede formar parte de una campaña inicial de promoción del SBP. Sin embargo, será necesario que dichos usuarios se registren en la base de datos del sistema a fin de no cometer el mismo error ocasionado en los SBP de la primera y segunda generación. Posteriormente, el uso del sistema deberá tener un costo, el cual no debe ser muy elevado para que el sistema sea accesible para todos.

Rutas de conexión entre estaciones

La falta de infraestructura para ciclistas (ciclovías) es un obstáculo para muchos para utilizar una bicicleta como medio de transporte. Sin embargo, no se dispone de mucho espacio en la ciudad para la construcción de éstas. Es por ello que para el caso de San Miguel, es aconsejable construir en la medida de lo posible ciclovías que conecten las estaciones. Por otra parte, las calles con baja demanda vehicular también son consideradas rutas seguras para los ciclistas, así que es recomendable informar a los usuarios con respecto a estas rutas.

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES

Los sistemas de bicicletas públicas son una herramienta fundamental para promover la intermodalidad en el transporte urbano. Por medio de la presente investigación, se pudo afirmar que con estos es posible complementar el uso de los medios de transporte público masivo pues representan una facilidad para el usuario al momento de movilizarse hacia los paraderos o hacia su destino final. Por otra parte, representan una alternativa más económica para los ciudadanos que utilizan medios de transporte público alimentadores para movilizarse desde los paraderos hacia su destino o viceversa. En el caso de Lima, se recomienda que se localicen las estaciones de manera que se logre complementar la bicicleta pública con las líneas de metro proyectadas y la línea existente.

La voluntad de aquellos tomadores de decisiones en el SBP, es decir, del Municipio, es un factor muy importante en el programa de bicicletas públicas en general. De ello depende la rapidez con la que se realizan los trámites necesarios para su planificación e implementación. Asimismo, de ello depende la rapidez con la que se consiguen los recursos necesarios para el diseño, implementación y operación de este. Incluso el desarrollo del SBP durante su operación depende del Municipio, pues son ellos los que toman las decisiones con respecto a este asunto.

Quedó demostrado también que las ciclovías no son esenciales para el buen funcionamiento de un programa de bicicletas públicas. Las vías locales con baja demanda vehicular son a su vez caminos seguros que conectan a las estaciones entre sí. Solo será necesario hacer conocidas dichas rutas para que los usuarios no se sientan desorientados al momento de utilizar una bicicleta pública. Esto se puede lograr por medio de folletos, publicidad y señalización que indique la cercanía a cualquier estación.

En muchas ciudades del mundo se creía que solo era posible la implementación de un SBP si en dicha ciudad el uso de la bicicleta es muy difundido. Sin embargo, se descubrió que esto no era cierto. Muchas ciudades latinoamericanas

implementaron este tipo de sistemas, los cuales son exitosos y a la fecha se encuentran en operación. El programa ECOBICI en México logró ser exitoso a pesar de que el uso de la bicicleta no se encontraba muy difundido ni se contaba con mucha infraestructura vial para ciclistas.

Lo que sí es esencial para el éxito de un SBP es su campaña de promoción. Por medio de esto se consigue que la población conozca el funcionamiento del sistema. Se debe informar a los futuros usuarios el procedimiento para registrarse al sistema. Asimismo, deben conocer el proceso de préstamo y devolución de las bicicletas. La idea es que el usuario se sienta familiarizado con el SBP y lo pueda utilizar frecuentemente. Se requiere personal que de toda esta información a las personas. Por otra parte, será de mucha importancia dar a conocer los beneficios del uso del sistema con la finalidad de atraer a la mayor cantidad de usuarios posible. A su vez, el marketing es de suma importancia, pues de ello dependerá que el sistema “se ponga de moda” y se pueda atraer de esta manera a más usuarios. Lima no es una ciudad donde el uso de la bicicleta se encuentre muy difundido, por lo cual será necesaria una campaña de promoción y marketing del uso de la bicicleta de tal manera que se pueda cambiar primero la percepción de los ciudadanos con respecto al uso de la bicicleta como medio de transporte urbano.

En caso un municipio no disponga de mucho presupuesto para la implementación y operación de un SBP, es posible el financiamiento de este a través de inversión privada. Existen muchas empresas interesadas en invertir dinero en publicidad, por lo cual el uso del mobiliario urbano es una pieza clave para la financiación de un SBP. Incluso las mismas estaciones y bicicletas sirven como espacio publicitario.

BIBLIOGRAFÍA

ACERO, Jesús

2012 “Propuesta base para la implantación de un sistema de bicicletas públicas – SBP”. 31 de octubre.

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS

1999 “Guide of the Development of Bicycle Facilities”. Washington.

ANAYA, Esther

2012 “Balance General de la Bicicleta Pública en España”. Mayo.

BANCO MUNDIAL

2002 “Ciudades en Movimiento: Revisión de la Estrategia de Transporte Urbano del Banco Mundial”.

BONETTE, Brittany

2007 “The Implementation of a Public-Use Bicycle Program in Philadelphia”. 19 de diciembre.

BRITTON, Eric

2007 “Vélib’ – A short report on the Paris City Bike Project”. Octubre.

BÜHRMANN, Sebastian

2007 “Bicicletas Públicas: Definición y Casos Europeos (de los que podemos aprender)”. Barcelona, 29 de noviembre.

BUSSIÈRE, Yves

2009 “Cycling in the City and Reduction of Greenhouse Gas Emissions: the Case of Mexico”.

CLEAN AIR INSTITUTE

2012 “Estrategias Para la Promoción de Transporte Sostenible y Bajo en Carbono Para América Latina”

CITYRYDE LLC

2009 “Bicycle Sharing Systems Worldwide: Selected Case Studies”.

CYCLING EMBASSY OF DENMARK

2012 “Collection of Cycle Concepts 2012”.

DEMAIO, Paul

2009 “Bike-sharing: Its History, Models of Provision, and Future”.
Washington.

DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES THROUGH THE LOS
ANGELES COUNTY DEPARTMENT OF PUBLIC HEALTH

2011 “Model Design Manual for Living Streets”.

DEXTRE, Juan

2013 “Cyclists & cycling around the world”. Lima.

DHINGRA, Chhavi

2010 “Public Bicycles Schemes: Aplying the Concept in Developing Cities –
Examples from India”

EQUIPO INVESTIGADOR PROBICI

2010 “PROBICI. Guía de la Movilidad Ciclista. Métodos y Técnicas para el
Fomento de la Bicicleta en Áreas Urbanas”. Madrid.

EUROPEAN CYCLISTS' FEDERATION

1998 “Aumentar la Seguridad en Bicicleta sin Implantar el uso Obligatorio
del Casco para Ciclistas”. Bruselas, noviembre.

EUROPEAN FEDERATION FOR TRANSPORT AND ENVIRONMENT

2001 “Transport and the economy – The myths and the facts”. Diciembre.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION – U.S. DEPARTMENT OF
TRANSPORTATION

2010 “Pedestrian and bicyclist safety and mobility in Europe”. Febrero.

FEDERAL MINISTRY OF TRANSPORT, BUILDING AND HOUSING

2002 “National Cycling Plan 2002-2012: Ride your Bike!”. Berlin.

FERRANDO, Haritz

2009 “Estudio Sobre el Impacto de la Implantación de Sistemas de Bicicletas Públicas en España”.

FISHMAN, Elliot

2014 “Bike Share: A Synthesis of Literature”

GLEAVE, Steer

2008 “Cycling in London report”. Mayo.

HELMETH, Eva

2008 “Public bikes and sustainable mobility – Opportunities and limitations from a social ecology perspective”. 26 de febrero.

INSTITUTE FOR TRANSPORT & DEVELOPMENT POLICY

2011 “Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas”. Ciudad de México, junio.

INSTITUTE FOR TRANSPORT & DEVELOPMENT POLICY

2013 “The Bike-sharing Planning Guide”. Noviembre.

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACION Y AHORRO DE LA ENERGIA

2006 “Guía práctica para la elaboración e implantación de planes de transporte al centro de trabajo”. Madrid.

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACION Y AHORRO DE LA ENERGIA

2007 “Guía Metodológica para la Implantación de Sistemas de Bicicletas Públicas en España”. Madrid.

LA VANGUARDIA

2007 “Fiebre Bicing”. 30 de junio.

MIDGLEY, Peter

2009 “The Role of Smart Bike-sharing Systems in Urban Mobility”. Mayo.

MIDGLEY, Peter

2011 “Bicycle-Sharing Schemes: Enhancing Sustainable Mobility in Urban Areas”. New York.

MINETA TRANSPORTATION INSTITUTE

2012 “Public Bikesharing in North America: Early Operator and User Understanding”.

MINETA TRANSPORTATION INSTITUTE

2014 “Public Bikesharing in North America During a Period of Rapid Expansion: Understanding Business Models, Industry Trends and User Impacts”

MONTEZUMA, Ricardo

2015 “Sistemas Públicos de Bicicletas para América Latina. Guía Práctica para Implementación”. Bogotá.

NATIONAL INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL HEALTH SCIENCES

2011 “Air Quality and Exercise-Related Health Benefits for Reduced Car Travel in the Midwestern United States”. 2 de noviembre.

NICHES CONSORTIUM

2007 “New Seamless Mobility Services – Public Bicycles”.

OBIS

2011 “Optimising Bike Sharing in European Cities”. Junio.

PARDO, Carlosfelipe

2010 “ Experiencias y lecciones de sistemas de transporte público en bicicleta para América Latina”. Octubre.

PARDO, Carlosfelipe

2011 “Características y obstáculos de Sistemas de Bicicletas Públicas para América Latina”. Rosario, mayo.

PARDO, Carlosfelipe

2011 “Recomendaciones a la Prueba Piloto del Sistema BiciBog”.
Noviembre.

PARDO, Carlosfelipe

2012 “Revisión de los Sistemas de Bicicletas Públicas Para América Latina: Beneficios y Obstáculos”.

PRESTO

2010 Promoting Cycling for Everyone as a Daily Transport Mode”. Febrero.

PUCHER, John

2008 “Making Cycling Irresistible: Lessons from The Netherlands, Denmark and Germany”. Julio.

PUCHER, John

2010 “Walking and Cycling to Health: A Comparison of Recent Evidence From City, State, and International Studies”.

QUAY COMMUNICATIONS INC.

2008 “TransLink Public Bike System Feasibility Study”.

ROGAT, Jorge

2009 “Planificación e Implementación de Campañas Destinadas a promover el uso de la bicicleta en Países de América Latina: Guía para Tomadores de Decisiones”.

SCHLEBUSCH, Sebastian

2010 “Bicycle Sharing in Delhi – Users Evaluation Report”.

SHAHEEN, Susan

2011 “Worldwide Bikesharing”

SPICYCLES

2009 “Cycling on the rise – Public bicycles and other European experiences”. Marzo.

SUSTAINABLE URBAN MOBILITY IN ASIA

2009 “Integrating Non-motorized Transport to Public Transport”.

THIRD WAVE CYCLING GROUP INC.

2010 “Cycling support services study – Strategic plan”. 30 de abril.

TIWARI, Geetam

2008 “Bycycling in Asia“

TRANSPORT FOR LONDON

2008 “Feasibility study for a central London cycle hire scheme”. Noviembre.

ZHANG, Hua

2013 “Bicycle Evolution in China: From the 1900s to the Present”.

ZHANG, Lihong

2014 “Sustainable bike-sharing systems: characteristics and commonalities across cases in urban China”. 3 de abril.

