



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE**  
**INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS**

**TITULACIÓN:**

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN TRANSPORTE, TERRITORIO Y  
URBANISMO**

**TRABAJO DE FIN DE MÁSTER:**

**PROPUESTA DE “SISTEMA DE BICICLETA PÚBLICA  
EN AREQUIPA PERÚ”**



**AUTOR:**

**EDITH GABRIELA MANCHEGO HUAQUIPACO**  
**ARQUITECTA**

**TUTOR:**

**FERNANDO GAJA DÍAZ**  
**DOCTOR ARQUITECTO, PROFESOR TITULAR DE URBANISMO ETSA-UPV**

**CO-TUTOR:**

**VICENTE TORRES CASTEJÓN**  
**DOCTOR EN ECONOMÍA, PROFESOR ASOCIADO DE URBANISMO ETSA-UPV**

**VALENCIA, SETIEMBRE 2016**

## DEDICATORIA

*“A veces sentimos que lo que hacemos es tan solo una gota en el mar,  
pero el mar sería menos si le faltara una gota.”*

*Santa Teresa de Calcuta*

*A Dios.*

*A mis padres, por todo su apoyo incondicional a  
pesar de la distancia.*

*A Fernando y a Vicente por la guía y el consejo  
para la elaboración de este trabajo.*



## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	3
1.1	OBJETIVOS.....	3
1.1.1	Objetivo general .....	3
1.1.2	Objetivo específicos.....	3
1.2	ALCANCES Y LIMITACIONES.....	3
1.2.1	Alcances.....	3
1.2.2	Limitaciones .....	3
1.3	METODOLOGIA.....	4
2	LA BICICLETA PÚBLICA.....	5
2.1	DEFINICIÓN.....	5
2.2	EVOLUCIÓN HISTÓRICA.....	5
2.3	BENEFICIOS DEL USO DE LA BICICLETA.....	6
2.3.1	De Las Bicicletas Públicas.....	7
2.4	OBSTÁCULOS PARA EL USO DE LA BICICLETA.....	8
2.4.1	Obstáculos personales.....	8
2.4.2	Obstáculos del sistema .....	8
2.5	TIPOS DE SISTEMA.....	9
2.5.1	Sistemas de Atención Personal - Manual.....	9
2.5.2	Sistemas Automáticos .....	9
2.6	FACTORES INFLUYENTES EN SBP.....	11
2.6.1	Los Factores Endógenos (Sensibilidad Política) .....	11
2.6.2	Los Factores Exógenos .....	13
2.7	EXPERIENCIAS CONFIABLES.....	14
2.7.1	Dinamarca, Copenhague, Bycyklen .....	14
2.7.2	Francia, Lyon, Vélo'v.....	15
2.7.3	Argentina, Rosario, Mi bici Tu bici:.....	17
2.7.4	Colombia, Medellín, Encicla.....	19
2.7.5	México, Guadalajara, Mibici.....	21
3	INFRAESTRUCTURA CICLO-INCLUYENTE.....	23
3.1	VISIÓN CICLO-INCLUSIVA .....	23
3.2	PRINCIPIOS DE DISEÑO .....	23
3.3	CATEGORIAS DE INFRAESTRUCTURA .....	25
3.3.1	Verde o Independiente: .....	25
3.3.2	Segregada:.....	25
3.3.3	Compartida:.....	25

3.4	JERARQUIA DE SOLUCIONES .....	26
3.4.1	Reducción de volúmenes vehiculares.....	26
3.4.2	Reducción de velocidades vehiculares .....	28
3.5	INFRAESTRUCTURA CICLO-INCLUSIVA: ASPECTOS CLAVE .....	30
3.5.1	Geometría.....	30
3.5.2	Emplazamiento y Secciones.....	32
3.5.3	Intersecciones.....	33
3.5.4	Iluminación.....	35
4	LUGAR: AREQUIPA PERÚ.....	36
4.1	DATOS GENERALES .....	36
4.1.1	El Clima.....	37
4.2	POBLACIÓN.....	38
4.2.1	Índice de Desarrollo Humano .....	38
4.3	ECONOMÍA.....	39
4.3.1	Valor Agregado Bruto.....	39
4.3.2	Población Económicamente Activa .....	40
4.4	ESTRUCTURA URBANA.....	40
4.4.1	Fundación y Colonia.....	40
4.4.2	La República.....	41
4.4.3	La Modernidad.....	42
4.5	TRANSPORTE URBANO .....	45
4.5.1	Antecedentes .....	45
4.5.2	Demanda.....	46
4.5.3	Sistema Integrado de Transporte.....	48
4.6	LA BICICLETA EN AREQUIPA.....	49
4.6.1	Infraestructura Ciclista Ciclovías.....	49
4.6.2	Ciclovía Recreativa.....	50
4.6.3	EnBiciados Arequipa .....	50
4.6.4	Aspecto Social.....	51
5	INFRAESTRUCTURA.....	52
5.1	DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN.....	52
5.1.1	Condicionantes .....	52
5.1.2	Delimitación y Etapas.....	54
5.2	RUTAS.....	55
5.2.1	Sectores de Origen .....	55
5.2.2	Sectores de Destino.....	56
5.2.3	Red Propuesta:.....	59

6	DISEÑO DEL SBP: MISTIBICI.....	60
6.1	DISTRIBUCIÓN DE INFRAESTRUCTURA.....	60
6.1.1	Estaciones .....	60
6.2	TIPO DE SISTEMA.....	62
6.2.1	Terminal o Tótem.....	62
6.2.2	Anclaje o dock.....	62
6.3	SOFTWARE .....	63
6.3.1	Sistema de identificación, validación, entrega y recibido.....	63
6.3.2	Sistema general de control y comunicación central.....	63
6.3.3	Sistema de información, afiliación y atención al usuario.....	64
6.4	EQUIPO.....	65
6.4.1	La bicicleta.....	65
6.4.2	Propiedad de las bicicletas.....	66
6.5	OPERACIÓN.....	66
6.5.1	Días del servicio y horarios.....	66
6.5.2	Condiciones y restricciones de uso del sistema.....	66
6.5.3	Redistribución o balanceo de bicicletas.....	66
6.5.4	Control, mantenimiento y reparación del sistema.....	67
6.6	MERCADEO Y COMUNICACIÓN SOCIAL .....	67
6.7	COSTOS .....	68
6.7.1	Costo de inversión inicial.....	68
6.7.2	Costos de Operación.....	69
6.7.3	Presupuesto .....	71
6.8	FINANCIACIÓN .....	71
6.8.1	Subvención Pública .....	71
6.8.2	Ingresos operacionales:.....	71
6.8.3	Convenio de publicidad .....	72
6.8.4	Tarifas y abonos.....	72
6.9	MODELO DE NEGOCIO.....	72
6.10	SOSTENIBILIDAD DEL SBP .....	73
6.10.1	Cálculo del ahorro socio-ambiental.....	73
6.10.2	Cálculo del ahorro energético .....	74
6.10.3	Periodo de retorno.....	74
7	CONCLUSIONES .....	75
8	BIBLIOGRAFIA.....	76
9	ANEXOS.....	77



## LISTADO DE IMÁGENES

<i>Imagen 1: Provo Anarquía y bicicletas blancas</i> .....	5
<i>Imagen 2: SBP Viu Bicing, Barcelona</i> .....	6
<i>Imagen 3: Beneficios del uso de la Bicicleta</i> .....	7
<i>Imagen 4: Sistema de Bicicleta Pública en Recife, Brasil</i> .....	9
<i>Imagen 5: Sistema de Bicicleta Pública en Viena, Austria</i> .....	10
<i>Imagen 6: Estación SBP Bycyklen</i> .....	14
<i>Imagen 7: Estación SBP Gobike</i> .....	14
<i>Imagen 8: Modelo Bicicleta Velo'v</i> .....	15
<i>Imagen 9: Estación Automática de SBP Velo'v</i> .....	16
<i>Imagen 10: Mapa Estaciones SBP Vélo'v</i> .....	16
<i>Imagen 11: Modelo de bicicleta SBP Mibici Tu bici</i> .....	17
<i>Imagen 12: Estación Automática Mi bici Tu bici</i> .....	18
<i>Imagen 13: Mapa de rutas y estaciones SBP Mi bici Tu bici</i> .....	18
<i>Imagen 14: Modelo de Bicicleta SBP Encicla</i> .....	19
<i>Imagen 15: Estación Manual SBP Encicla</i> .....	19
<i>Imagen 16: Estación Automática SBP Encicla</i> .....	20
<i>Imagen 17: Mapa de Rutas y Estaciones SBP Encicla</i> .....	20
<i>Imagen 18: Modelo de Bicicleta SBP Mibici</i> .....	21
<i>Imagen 19: Estación Automática SBP Mibici</i> .....	22
<i>Imagen 20: Mapa de Estaciones Mibici</i> .....	22
<i>Imagen 21: Ámbitos de Acción de una Política Ciclo-inclusiva</i> .....	23
<i>Imagen 22: Principios de Diseño Ruta Cido-inclusiva</i> .....	24
<i>Imagen 23: Infraestructura Verde</i> .....	25
<i>Imagen 24: Infraestructura Segregada</i> .....	25
<i>Imagen 25: Infraestructura Compartida</i> .....	25
<i>Imagen 26: Reducción de Volúmenes Vehiculares</i> .....	26
<i>Imagen 27: Barrera para un solo sentido de circulación</i> .....	26
<i>Imagen 28: Barrera con permeabilidad para buses y bicicletas</i> .....	27
<i>Imagen 29: Zona con sentidos encontrados</i> .....	27
<i>Imagen 30: Isletas</i> .....	28
<i>Imagen 31: Circulación en zigzag</i> .....	28
<i>Imagen 32: Resalto Trapezoidal, Resalto Sinusoidal</i> .....	29
<i>Imagen 33: Cojines</i> .....	29
<i>Imagen 34: Esquemas de Segregación</i> .....	31
<i>Imagen 35: Ejemplos de Separadores, Infraestructura Ciclo inclusiva</i> .....	31
<i>Imagen 36: Ejemplo Radio de Giro</i> .....	32
<i>Imagen 37: Alternativas de Emplazamiento</i> .....	33
<i>Imagen 38: Premisas de Diseño Intersecciones</i> .....	34
<i>Imagen 39: Ubicación Región Arequipa</i> .....	36
<i>Imagen 40: Centro Histórico: Catedral, Claustros de la Compañía, Convento de Santa Catalina</i> .....	36

<i>Imagen 41: Promedio mensual de Parámetros Climáticos</i> .....	37
<i>Imagen 42: Población Total por grupos de edad</i> .....	38
<i>Imagen 43: Índice de Desarrollo Humano para Arequipa</i> .....	39
<i>Imagen 44: Tasa de Actividad por grupo de edad 2005 y 2009, Región Arequipa</i> .....	40
<i>Imagen 45: Plano escenográfico de Arequipa del 1787</i> .....	41
<i>Imagen 46: Plano Topográfico de la Ciudad de Arequipa 1865</i> .....	42
<i>Imagen 47: Plan Regulador de Arequipa, Alberto de Rivera 1940</i> .....	43
<i>Imagen 48: Evolución Urbana Arequipa 1944-1997</i> .....	44
<i>Imagen 49: Problemas más importantes que afectan la calidad de vida</i> .....	45
<i>Imagen 50: Tráfico Urbano Centro Histórico Arequipa</i> .....	45
<i>Imagen 51: Distribución de Viajes por Modo de Transporte</i> .....	46
<i>Imagen 52: Motivaciones en los Viaje</i> .....	47
<i>Imagen 53: Calle Jerusalén, .....</i>	48
<i>Imagen 54: Mapa Sistema Integrado de Rutas Arequipa</i> .....	49
<i>Imagen 55: Ciclovía Avenida Charcani, Cayma</i> .....	49
<i>Imagen 56: Ciclovía Recreativa en Socabaya</i> .....	50
<i>Imagen 57: Invitación a Masa Crítica 2015</i> .....	50
<i>Imagen 58: Enbiciados Arequipa en el frontis de la Catedral</i> .....	50
<i>Imagen 59: Movilidad y Transporte</i> .....	51
<i>Imagen 60: Unidades Urbanas</i> .....	52
<i>Imagen 61: Mapa de Densidades 2015</i> .....	52
<i>Imagen 62: Mapa de Pendientes</i> .....	53
<i>Imagen 63: Análisis de Centralidades Arequipa Urbana 2015</i> .....	53
<i>Imagen 64: Delimitación y Etapas</i> .....	54
<i>Imagen 65: Sectores de Origen</i> .....	56
<i>Imagen 66: Equipamientos de Interés</i> .....	57
<i>Imagen 67: Sectores de Destino</i> .....	58
<i>Imagen 68: Propuesta de Infraestructura Cidoincluyente</i> .....	59
<i>Imagen 69: Criterios claves para ubicación de estaciones</i> .....	60
<i>Imagen 70: Estaciones SBP Mistibici</i> .....	61
<i>Imagen 71: Modelos de Terminal</i> .....	62
<i>Imagen 72: Modelos de Anclaje</i> .....	62
<i>Imagen 73: Modelos de Centro de Control Web</i> .....	64
<i>Imagen 74: Portales Web: Velib´ y Mibici</i> .....	64
<i>Imagen 75: Modelos de bicicleta</i> .....	65
<i>Imagen 76: Costos de Inversión inicial total en porcentaje para un SBO de gama media 200 anclajes, 250 bicicletas y 12 estaciones, 2014</i> .....	69
<i>Imagen 77: Gastos de servicios generales de operación y de administración para un año promedio durante seis años de operación en porcentaje para un SBP de gama media, 2014</i> .....	69
<i>Imagen 78: Gráfico y Tabla de evolución anual de los principales rubros de operación de un SBP de gama media, en USD para seis años, 2014</i> .....	70
<i>Imagen 79: Ingresos Proyectados para implantación y seis años de operación de un SBP</i> .....	70
<i>Imagen 80: Conversión del combustible litros a Tep</i> .....	74



## LISTADO DE TABLAS

---

<i>Tabla 1: Barreras: Razones Objetivas y Razones Subjetivas .....</i>	<i>8</i>
<i>Tabla 2: Parámetros Geométricos .....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 3: Población Censada.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 4: Valor Agregado Bruto Arequipa .....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 5: Distribución de Viajes por Modos de Transporte.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 6: Sectores de Origen: Características.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 7: Estaciones SBP Mistibici, Primera Etapa.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 8: Precios aproximados de componentes de las estaciones de un SBP según gama, en euros.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 9: Precios aproximados de estaciones de un SPB según tamaños y gamas, en euros .....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 10: Presupuesto General SBP Mistibici, Primera Etapa en euros .....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 11: Calculo de ahorro Socio-ambiental SBP Mistibici.....</i>	<i>73</i>



The accelerated and unplanned urban growth in Latin America, faces challenges in search of sustainability for capital cities in the next decade. The Inter-American Development Bank groups these challenges in three dimensions: Disaster Risk and Climatic Change; Integral Urban Development and Fiscal Management; Governability and Transparency. These challenges interrelated and are united with one another.

In order to accomplish a build-in urban development, there are basic urban characteristics. One of which are the means of transportation. The general trend of urban transportation in Latin America and the Caribbean is not sustainable: the cities face growing traffic jams; longer commute times; higher added transportation costs; an increase in the energy consumption, pollution and accidents; urban deterioration and social exclusion (Hidalgo and Huizenga, 2013). The negative impact is especially strong in the most vulnerable areas of the population.

Transportation and mobility are the essential support of the economic and social activity, they have impact on gender and equality; they determine the environmental footprints and public health; they influence the energetic consumption as well. The solution for the mobility and accessibility problems should not be the extension of infrastructure for the traffic of motor vehicles. Options that prevent the increase of motor commutes are needed, that change the commutes to more efficient ways, and that improve the operation conditions through cleaner technologies.

The Public Bicycle Systems are a new concept of public transportation, individual, based on the temporal lending of bicycles to promote the urban use of bicycles in short distances and not lengthy. The use of bicycles as means of transportation favors the sustainable development of cities, since it allows fast and flexible movement with a low energy consumption and without pollution.

The final project of the master is focus on the study of a Public Bicycle System and the necessary factor to implement it, for the metropolitan area of the city of Arequipa, Peru. A metropolis with 970 000 inhabitants approximately. Nowadays the use of the bicycle in the city is 0.3% according to the second survey of the citizens' life quality in metropolitan Arequipa (2012). This project pretends to propose an inclusive cycling lane, coherent, safe and comfortable for the implementation of the Public Bicycle System. In addition, to promote the use of this means of transportation, the bicycle, because of its plentiful benefits and advantages above other means of transportation.

Keywords: Bicycle, Urban Transport, Sustainable Mobility, Public Bicycle Systems, Arequipa.



## RESUMEN

El crecimiento urbano acelerado y no planificado en América Latina, enfrenta desafíos en busca de la sostenibilidad para las ciudades-capitales para el próximo decenio. El Banco Interamericano de Desarrollo agrupa estos retos en tres dimensiones: Riesgo de Desastre y Cambio Climático; Desarrollo Urbano Integral y la Gestión Fiscal; Gobernabilidad y Transparencia. Estos retos se interrelacionan y se encuentran unidos unos con otros.

Para lograr un desarrollo urbano integral, existen características urbanas básicas. Una de ellas son los sistemas de transporte. La tendencia general de la movilidad urbana en América Latina y el Caribe no es sostenible: las ciudades enfrentan una creciente congestión; mayores tiempos de viaje; incrementos en los costos agregados del transporte; un aumento del consumo energético, las emisiones contaminantes y los accidentes; deterioro urbano y exclusión social (Hidalgo y Huizenga, 2013). Los impactos negativos son especialmente fuertes en los sectores más vulnerables de la población: niños, ancianos, personas con discapacidad y la población de bajos ingresos.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) 1,24 millones de personas mueren cada año en accidentes de tránsito, 3,2 millones de personas mueren por enfermedades relacionadas a la falta de actividad física, y 1,3 millones de muertes están relacionadas a la contaminación del aire (OMS, 2013). Estas tres dimensiones tienen que ver con la movilidad.

El transporte y la movilidad son el soporte fundamental de la actividad económica y social, tiene impactos sobre la igualdad y el género; determinan huellas ambientales y de salud públicas; e influencia del consumo energético. La solución de los problemas de movilidad y accesibilidad no debe ser la ampliación de infraestructura para el tráfico vehicular motorizado. Se necesitan opciones que eviten el aumento de viajes motorizados, que cambien los viajes a modos más eficaces, y que mejoren las condiciones de operación mediante tecnologías más limpias.

Los Sistemas de Bicicleta Pública son un nuevo concepto de movilidad pública, individual, basada en el préstamo temporal de bicicletas para promover el uso urbano de la bicicleta en viajes de corta distancia y duración. El uso de la bicicleta como medio de transporte favorece el desarrollo sostenible de las ciudades, ya que permite desplazamientos rápidos y flexibles con un bajo consumo energético y sin emisiones contaminantes.

El trabajo final de master está orientado al estudio de un Sistema de Bicicleta Pública y los factores necesarios para su implementación. En este caso particular, para el área metropolitana de la ciudad de Arequipa, Perú. Una ciudad metrópoli con aproximadamente 970 000 habitantes. Actualmente el uso de la bicicleta en la ciudad es de un 0.3%, según segunda encuesta de percepción ciudadana de calidad de vida de Arequipa Metropolitana (2012). El trabajo pretende llegar a proponer una red ciclo-inclusiva directa, coherente, segura y confortable para la implementación del Sistema de Bicicleta Pública. Así mismo promover el uso de este medio de transporte, la bicicleta, por sus abundantes beneficios y ventajas sobre otros medios de transporte motorizados.

El capítulo 1, la introducción, se describen los objetivos y la metodología a seguir. Luego el capítulo 2, detalla la bicicleta pública como alternativa para una movilidad sostenible, así como los tipos de sistema, factores influyentes y las experiencias confiables de ciudades con características similares al caso de estudio. En el siguiente capítulo figura la importancia de la infraestructura ciclo-incluyente, las categorías de infraestructura y la jerarquía de soluciones importantes a la hora de la toma de decisiones.

En el capítulo 4 se aborda el lugar de intervención. La ciudad de Arequipa, presentado los aspectos más importantes, como datos geográficos, la población, las actividades, y sus sistema de transporte. Así también el papel que desempeña la bicicleta como medio de transporte. En el capítulo 5 se desarrolla la infraestructura necesaria para soportar la propuesta de SBP, haciendo un breve estudio de rutas. En último capítulo se describe el SBP denominado Mistibici, para la ciudad de Arequipa, empezando por la distribución de las estaciones, detallando el tipo de sistema, el equipo necesario, las características de la operación los costos y la financiación. Y la sostenibilidad del proyecto.



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo general

- Proyectar un Sistema de Alquiler de Bicicletas Públicas y diseñar una red de infraestructura ciclo-incluyente, en su primera etapa, para la ciudad de Arequipa, Perú como alternativa a para un transporte sostenible; teniendo en cuenta los factores necesarios para su implementación los factores influyentes para su implementación.

### 1.1.2 Objetivo específicos

- Conocer los factores necesarios para la implementación un Sistema de Bicicleta Pública y de infraestructura ciclo-incluyente necesaria.
- Analizar el papel de la bicicleta en la movilidad urbana en la ciudad de Arequipa y en otras ciudades con similares características.
- Proponer una red de infraestructura ciclo-incluyente en el área metropolitana de Arequipa, para conseguir desplazamientos seguros, coherentes, directos y confortables.
- Diseñar el Sistema de Bicicleta Pública, en su primera etapa, detallando los distintos elementos para su implementación y puesta en marcha.

## 1.2 ALCANCES Y LIMITACIONES

### 1.2.1 Alcances

El presente trabajo pretende ser una primera etapa para el Proyecto de Sistema Público de Bicicletas, el cual favorezca el desarrollo de una movilidad sostenible, siendo amable con el medio ambiente, la salud y el entorno urbano en el área metropolitana de la ciudad de Arequipa.

### 1.2.2 Limitaciones

Las limitaciones de este trabajo son la escasa difusión de este medio de transporte, falta de infraestructura y de cultura ciclista en el país y en la ciudad de Arequipa. Además la implementación del sistema de alquiler de bicicletas públicas en el país es escasa.

Al ser un trabajo académico condicionado a una fecha de presentación y las limitaciones económicas esta alternativa de movilidad se enfocara en alcanzar un punto de partida para su puesta en marcha.

## 1.3 METODOLOGIA





## 2 LA BICICLETA PÚBLICA

### 2.1 DEFINICIÓN

Las bicicletas públicas son sistemas de alquiler o préstamo gratuito de bicicletas en los núcleos urbanos, impulsados generalmente por la administración pública o en ocasiones operados por concesionarios. Se diferencian de los servicios tradicionales de alquiler de bicicletas, más orientados al ocio o el turismo, por el hecho de prestar un servicio de movilidad práctico, rápido y pensado para el uso cotidiano. Los sistemas de bicicletas públicas se pueden considerar un modo más de transporte público.

### 2.2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA

El concepto de bicicletas de uso público comenzó en el año 1968 en Ámsterdam (Holanda), dentro del movimiento *Provo*. Este movimiento protestaba contra la estructura de la sociedad burguesa de una forma crítica y proponía soluciones para crear una ciudad “más habitable”. El Plan Blanco de Bicicletas buscaba denunciar la contaminación provocada por los vehículos privados y la pésima calidad del transporte público. El plan proponía expulsar los coches del interior de la ciudad y ser reemplazados por bicicletas. Con el fin de provocar a la sociedad, los *provos* invadieron las calles de la ciudad con miles de bicis pintadas de color blanco. Circulando en dirección contraria, deteniéndose en medio de la calzada o, simplemente, lanzando las bicis a la vía, los *provos* consiguieron colapsar completamente el tráfico de Ámsterdam. Este sistema se considera la **primera generación** de bicicletas públicas.



Imagen 1: Provo Anarquía y bicicletas blancas  
Fuente: [www.ciclosfera.com](http://www.ciclosfera.com)

La **segunda generación** de bicicletas públicas comenzó en 1995, cuando en la ciudad de Copenhague se puso en marcha un servicio de préstamo de bicicletas a gran escala llamado *Bycyklen*. Es un sistema que aún está en funcionamiento, aunque con ciertas privaciones: las bicicletas están encadenadas en aparcamientos especiales mediante una cerradura que se abre insertando una moneda. El problema de este sistema es el hurto, ya que no existe registro del usuario, ni seguimiento de las bicicletas, y el depósito que se deja a cuenta de coger la bicicleta (una moneda) es muy bajo. En la actualidad los sistemas de moneda están evolucionando hacia sistemas con registro, como en el caso de las *Buga* en Aveiro, Portugal.

La **tercera generación** de sistemas empieza en Europa a partir del año 2001. El sistema presenta un modelo de gestión y operación, una entidad a cargo del seguimiento de las bicicletas y su mantenimiento. Es un sistema mejor estructurado ya que permite el control del préstamo, previa inscripción del usuario al sistema. Esta generación de SBP es la que varias ciudades han utilizado en los últimos años, y la que mejores resultados ha presentado en términos de durabilidad del sistema. Algunos ejemplos importantes son *Velib'* en París, *Velo'v* en Lyon, en estas ciudades los SPB se han consolidado como una oferta de transporte público individual.



Imagen 2: SBP Viu Bicing, Barcelona  
Fuente: [www.bicing.cat](http://www.bicing.cat)

### 2.3 BENEFICIOS DEL USO DE LA BICICLETA

Los beneficios del uso de la bicicleta como medio de transporte son diversos. A continuación se describirán los más relevantes:

- **Eficiencia:** Las bicicletas es el modo de transporte más rápido y eficiente en viajes de hasta 5 kilómetros. Además es bastante competitivo hasta el umbral de los 7-10 kilómetros, en viajes puerta a puerta.
- **Autonomía y Flexibilidad:** La bicicleta está disponible a cualquier hora del día, para todo tipo de motivos y para cualquier tipo de destino. Es fácil montarse y bajarse, hacer paradas, cambiar de ruta, hacer giros en U, y ocupa muy poco espacio para aparcar.
- **Fiabilidad:** El uso de la bicicleta tiene la duración de viaje más predecible en un entorno urbano, más que los coches y el transporte público. Los ciclistas pueden ser más puntuales y pierden menos tiempo.
- **Salud:** La OMS recomienda un mínimo diario de 30 minutos de actividad física moderada. Esto se refiere a caminar, pedalear, subir escalera, etc. Este modo de transporte activo, conforma una buena herramienta para mantener el cuerpo en movimiento y disminuir los riesgos de enfermedades crónicas como la obesidad, diabetes, las enfermedades cardiovasculares.
- **Energía y Medio Ambiente:** el pedaleo es una forma de desplazarse que utiliza la energía metabólica del cuerpo humano. No tiene necesidad de usar combustible para aportar energía para el desplazamiento. Tampoco utiliza motores de combustión interna así se evita la emisión de gases nocivos para la salud humana y el medio ambiente.
- **Economía:** El uso de la bicicleta es un complemento asequible para su uso junto al transporte público, mucho más que poseer un coche privado ya que su adquisición y mantenimiento supone un coste 30-40 veces inferior.

La siguiente infografía muestra con imágenes los beneficios anteriormente descritos:



Imagen 3: Beneficios del uso de la Bicicleta  
Fuente: [www.ecobici.buenosaires.gob.ar](http://www.ecobici.buenosaires.gob.ar)

### 2.3.1 De Las Bicicletas Públicas

La implantación de un sistema de bicicletas públicas además presenta beneficios específicos descritos en la Guía Metodológica para la implantación de Sistemas de Bicicletas Públicas en España (2007):

- Permite disponer de una nueva opción de transporte urbano rápido, flexible y práctico.
- Se adecua a las necesidades de muchos usuarios y satisface una amplia tipología de desplazamientos.
- Su coste global es menor comparado con otros medios de transporte público.
- En ciudades con poca cultura de la bicicleta puede convertirse en un catalizador para hacer que el uso de la bicicleta sea aceptado como un medio de transporte habitual.
- Favorece el uso del transporte público en los desplazamientos multimodales interurbanos, al permitir que éstos se realicen de forma óptima gracias a la complementariedad del trayecto en bicicleta.
- La seguridad de circulación se incrementa para todos los ciclistas gracias al aumento del número de usuarios (efecto masa crítica) en la calzada.
- Fortalece la identidad local, ya que los sistemas de bicicletas públicas pueden convertirse en una parte del paisaje urbano muy bien aceptado y ofrecen una imagen y un atractivo particular distintivo de la ciudad.
- Crea oportunidades de empleo. Algunos sistemas han priorizado la responsabilidad social contratando empresas de inserción laboral que se pueden ocupar del mantenimiento.

El uso de la Bicicleta presenta grandes aportes a la colectividad y colabora con el desarrollo sostenible de las ciudades.

## 2.4 OBSTÁCULOS PARA EL USO DE LA BICICLETA

Existen varios obstáculos para la implementación de un SBP. Según la Revisión de los Sistemas de Bicicletas Públicas para América Latina (2012) muestra la necesidad de exponer las dificultades que se pueden presentar y así evitarlos para lograr el éxito del SBP.

### 2.4.1 Obstáculos personales

El uso de la bicicleta como medio de transporte cotidiano presenta barreras en ocasiones razones justificables pero también mitos en torno a su uso. Existen razones objetivas, que están presentes para todos los usuarios y razones subjetivas, que están referidas a la percepción personal e interpretación de las propias necesidades. A continuación en la siguiente tabla se nombran las barreras más resaltantes:

Tabla 1: Barreras: Razones Objetivas y Razones Subjetivas

RAZONES OBJETIVAS	RAZONES SUBJETIVAS
<ul style="list-style-type: none"><li>○ Clima</li><li>○ Topografía</li><li>○ Presencia de infraestructura</li><li>○ Condiciones del tráfico</li><li>○ Acceso a las alternativas de transporte.</li><li>○ Vandalismo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Distancia</li><li>○ Seguridad vial</li><li>○ Conveniencia</li><li>○ Costos</li><li>○ Valoración del tiempo y del ejercicio</li><li>○ Condición física</li></ul>

Fuente: Elaboración Propia

### 2.4.2 Obstáculos del sistema

Los SBP deben estar diseñados dentro del sistema de transporte público de la ciudad y tener una planificación al igual que un medio de transporte. A continuación se mencionarán algunos de los obstáculos que se pueden encontrar a la hora de establecer el SBP. Pardo et al (2010) menciona algunos de los obstáculos inherentes a un SBP, y que tal vez no existen en otros sistemas de transporte público:

- **Infraestructura Disponible:** en muchas ciudades es difícil encontrar condiciones de infraestructura adecuadas para la implementación de un sistema SBP.
- **Financieros:** Los SBP difícilmente llegan a un equilibrio de costos de operación vs ingresos por usuarios suscritos o servicio prestado diario. Se debe considerar mecanismos financieros para atender estos problemas.
- **Capacidad de Pago** (depósito y forma de pago): En las ciudades en desarrollo, es poco común que las personas estén dispuestas a pagar con una tarjeta de crédito un servicio, y más aún si hay que dejar un depósito de “garantía” para pagar la bicicleta en caso de robo.
- **Regulatorios:** En algunas ciudades es obligatorio el uso del casco, lo cual siempre se ha considerado por expertos, como el factor principal para desestimular el uso de la bicicleta y por ende de la bicicleta pública. También existen otros obstáculos de regulación de la ciudad o el país que reducen la probabilidad de éxito de un SBP.
- **Seguridad** (vial y personal-robo): La tasa de accidentalidad y el nivel de agresividad hacia los ciclistas puede ser descrito como uno de los obstáculos que podrían reducir el éxito de un SBP, además de la probabilidad de robo de bicicletas. El primer factor necesita de un amplio trabajo del gobierno de la ciudad, mientras que el segundo necesita la astucia del diseñador de las bicicletas para evitar, por lo menos en parte, los robos de las mismas.

- Políticos/institucionales: debido a los cambios de gobierno, si el SBP no está bien constituido y con suficientes indicadores de gestión, es probable que un cambio de gobierno interfiera con la promoción de la bicicleta, por ello es necesario que el sistema esté respaldado legalmente y cuente con la aceptación de la población.

## 2.5 TIPOS DE SISTEMA

La Guía Metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España (2007) propone que los sistemas de bicicletas públicas pueden dividirse en dos tipos, los sistemas manuales o de atención personal y los automáticos.

### 2.5.1 Sistemas de Atención Personal - Manual

Las estaciones suelen ser equipamientos públicos, oficinas de turismo, hoteles, etc. Las personas de atención al público tienen múltiples ocupaciones y puede haber saturación en hora punta, tanto de atención como de disponibilidad de las bicicletas. La colaboración entre los diferentes agentes se realiza a través de la firma de convenios entre el ente gestor (suele ser el ayuntamiento) y los entes que se suscriben al sistema. El horario de



Imagen 4: Sistema de Bicicleta Pública en Recife, Brasil.  
Fuente: <http://www.serttel.com.br>

apertura del sistema se limita al de cada punto de préstamo, que además puede ser diferente en cada caso. Estos sistemas requieren que los usuarios se identifiquen ante el personal de atención al público cuando deseen disponer de una bicicleta o devolverla. Si el sistema carece de registro, el usuario tiene que dejar una fianza (en metálico o con tarjeta bancaria) o su documento de identidad. Los tiempos máximos de uso suelen ser de entre 3 y 4 horas y suelen estar orientados tanto al uso cotidiano como al turismo y al ocio. En cuanto al coste, pueden ser enteramente gratuitos, parcialmente o funcionar como un alquiler. Eso depende de la financiación de que dispongan, que puede provenir de fuentes públicas, privadas o de ambos, mixta.

Este sistema es ideal para ciudades pequeñas y medianas. Además es óptimo un número de 2 y 12 puntos de préstamo. El tipo de usuario puede ser residente y visitante. El uso va desde cotidiano, turístico hasta ocio. La inversión es muy baja y la gestión precisa de coordinación con los centros colaboradores y el personal del mismo. Como ejemplos en Europa: Suiza (Suisse Roule), Italia (C'entro in Bici – algunas ciudades), España Vitoria (2004), Vic (2005), Cartagena, Santander, Bilbao (2006), Tarrasa (2007).

### 2.5.2 Sistemas Automáticos

Se trata de los sistemas más flexibles en cuanto a operación, localización y aplicación de tarifas. En los sistemas automáticos las estaciones están automatizadas, o bien lo está la bicicleta. De modo que, para operar, se puede hacer mediante una tarjeta o código de usuario o por telefonía móvil. Estos sistemas pueden ser gestionados por administraciones, compañías de publicidad en el mobiliario urbano o por operadores de transporte público. El usuario tiene una tarjeta inteligente y es reconocido por un lector instalado en las torres

de control de las estaciones. La torre centraliza las órdenes de operación del sistema y las transmite a cada punto de anclaje, de manera que libera o bloquea cada una de las bicicletas. El usuario se comunica a través de una pantalla táctil o un sencillo teclado situado en la torre. Dado que no requieren atención personal, estos sistemas pueden funcionar las 24 horas del día.

En cuanto a los sistemas que operan a través del teléfono móvil, la tecnología puede estar en la bicicleta, como Call a Bike, o en el punto-bici. En el caso de estar en la bicicleta, el sistema permite que el vehículo se pueda dejar en cualquier lugar que permita el anclaje del sistema de cierre, lo que supone mucha más libertad al no tener que llevar la bicicleta a un punto-bici localizado. En cuanto a los



Imagen 5: Sistema de Bicicleta Pública en Viena, Austria  
Fuente: <https://www.citybikewien.at/en>

sistemas de desbloqueo de la bicicleta por móvil estando ésta anclada en una estación, el funcionamiento es muy parecido al de una tarjeta inteligente, con la diferencia de que el usuario tiene que enviar un mensaje SMS tanto para desbloquear como para bloquear la bicicleta, y son mensajes de pago.

Los sistemas automáticos son de gestión más simple que los manuales, ya que involucran menos personal y se automatizan las tareas de gestión. Por el lado de gestión y coordinación se ahorran recursos, pero los sistemas automáticos requieren una mayor inversión en infraestructuras y bicicletas por su elevado nivel tecnológico. Las aplicaciones informáticas y de telecomunicaciones permiten además la obtención de datos detallados del uso del sistema, tanto a tiempo real como acumulados. Esto permite aplicar tarifas diferenciadas tanto desde la contratación inicial por parte del usuario (diferentes tipos de abonos) como en el cobro final de los servicios (si utilizan más la bici se les puede aplicar una tarifa más económica, etc.).

Este sistema es apropiado en ciudades grandes o medianas con una demanda elevada. El tipo de usuario es principalmente los residentes y con uso cotidiano, adaptable para ocio o turismo. La inversión es alta ya que implica un coste tecnológico pero la gestión es más sencilla por la existencia del control automático. Ejemplos de sistemas automáticos con tarjeta inteligente: JCDecaux: Lyon (Francia), Bruselas (Bélgica), Viena (Austria)

## 2.6 FACTORES INFLUYENTES EN SBP

En el libro de texto Optimización de Sistemas de Bicicleta Pública en ciudades Europeas (2011) revela tres categorías de factores influyentes en los SBP que pueden dividirse en factores endógenos y exógenos:

- Los factores endógenos: son factores de diseño de sensibilidad política que pueden ser adaptados dependiendo del contexto exógeno dado. Se dividen en factores de diseño institucional y factores de diseño físico.
- Los factores exógenos: son factores específicos de la ciudad y no se pueden cambiar fácilmente.

### 2.6.1 Los Factores Endógenos (Sensibilidad Política)

Los SBP son diferentes, presenta distintas características que pueden ser adaptadas según el contexto endógeno dado. Se pueden agrupar en las siguientes categorías: Hardware, tecnología y diseño del servicio; y operadores, contratos y financiación.

#### 2.6.1.1 Diseño Físico

##### a. Hardware y Tecnología

Tecnologías de Acceso: Las tecnologías de acceso de los SBP son diversas y dependen del tamaño del sistema, la financiación disponible y la tecnología utilizada.

- Tarjetas: Las tarjetas son el medio más común de acceso. El alquiler se puede realizar en el terminal o en la propia bicicleta, si esta cuenta con lector de tarjetas. Se puede emplear diferentes tipos de tarjetas, como tarjetas magnéticas, tarjetas con chip, tarjetas de crédito o tarjetas RFID (identificación por radio-frecuencia). Las etiquetas RFID pueden pegarse en carnets de identidad, teléfonos.
- Código de alquiler: el usuario llama a un número o envía un sms con los datos necesarios a un servicio central y obtiene un código de acceso o cualquier otra información de acceso a su terminal. El código de acceso se introduce en un dispositivo electrónico o mecánico situado en el candado eso en la plaza de estacionamiento.
- Llave: algunos sistemas funcionan con llaves (Italia). Los usuarios reciben la llave para una bici de un dispositivo o kiosco donde tienen que identificarse antes del alquiler.

Bicicletas: Las bicicletas en los SBP son diferentes en diseño y calidad. Aun así cuentan con las siguientes características:

- Piezas robustas: para minimizar los daños por vandalismo y facilitar el mantenimiento. Algunos ejemplos son: cambios integrados, frenos de tambor y guardabarros de plástico.
- Diseño único: para evitar robos y hacer que las bicicletas sean más visibles en los espacios públicos. Las bicicletas pertenecientes al mismo sistema normalmente son del mismo color y tienen el mismo cuadro y son reconocidos cuando son robadas o repintadas.
- Un tamaño para todos: los SBP ofrecen un solo tamaño de bicicleta. Sillines ajustables las hacen adecuadas para la mayoría de usuarios.
- Espacio publicitario: los operadores que financian el sistema con publicidad en las bicicletas. El cuadro y las piezas proporcionan espacios visibles para los anuncios.

Estaciones: Las estaciones son una característica de los SBP. Se diferencian en la tecnología empleada.

- Estaciones de baja tecnología: la bicicleta es asegurada en un punto de anclaje mecánicamente, por medio de un candado en el anclaje o bien un candado en la misma bici.
- Estaciones de alta tecnología con plazas de estacionamiento: es el tipo más común de estación de bicicletas públicas incluye plazas de estacionamiento y un terminal de alquiler. El proceso de alquiler tiene lugar en la unidad de alquiler. Las estaciones SBP también ofrecen espacio para publicidad esta y medidas de información.

#### 2.6.1.2 Diseño del Servicio

- Tamaño y densidad del sistema:** El tamaño y densidad del sistema está determinado por el tamaño de la ciudad o región en sí misma, el grupo de beneficiarios, la fuerza financiera y los objetivos del SBP. La mayoría de sistemas urbanos solo cubren áreas centrales, densas de la ciudad pero proporcionan una estación cada 300 metros aproximadamente, dando al usuario suficientes oportunidades para desplazarse en el sistema. Los sistemas regionales son menos densos pero suelen estar diseñados para periodos de alquiler más largos.
- Disponibilidad del servicio:** El horario y las temporadas son diferentes entre ciudades. La gran mayoría ofrece un servicio 24 horas los 7 días de la semana. Sin embargo algunos cierran por la noche. Así también la disponibilidad estacional es diversa. Esto depende de las características relativas al clima y/o la demanda.
- Registro:** En los SBP es obligatorio registrarse para evitar la pérdida de bicicletas por usuarios anónimos y asegurar la facturación y los pagos. Los costes de registro pueden variar de 0 euros hasta algunas decenas de euros. Los periodos más comunes de registro son: Registro puntual, registro diario, registro semanal, registro mensual y registro anual.
- Tarifas:** Las tarifas están diseñadas para promover los objetivos de SBP. La mayoría de los sistemas fomentan el uso diario a corto plazo. Así los primeros 30 minutos de cada paseo son gratis en la mayoría de los sistemas. El precio de alquiler aumenta exponencialmente tras el periodo gratuito y alcanza un elevado máximo diario o incluso una multa.
- Información:** Los canales de información están disponibles para comunicar los asuntos relacionados con los SBP desde la sensibilización hasta el registro o el alquiler. Aparte de los canales tradicionales, algunos operadores han empezado a utilizar aplicaciones para teléfono móvil.
- Integración al transporte público:** La información de los SBP se combina con la información del TP. El emplazamiento de las estaciones se puede encontrar en los mapas de bicicletas públicas.
- Grupos beneficiarios y propósito de viaje:** La mayoría de SBP tiene más de un grupo de beneficiarios Mientras que los sistemas urbanos se centran principalmente en el usuario diario que monta para ir a trabajar o para actividades lúdicas, los sistemas regionales normalmente se centran en el mercado turístico.

### 2.6.1.3 Diseño Institucional

- a. **Operadores:** Los operadores de SBP se pueden dividir en 5 categorías principales:
- Empresas de publicidad, proveedores de mobiliario urbano u otros servicios públicos
  - Empresas públicas o privadas de transporte
  - Negocio de bicicleta pública
  - Operadores municipales
  - Asociaciones cooperativas

Los dos primeros son propios de sistema a gran escala, mientras que los dos últimos están presentes en sistemas a pequeña escala.

- b. **Contratos:** Normalmente se acuerda un contrato entre el ayuntamiento y los operados del SBP. Los contratos difieren en los términos referentes a infraestructura y la parte de la cadena de valor para cada parte de contratante

- c. **Costes y financiación:** Los costes y financiación son muy importantes en las BP. Se deben diferenciar dos puntos de vista: el coste de la inversión y gestión de un SBP y el coste en relación con el establecimiento de un contrato con el operador. La estructura de los costes en los SBP varía dependiendo del tamaño del sistema y el número de alquileres. Puesto que los costes de inversión y personal son fijos, los costes de medios por alquiler disminuyen a medida que el número de alquileres aumenta. Cuanto mayor es el número de alquileres por bici, mayor es el mantenimiento, el servicio al cliente y el proceso de redistribución. Por lo tanto los costes por bicicleta aumentan.

Las principales fuentes de financiación desde el punto de vista operativo son las tarifas de registro y de alquiler pagadas por el cliente. Por ello son necesarias las subvenciones para la mayoría de SBP. Según sea el tipo de contrato con los operadores, el sistema es cofinanciado por subvenciones directas, por contratos de publicidad, por patrocinios.

### 2.6.2 Los Factores Exógenos

La configuración y resultados de un SBP están determinados por los siguientes factores exógenos:

- Tamaño de la ciudad
- Clima
- Hábitos de Movilidad
- Densidad de Población
- Factores Demográficos
- Factores Económicos
- Factores geográfico y topológicos
- Infraestructura existente
- Situación Financiera
- Situación Política

## 2.7 EXPERIENCIAS CONFIABLES



### 2.7.1 Dinamarca, Copenhague, Bycyklen

Copenhague es la capital y la ciudad más poblada de Dinamarca, con una población urbana de 1 230 728 habitantes y una población metropolitana de 1 967 727 habitantes, (2013). La ciudad se extiende por partes de la Isla de Amager y también contiene el enclave del municipio de Frederiksberg.

Dinamarca es un país con tradición en el uso de la bicicleta como medio habitual de transporte, y tiene uno de los SBP más longevos. Se inició en 1995 en Copenhague, un año antes de ser elegida capital europea de la cultura, con el nombre Bycyklen.

Es un sistema de segunda generación. Las bicicletas llevan incorporado un sistema de cierre que requiere el depósito de una moneda (2 euros o 20 coronas) que se devuelve al dejar la bicicleta en uno de los puntos de aparcamiento del sistema. No existe restricción de tiempo. El área de cobertura del sistema es limitada y está penalizado sacar las bicicletas fuera. Su disponibilidad es de abril a diciembre. El sistema fue financiado en parte por publicidad, en las ruedas de cada bicicleta y en el cuadro. La infraestructura es de 2.000 bicicletas, 110 puntos de aparcamiento, 4 talleres móviles que inspeccionan los puntos de aparcamiento, 1 taller fijo permanente de reparación y 2 camionetas que recogen las bicicletas averiadas. El ayuntamiento, en un inicio empleaba presos para reparar las bicicletas y conseguir reducir gastos.



Imagen 6: Estación SBP Bycyklen  
Fuente: en.wikipedia.org

En el año 2012 Copenhague inauguró las primeras 20 estaciones de GoBike, el sistema público de bicicletas eléctricas inteligentes (tabletas integradas). El objetivo era ofrecer el mejor sistema existente. El usuario puede elegir si desea utilizar la bicicleta en la función manual o eléctrica, comprobar los tiempos de los trenes y el metro y calcular las rutas más rápidas entre los destinos. Para los ciclistas turistas hay indicios de puntos de interés, restaurantes y servicios.



Imagen 7: Estación SBP Gobike  
Fuente: www.gobike.com

El programa es financiado por la empresa que controla los trenes en el país, los ferrocarriles del estado Danske (OSD), y la prefectura de Copenhague y Frederiksberg.

Las bicicletas son de aluminio. El asiento está equipado con un sistema de presión de gas, y desde el asiento está adaptado para ajustar automáticamente el manillar para asegurar la ergonomía. Los neumáticos son a prueba de roturas y duran hasta 15.000 km. El alquiler de bicicletas tiene un valor de 5 euros por hora.

## 2.7.2 Francia, Lyon, Vélo'v



Lyon es una ciudad del sureste de Francia, la tercera ciudad más poblada del país (tras París y Marsella) con 500 715 habitantes, y la segunda área urbana del país con 2 118 132 habitantes. Situada al norte del corredor natural del valle del Ródano y entre el Macizo Central al oeste y los Alpes al este.

En 1995 el uso de la bicicleta en la ciudad era de 0.73% de todos los desplazamientos. Varios colectivos de ciudadanos en el año 2000 organizaron diversas manifestaciones pidiendo un mayor protagonismo de la bicicleta como medio de transporte. En 2003 el Grand Lyon crea y desarrolla el “Plan de iniciativas de modo suave”, para ofrecer una alternativa de transporte verde como bicicletas. Por esta razón empiezan los contactos entre el Organismo público Grand Lyon y la empresa Cyclocity-JCDecaux, con la finalidad de implantar un sistema de bicicletas públicas innovador.

En el año 2005 se decide implantar el sistema de bicicletas públicas Vélo'v en Lyon, como una experiencia piloto. Este se define como Sistema automático de préstamo de bicicletas públicas que funciona a través de tarjeta inteligente, a cargo de la empresa de publicidad JCDecaux, con una flota de 2.000 bicicletas. Un año después debido al éxito se aumenta la flota con 1.000 bicicletas más. En 2007 se extiende la flota, llegando al número de 4.000 bicicletas, repartidas en 340 estaciones por todos los barrios de la ciudad. El modelo de bicicleta se muestra en la siguiente imagen:

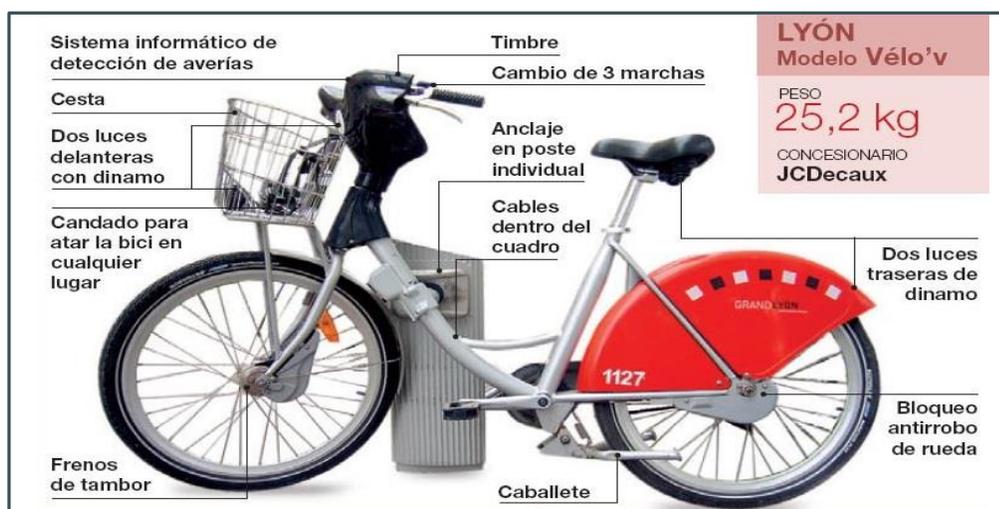


Imagen 8: Modelo Bicicleta Vélo'v  
Fuente: [www.plataformasevici.blogspot.com.es](http://www.plataformasevici.blogspot.com.es)

El SBP cuenta con un sistema informático en los puntos de anclaje que nos indica los recorridos efectuados por las bicicletas públicas; así puede hacerse un seguimiento y control de todos los movimientos registrados a lo largo del día. La ciudad cuenta actualmente con unos 400 km construidos, siendo de diferentes tipologías. Además, se realizó la reestructuración de la velocidad en las calles de Lyon, donde peatones y bicicletas adoptan un protagonismo mientras que los coches ven reducidas sus velocidades y preferencias.

Para poder acceder del servicio, existen tarjetas validas por 7 días, tarjetas de larga duración y una tarjeta integrada al transporte público con distintas tarifas. La primera media hora es de uso gratuito y cada hora adicional tiene coste aproximadamente de un euro. La financiación es pública, aunque los agentes implicados en la gestión son el Grand

Lyon (público) y JCDecaux (privado). La gran inversión realizada por el organismo público se ha visto recompensada por una aún mayor respuesta de la ciudadanía. Lo más significativo tras el éxito de la propuesta son: el descubrimiento del transporte público individual y que el ciclista ha llegado a ser visible en el espacio público

Por cada 1.000 bicicletas aportadas a la ciudad por Vélo'v, los ciudadanos introducen 2.000 nuevas bicicletas privadas a las calles .Es decir, el SBP incita al uso de la bicicleta en la ciudad. Actualmente Vélo'v, constituye el 25% del tráfico de bicicletas del área metropolitana de Lyon, aunque "sólo" esa fracción modal del 3%. Pero sólo un 10% afirma haber dejado el coche por la bicicleta, el resto de usuarios del sistema Vélo'v son peatones, usuarios de bicicleta privada o abonados al transporte público.



Imagen 9: Estación Automática de SBP Vélo'v  
Fuente: [www.metronews.fr/lyon](http://www.metronews.fr/lyon)

Pero también existen deficiencias en su funcionamiento y recursos. Los conflictos entre peatones y ciclistas y el punto más difícil de su explotación son el mantenimiento y el vandalismo, que hacen que los sistemas tengan un alto coste. En 2006 desaparecieron o destruyeron 450 bicicletas. Las bicicletas que están en circulación recorren una media de treinta kilómetros al día y están sometidas a un uso muy intenso. En consecuencia cada día pasan por los talleres de reparación un 12% de las bicicletas disponibles en el sistema.

El siguiente mapa muestra las estaciones existentes, el servicio cubre una gran superficie de la ciudad:



Imagen 10: Mapa Estaciones SBP Vélo'v  
Fuente: [www.velov.grandlyon.com](http://www.velov.grandlyon.com)

### 2.7.3 Argentina, Rosario, Mi bici Tu bici:



Rosario es una ciudad ubicada en el sur-este de la provincia de Santa Fe, República Argentina. Es la tercera ciudad más poblada del país. Está situada sobre la margen occidental del río Paraná, en la Hidrovía Paraná-Paraguay. Sobre dicho río está enclavado un puerto de 140 hectáreas que maneja tanto cargas generales como a granel. Junto a varias localidades de la zona conforma el área metropolitana del Gran Rosario que es el tercer conglomerado urbano del país. En 2010 se proyectó una población para el municipio de Rosario de 948 312 habitantes.

Mi bici tu bici es el primer sistema automatizado de alquiler de bicicletas públicas de la ciudad de Rosario, que permite a los usuarios realizar recorridos variables a través de un nuevo sistema de transporte público. El sistema empezó su funcionamiento en marzo del 2015.

El modelo de bicicleta del sistema es de color naranja y presenta las siguientes características:



Imagen 11: Modelo de bicicleta SBP Mibici Tu bici  
Fuente: [www.mibicitubici.gob.ar](http://www.mibicitubici.gob.ar)

El uso del servicio requiere una inscripción previa para obtener el alta en el sistema. El modo de acceso y pago del sistema es a través de la Tarjeta Sin Contacto MOVI. Mi bici tu bici es monitoreado y gestionado a través de un sistema central de operación del servicio ubicado en el Centro de Monitoreo de la Movilidad. Además, todas las estaciones son alimentadas por energía solar. Al tratarse de un sistema automatizado, el mismo cuenta con un mayor seguimiento que el manual, ya que cuenta con un software que genera en forma automática alertas, al tiempo que posibilita la gestión de incidencias y de mantenimiento, permitiendo relevar el estado de las bicicletas durante las 24 horas. Gracias a esta tecnología, los usuarios tienen la posibilidad de consultar información en tiempo real referida a la cantidad de bicicletas en las estaciones, así como demás información de utilidad para la circulación segura en la ciudad, a partir de la aplicación gratuita para celulares Mi bici tu bici.

El sistema cuenta en esta primera etapa con un total de 18 estaciones ubicadas en el área central de la ciudad de Rosario, en los puntos de gran movimiento como universidades, plazas, centros comerciales y de salud. Las estaciones son puestos fijos automatizados con un módulo madre y 20 puntos de anclaje para bicicletas pertenecientes al Sistema. Se dispone una relación de ocupación de las estaciones tendiente a una bicicleta cada 2 anclajes, a fin de contar con la capacidad suficiente para que los usuarios puedan encontrar bicicletas disponibles y anclajes libres para poder devolverlas. El sistema es monitoreado permanentemente por el Centro de Monitoreo de la Movilidad. Dicho centro reúne la información referida al funcionamiento de los diversos modos de desplazamiento en la ciudad, generando una mejor coordinación de la información para una planificación operativa de forma integral.



Imagen 12: Estación Automática Mi bici Tu bici  
Fuente: [www.mibicitubici.gob.ar](http://www.mibicitubici.gob.ar)

El sistema abarca 18 estaciones distribuidas en el área central y su entorno, en lugares de intenso uso público y en sedes universitarias cercanas. Cuenta con 200 bicicletas en servicio más un stock de bicicletas para reposición durante tareas de mantenimiento sumando en total 480 bicicletas. Un total de 480 bicicletas integran el sistema bicicletas públicas Mi bici tu bici.



Imagen 13: Mapa de rutas y estaciones SBP Mi bici Tu bici  
Fuente: [www.mibicitubici.gob.ar](http://www.mibicitubici.gob.ar)

## 2.7.4 Colombia, Medellín, Encicla



Medellín es un municipio colombiano, capital del departamento de Antioquía. Se asienta en la parte más ancha de la región natural conocida como Valle de Aburrá, en la cordillera central de los Andes. Se extiende a ambas orillas del río Medellín que la atraviesa de sur a norte, y es el núcleo principal del área metropolitana del Valle de Aburrá. La ciudad tiene una población de 2 464 322 habitantes (2015).

El SBP Encicla es la propuesta de movilidad sostenible para Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Se hace realidad gracias al convenio de asociación firmado entre el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Universidad EAFIT. Encicla se presenta como una alternativa integrada y complementaria al sistema de transporte público y masivo de la ciudad.

El sistema Encicla inicio en 2011, con el fin de evaluar la viabilidad del proyecto, los gastos de mantenimiento, repuestos y operaciones, pero sobre todo, para conocer si los ciudadanos eran lo suficientemente responsables a la hora de utilizar las bicicletas.

El modelo de bicicleta de este sistema es de color cian y tienen las siguientes características:



Imagen 14: Modelo de Bicicleta SBP Encicla  
Fuente: [www.encicla.gov.co](http://www.encicla.gov.co)

Se realizó una prueba piloto con una inversión de 530 mil euros para la implementación del sistema que incluye 6 estaciones y 145 bicicletas, 105 urbanas y 40 rurales. Se estimó que Encicla en la zona urbana solo prestaría servicio a estudiantes de las Universidades Pontificia Bolivariana - U.P.B. y de la Universidad Nacional de Colombia. El sistema funciona de lunes a viernes de 05:30 am a 07:30 pm, la hora de inicio de operación se debe a que la jornada académica universitaria diaria en la ciudad de Medellín inicia a las 6 am.



Imagen 15: Estación Manual SBP Encicla  
Fuente: [www.encicla.gov.co](http://www.encicla.gov.co)

Este horario requiere tener dos turnos de servicio de anfitriones de estación, para eso el sistema tiene contratadas a 35 personas, dentro de anfitriones, monitores y mecánicos, además del equipo administrativo.

El sistema Encicla es de tercera generación, la prestación del servicio es manual pero cuenta con elementos electrónicos para seguimiento de los registros (vía celular) y de la ubicación de las bicicletas (sistema GPS).

La segunda etapa consiste en una adecuación de infraestructura que permite la creación de nuevos carriles bici, andenes compartidos e implementación de señalización vertical y horizontal que permitan el tránsito seguro de ciclistas y peatones. Se caracteriza por ser un servicio gratuito a la comunidad, solo basta con registrarse en su página web, con el documento de identidad y otros datos básicos, se podrá obtener el carnet o identificación



Imagen 16: Estación Automática SBP Encicla  
Fuente: [www.encicla.gov.co](http://www.encicla.gov.co)

que te habilita para usar el servicio. Este programa cuenta con 18 estaciones manuales, se además cuenta con un total de 420 bicicletas. El plan de ordenamiento territorial (POT) contempla la construcción de hasta 400 kilómetros de ciclo rutas por todo el Valle de Aburrá, que ayudaría a una conectividad más eficaz por todo el valle.

En el 2016 EnCicla se encuentra en la tercera etapa del Proyecto de Bicicletas Públicas del Valle de Aburrá. En este nuevo convenio se abrirán 32 nuevas estaciones en la zona urbana, que se suman a las 13 estaciones ya existentes, la cuales responden a la apertura de tres nuevos tramos del Sistema. En la siguiente imagen se muestran las estaciones en funcionamiento, donde se observa la presencia de estaciones manuales y estaciones automáticas, las ciclorutas y la conexión con el transporte público.

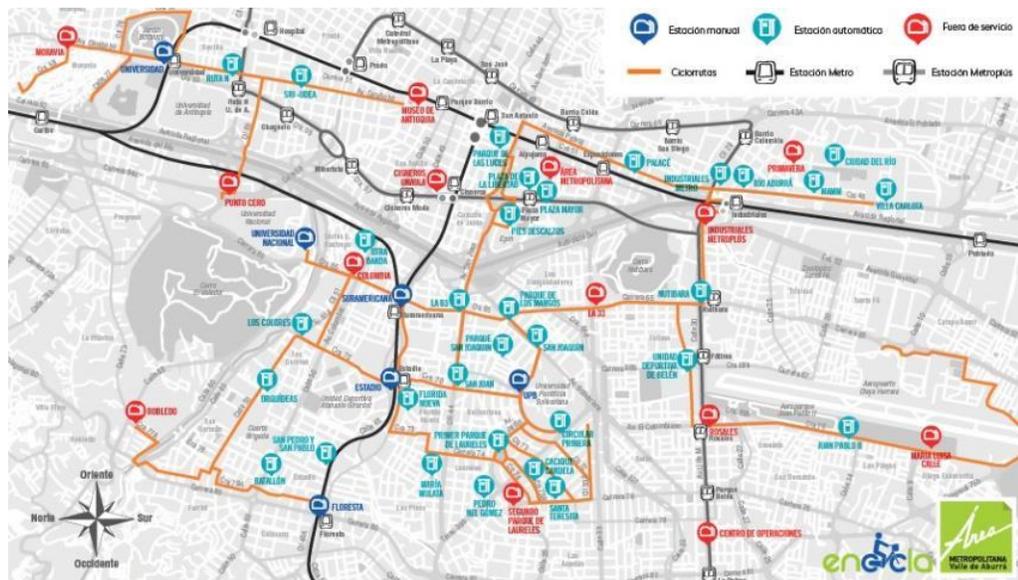


Imagen 17: Mapa de Rutas y Estaciones SBP Encicla  
Fuente: [www.encicla.gov.co](http://www.encicla.gov.co)

## 2.7.5 México, Guadalajara, Mibici



Guadalajara es una ciudad y municipio mexicano, capital y urbe más poblada del estado de Jalisco. Se localiza en el occidente de México, al centro de Jalisco, en la zona geográfica conocida como Valle de Atemajac. Es la segunda megapólis más poblada del México con 1.495.182 habitantes y forma parte de la denominada zona metropolitana de Guadalajara, junto con otros 8 municipios, considerada la segunda área urbana más grande en México.

Mibici es un nuevo Sistema de Transporte Público en bicicleta. Enmarcado en la Política de Bienestar para el Estado de Jalisco, cuyo objetivo específico es optimizar costos, tiempos de traslado, seguridad y comodidad al usuario. Mibici representa un esfuerzo por construir alternativas de movilidad no motorizada que a su vez complemente a los diferentes Sistemas de Transporte existentes en el Área Metropolitana de Guadalajara. El Plan Estatal de Desarrollo 2013-2033, en su dimensión de Entorno y Vida Sustentable, de su tema Movilidad Sustentable, establece como estrategia implementar y apoyar programas de bicicletas públicas.

Mibici fue diseñado tomando en cuenta cuatro importantes aspectos:

- Identificando barrios y/o colonias propicias para el Sistema
- Delimitando los polígonos de acción más apropiados
- Estudiando variables de demanda para el diseño de la red de estaciones
- Socializando la ubicación de las estaciones

Las bicicletas que te ofrece este servicio cuentan con las siguientes características:

- ✓ El asiento es ajustable a escala numérica y con sistema antirrobo.
- ✓ Una palanca de 3 velocidades.
- ✓ Frenos de tambor integrados en la masa.
- ✓ Parrilla frontal de carga con elástico.
- ✓ Anclaje, mecanismo de enganche.
- ✓ Cuadro de aluminio, ligero y durable.
- ✓ Cadena integrada y protegida dentro del cuadro.
- ✓ Luces leds delanteros y traseros funcionales en movimiento.
- ✓ Neumáticos están inflados con nitrógeno, durables y resistentes.



Imagen 18: Modelo de Bicicleta SBP Mibici  
Fuente: [www.mibici.net](http://www.mibici.net)

La primera fase de Mibici inició operaciones con 86 estaciones y con 860 bicicletas en 2014. Los pases anuales tienen un valor de 365 pesos mexicanos (18 euros) y también existe la posibilidad de pases temporales por uno, tres o cinco días (para turistas o quienes quieran probarlo). Los usuarios pueden ser adultos o menores de edad con el aval de sus padres. Se debe contar con tarjeta de crédito o débito. Inicialmente el horario de funcionamiento es de 6:00 a 24:00 horas.



Imagen 19: Estación Automática SBP Mibici  
Fuente: www.mibici.net

El área de monitoreo y balanceo está conformada por un equipo de profesionales comprometidos con fomentar el uso de la bicicleta y con ello ver una mejora en nuestra manera de transportarnos que impacte positivamente en la calidad de vida de nuestra ciudad. El trabajo de planeación y coordinación es muy importante para el equipo responsable de mantener el correcto balance de la red de 116 estaciones con el número preciso de bicicletas y de espacios disponibles, para que así los usuarios tengan in servicio apropiado. Cada tarea asignada a los vehículos en calle es previamente analizada por un equipo de monitoreo que mediante la lectura del flujo de viajes en las estaciones interpreta la prioridad de cada una y designa la ruta que los chóferes, o balanceadores, habrán de seguir.

En la siguiente imagen se observa las estaciones disponibles en la ciudad específicamente en el área de central de Guadalajara.

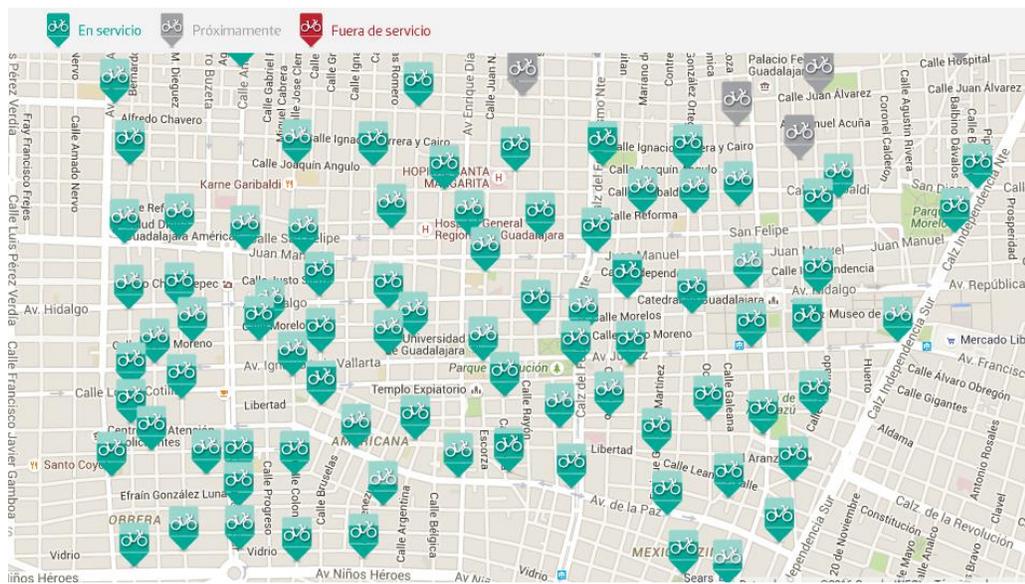


Imagen 20: Mapa de Estaciones Mibici  
Fuente: www.mibici.net



## 3 INFRAESTRUCTURA CICLO-INCLUYENTE

### 3.1 VISIÓN CICLO-INCLUSIVA

La ciclo-inclusión es un enfoque amplio que fomenta el uso de la bicicleta, así también identifica y potencia los beneficios que su uso genera como la salud, el medio ambiente, la movilidad y el acceso a la ciudad. La visión ciclo-inclusiva busca integrar la bicicleta como un componente más del transporte y la planificación urbana.

Existen cuatro ámbitos de acción de una política ciclo-inclusiva que deben trabajar de manera integrada para lograr el éxito esperado:

- **Infraestructura:** las características físicas y el diseño vial pensadas para entregar seguridad, comodidad y conveniencia al uso de la bicicleta. Incluye señalización y mobiliario urbano.
- **Normativo:** las leyes, decreto y normativa general que regulen el uso de la bicicleta como medio de transporte urbano.
- **Operacional:** aspectos relacionados con el uso de la bicicleta y los servicios que hacen posible su uso público. Contiene también las actividades de seguimiento y monitoreo para la obtención de antecedentes cualitativos y cuantitativos que permitan identificar los impactos positivos y las posibilidades de mejora.
- **Social:** la participación ciudadana y el intercambio de información entre actores clave. Incluye los aspectos de comportamiento e interacción humana en el espacio público, promoción, capacitación y educación.



Imagen 21: Ámbitos de Acción de una Política Ciclo-inclusiva

Fuente: Vialidad ciclo-inclusiva, Recomendaciones de Diseño, 2015

La infraestructura es uno de los cuatro componentes necesarios para llevar adelante una política ciclo-inclusiva, los que requieren estar coordinados y ser trabajados como un sistema. Las mejoras al diseño de la infraestructura requieren respaldo normativo, responder y apoyar los acuerdos y decisiones operacionales orientadas al acceso y movilidad urbana de las personas, sin comprometer su seguridad ni la habitabilidad de las ciudades.

### 3.2 PRINCIPIOS DE DISEÑO

Proveer de infraestructura adecuada para la circulación de bicicletas debe siempre considerar quién va a usarla. Se debe pensar en la persona que pedalea como el centro de toda decisión en la planificación, diseño y construcción.

Andar en bicicleta es moverse usando la energía del propio cuerpo humano, es primordial cuidar esa energía y hacer un uso eficiente de ella. La bicicleta es un vehículo sensible a las irregularidades del pavimento, cuyas irregularidades son percibidas por el conductor y su carga. También, es importante mantener la ruta libre de obstáculos y elementos que provoquen incomodidad al usuario. El usuario de la bicicleta va expuesto al medio ambiente, lo que trae múltiples beneficios. Quien pedalea habita la ciudad mientras se desplaza, siente la brisa del viento, los aromas de jardines y el sonido alrededor. Es por eso que mantener un medio ambiente libre de contaminación impacta positivamente en la experiencia de quien pedalea. Los ciudadanos ciclistas necesitan acceder a toda la ciudad, moverse de A a B en el menor tiempo posible con seguridad y comodidad es un derecho de todos.

En el Manual Vialidad Ciclo-Inclusiva, Recomendaciones de Diseño (2015) presenta 6 principios de diseño para una ruta ciclo-inclusiva pensadas para dar respuesta a las necesidades de los usuarios de la bicicleta:

- **Conexa:** una ruta debe permitir la vinculación entre otras rutas del sistema vial o unir orígenes y destinos potenciales. Rutas aisladas o sin salida no serán usadas.
- **Coherencia:** los elementos más relevantes para que una ruta sea coherente son aquellos que definen el camino con claridad y que dan libertad para elegir entre varias rutas.
- **Directa:** la infraestructura ciclo-inclusiva debe propiciar rutas lo más directas posibles y con pocas detenciones. Los factores que influyen en el tiempo de viaje son importantes.
- **Segura:** evitar los encuentros con tránsito motorizados de alta velocidad. Una opción es disminuir la velocidad de los vehículos con motor o crear una separación física entre estos y las bicicletas. Poner especial atención en las intersecciones.
- **Cómoda:** el viaje debe ser una experiencia placentera y cómoda. Los elementos que ayudan a la comodidad son la provisión de pavimentos adecuados, geometría correcta, y la minimización de detenciones y posibles conflictos con otros usuarios.
- **Atractiva:** es un aspecto cualitativo, una ruta atractiva debe tener un ambiente seguro y amable, desde los aspectos de paisaje a la oferta de puntos de acceso y actividades posibles de desarrollar. .

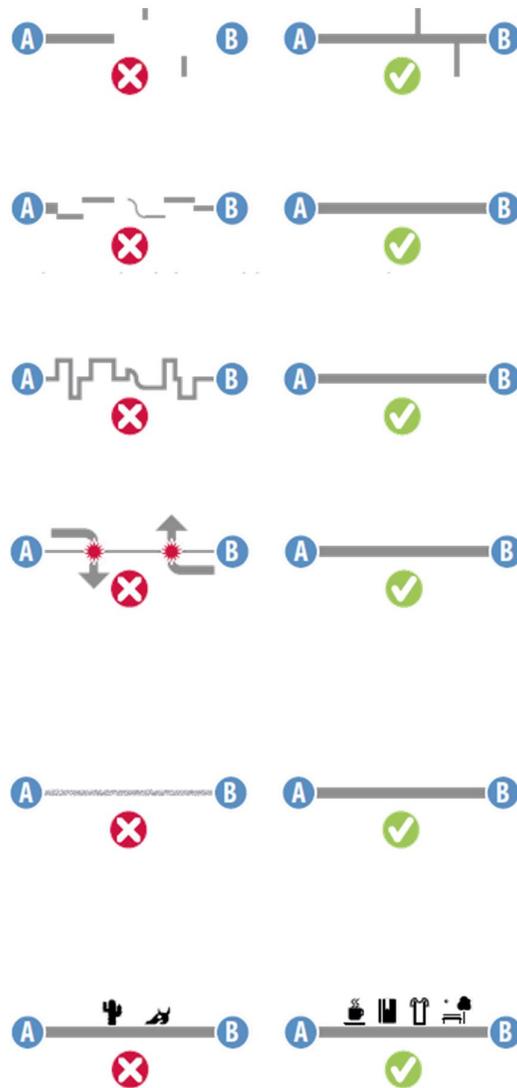


Imagen 22: Principios de Diseño Ruta Ciclo-inclusiva  
Fuente: Vialidad ciclo-inclusiva, Recomendaciones de Diseño. 2015

### 3.3 CATEGORIAS DE INFRAESTRUCTURA

La infraestructura vial debe disponer de un espacio continuo, protegido del tránsito motorizado, separado de los peatones y libre de posibles obstáculos. Existen tres tipos de infraestructura: verde o independiente, compartida y segregada.

#### 3.3.1 Verde o Independiente:

Vía cuyo trazado sirve exclusivamente a las necesidades de usuarios de la bicicleta o camina. No contempla la circulación de vehículos motorizados. Son vías que siguen corredores verdes, parques lineales, riberas de ríos, que brindan conexión interurbana. Sus bordes tienen nulo o bajo nivel de actividad, a diferencia del centro de la ciudad. Presentan reducida cantidad de cruces en su trazado.



Imagen 23: Infraestructura Verde  
Fuente: Guía para impulsar el uso de la bicicleta, ciclo-inclusión en América Latina y el Caribe, 2015.

#### 3.3.2 Segregada:

Parte de la calzada destinada al uso exclusivo de bicicletas, separadas del flujo motorizado. Para velocidades entre 31 y 50 km/hr, se puede segregar únicamente con pintura. Velocidades superiores a los 50 km/hr, demandan utilizar segregadores físicos, independiente del nivel de flujo motorizado. En ambos casos la separación será de 50 cm mínimo.



Imagen 24: Infraestructura Segregada  
Fuente: Guía para impulsar el uso de la bicicleta, ciclo-inclusión en América Latina y el Caribe, 2015

#### 3.3.3 Compartida:

Son carriles de tránsito donde el espacio de circulación vehicular es de uso común para todos los modos de transporte. Deben aplicarse medidas de gestión e infraestructura para que la velocidad máxima no sea mayor de 30 km/h y un volumen de circulación de automóviles relativamente bajo (menor o igual a 2.000 vehículos/día) (CROW & Groot, 2007).



Imagen 25: Infraestructura Compartida  
Fuente: Guía para impulsar el uso de la bicicleta, ciclo-inclusión en América Latina y el Caribe, 2015

La infraestructura ciclo-inclusiva tiene el beneficio general de incentivar el uso de la bicicleta y reducir sustancialmente el riesgo de accidentes entre automóviles y usuarios de transporte no motorizado. Las ciudades no tendrían la necesidad de construir infraestructura segregada en gran parte de sus vías si todas fueran espacios seguros para la circulación de bicicletas.

### 3.4 JERARQUIA DE SOLUCIONES

Se llama jerarquía de soluciones al proceso de una política pública para el fomento de la bicicleta, en donde se debe priorizar las intervenciones para generar una infraestructura ciclo-inclusiva en el espacio vial, antes de construir infraestructura ciclista segregada. Para llevar a cabo esta jerarquía se deben seguir técnicas de ingeniería vial como: reducir el volumen de los vehículos motorizados, disminuir la velocidad vehicular, adecuar las intersecciones problemáticas, redistribuir el espacio de la vía para proporcionar más espacio a los modos no motorizados y, por último, implementar infraestructura ciclista segregada.

#### 3.4.1 Reducción de volúmenes vehiculares

La reducción del volumen vehicular involucra el uso de distintas medidas para potenciar el número de viajes a pie, en bicicleta y en transporte público:

Existen cuatro sistemas utilizados para moderar el tránsito a partir de las restricciones en los sentidos: control de borde, control interno, control por sentido de circulación y control mixto (Sanz, 1998). En la siguiente imagen se muestran esquemas de ordenación para la moderación de tránsito en áreas delimitadas:

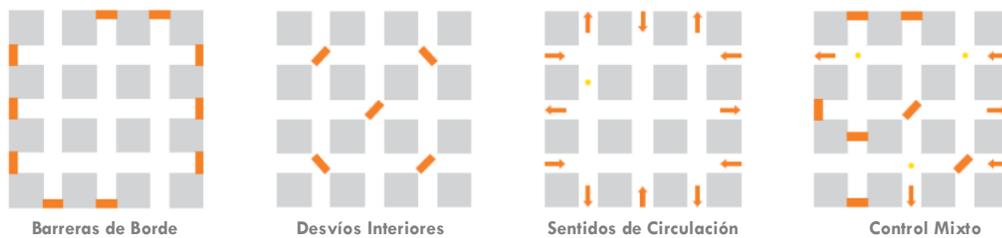
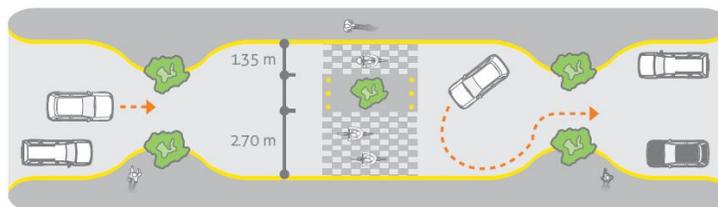


Imagen 26: Reducción de Volúmenes Vehiculares

Fuente: *Ciclo ciudades, Manual Integral para Movilidad Ciclista para Ciudades Mexicanas*

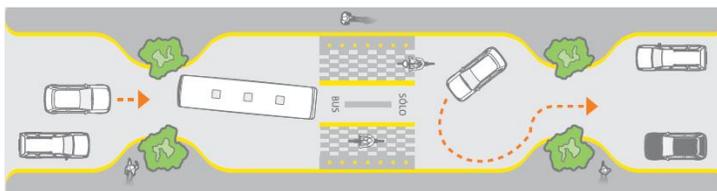
**Cierre total de la vialidad:** El control se realiza a través de barreras físicas que bloquean la circulación de los coches, obligándolos a girar 180°. El cierre de la vialidad o de la intersección debe permitir la libre circulación de los peatones y ciclistas. También se pueden colocar las barreras sólo en sitios y días determinados, por ejemplo en fines de semana en algunas zonas residenciales o cuando hay eventos en el centro de la ciudad.



En la siguiente imagen se ve como los coches no pueden seguir de frente en un espacio de 1.35 m pero las bicicletas si pueden desplazarse.

Imagen 27: Barrera para un solo sentido de circulación  
Fuente: *Ciclo ciudades, Manual Integral para Movilidad Ciclista para Ciudades Mexicanas*

**Cierre parcial de la vialidad:** se coloca un elemento de bloqueo en uno o en ambos sentidos de circulación. Se puede efectuar a través de un desvío interior. Dado que este diseño permite a los conductores de vehículos motorizados violar la restricción con cierta facilidad, se requiere que la ley sea correctamente aplicada. Si el cierre parcial elimina la entrada a la vialidad, no será necesario colocar un retorno; si se cierra la salida de una vialidad, es indispensable que el diseño sea apropiado para dar vuelta en «U».



Los pasos ciclistas deben tener un ancho 1.35 m, mientras que el paso para el autobús debe tener un ancho de 2.75m, con una barrera que evite el paso de coches. La longitud debe ser de 5 a 10 m.

Imagen 28: Barrera con permeabilidad para buses y bicicletas  
Fuente: *Ciclo ciudades, Manual Integral para Movilidad Ciclista para Ciudades Mexicanas*

**Sentidos de circulación encontrados:** El control de acceso por sentidos de circulación es una forma económica y eficiente para desmotivar el tránsito de paso. Se debe cambiar la dirección del tránsito en las secciones centrales de la zona en donde se busca controlar el acceso de vehículos motorizados. Así, los autos no pueden seguir de frente y deben salir por donde entraron. Es provechoso diseñar un método que permita que las bicicletas circulen en contraflujo, con el objetivo de que la zona sea accesible para este modo de transporte.

**Área de tránsito local:** A través de la implementación de un control mixto –se colocan barreras en la periferia y en la parte interna, además de ordenar los sentidos de la circulación–, se expulsa en su totalidad el tránsito de paso, con el fin de que en la zona sólo circule tránsito local (Sanz, 1998).



Imagen 29: Zona con sentidos encontrados.  
Fuente: *Ciclo ciudades, Manual Integral para Movilidad Ciclista para Ciudades Mexicanas*

Antes de tomar la decisión de cerrar una zona por completo al tránsito de paso, se debe analizar si las vías circundantes tienen capacidad para el tránsito desviado por consecuencia del cierre. Además, esto obliga a proporcionar un tratamiento a las intersecciones que recibirán tránsito adicional, para reducir los impactos al tránsito peatonal.

### 3.4.2 Reducción de velocidades vehiculares

El control de la velocidad permite disminuir el riesgo de los vehículos motorizados y hacerlos compatibles con la vida urbana. Reducir la velocidad de los automóviles a 30km/h permite que las bicicletas y automóviles circulen utilizando la misma infraestructura vial, sin necesidad de crear carriles ciclistas especiales. En consecuencia el espacio urbano se aprovecha más, el paisaje se mantiene sin cambios y los costos son mínimos.

El control de la velocidad se logra a través de dos posibles opciones:

- Limitar la velocidad en la reglamentación de tránsito.
- Técnicas de diseño vial que disuadan la circulación a velocidades no permitidas.

Por ejemplo en una vía rápida se debe aplicar la reglamentación ya que es más compleja la colocación de dispositivos para la reducción de la velocidad. Por otro lado, en una zona residencial, el uso de elementos de disminución de la velocidad es una mejor opción. Las técnicas de diseño vial modifican la conducta de los conductores, provocan una percepción de riesgo en el conductor que los obliga a reducir la velocidad. Por ejemplo:

Tipos de pavimento: El tipo de pavimento utilizado en una vialidad afecta la comodidad y el atractivo del camino y, por lo tanto, la velocidad de los vehículos. La reducción de la velocidad por medio del tipo de pavimento es un aspecto difícil de lograr, ya que sólo debe afectar a los vehículos motorizados y no a la circulación de peatones y ciclistas.

Conversión de vías unidireccionales a bidireccionales: En vialidades de doble sentido los autos, al circular en dirección contraria, muestran diferencia de velocidades causando una sensación de inseguridad entre ambos, por lo que se disminuye la velocidad y la vialidad se percibe más atractiva para los peatones y ciclistas.

Isletas y fajas separadoras: Las isletas son pequeñas áreas de resguardo que se colocan en el centro de las vías de doble sentido para facilitar el cruce de peatones y ciclistas. Permiten que los usuarios se enfrenten a un sentido de circulación a la vez, que se puedan detener con seguridad a la mitad de la vialidad y esperar hasta poder cruzar de forma segura. Las isletas son utilizadas principalmente en cruces peatonales, en intersecciones sin semáforo y en cruces a la mitad de la cuadra.

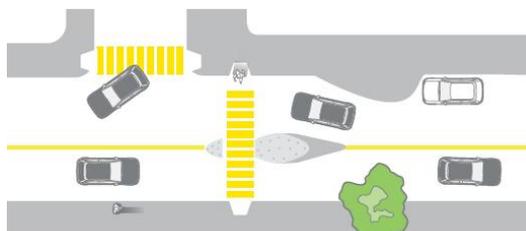


Imagen 30: Isletas  
Fuente: Ciclo ciudades, Manual Integral para Movilidad Ciclista para Ciudades Mexicanas

Circulación en zigzag: crea una trayectoria sinuosa en la circulación vehicular, lo cual obliga a reducir la velocidad. Para lograrlo, se puede modificar el trazo de aceras y acomodar el estacionamiento para crear el efecto de zigzag. Para reducir la velocidad, los radios de giro deben diseñarse de tal forma que los vehículos no puedan circular a una velocidad mayor que la deseada y que exista una buena visibilidad.



Imagen 31: Circulación en zigzag  
Fuente: Ciclo ciudades, Manual Integral para Movilidad Ciclista para Ciudades Mexicanas

**Reductores de velocidad:** El cambio en el alineamiento vertical de la vía es uno de los métodos más exitosos para reducir la velocidad vehicular; existe una gran variedad de dispositivos que cumplen con este fin y todos tienen la característica de crear incomodidad si se excede la velocidad para la que fueron diseñados. La instalación de cualquier reductor de velocidad debe ir acompañada de señalización horizontal y vertical que permita disminuir la velocidad gradualmente con el fin de evitar posibles accidentes.

- a. **Resaltos:** son simples elevaciones en los sitios donde existe un cruce peatonal, ya sea en intersecciones o a media cuadra. Éstos permiten que la velocidad de los vehículos y dan lugar a un cruce más seguro. Se recomienda que los resaltos trapezoidales afecten a los ciclistas, para priorizar al peatón. En los resaltos sinusoidales el ciclista no debe verse afectado por la diferencia de nivel. El diseño no debe ser agresivo para los ciclistas y debe contemplar circulación de autobuses o servicios de emergencia.

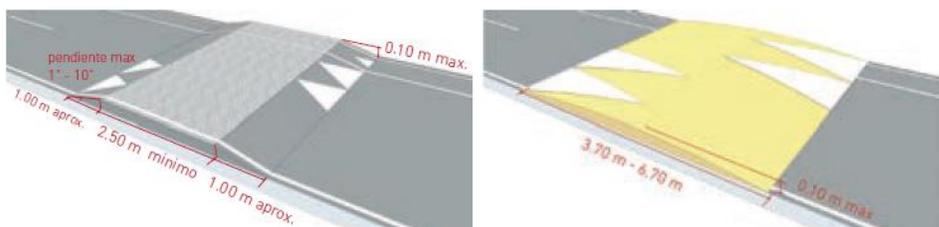


Imagen 32: Resalto Trapezoidal, Resalto Sinusoidal  
Fuente: Manual de Ciclo Infraestructura Metropolitana, Colombia

- b. **Cojines:** Los cojines son dispositivos similares a los resaltos, con la diferencia de que están concebidos como pequeños montículos, con espacios entre ellos, instalados a todo lo ancho de la calle. Buscan afectar únicamente a los automóviles. Permiten el libre paso de bicicletas, autobuses o vehículos de emergencia. Además, sus costos son menos elevados y su eficacia es prácticamente la misma que la de otros reductores de velocidad.

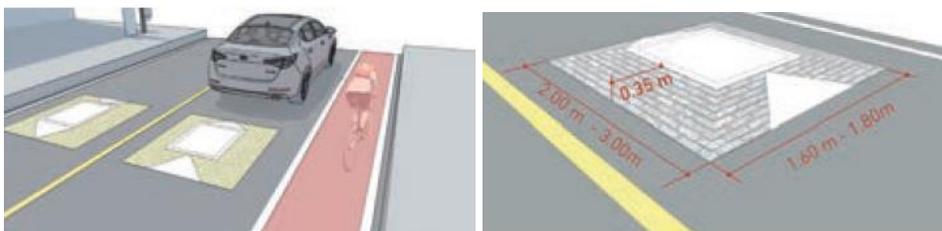


Imagen 33: Cojines  
Fuente: Manual de Ciclo Infraestructura Metropolitana, Colombia

### 3.5 INFRAESTRUCTURA CICLO-INCLUSIVA: ASPECTOS CLAVE

Al momento de diseñar un esquema de circulación segregado dentro de la vialidad urbana existen aspectos que requieren ser atendidos con especial atención:

#### 3.5.1 Geometría

Para el diseño geométrico de una ciclovía la primera consideración es el ancho. La medida se obtiene del módulo esencial, el ciclista conduciendo su vehículo. Una persona promedio, en una bicicleta estándar, ocupa un ancho de aproximadamente 75 cm entre ambos manillares. Pero al pedalear de forma natural se produce un vaivén horizontal que es de 25cm totales. Por lo tanto el ancho mínimo absoluto necesario es de 1m por sentido.

Una segunda consideración es el alto libre o galibo vertical, el cual debe contemplar que un ciclista pueda ponerse de pie sobre los pedales o cargar elementos altos en su bicicleta o triciclo. Debido a esto, la altura libre mínima despejada debiese ser de 250 cm.

De manera complementaria a estas consideraciones, un buen diseño debe considerar las distintas velocidades de acuerdo a las pendientes: una pendiente longitudinal adecuada en sus tramos, una pendiente transversal cómoda, radios de giro seguros en sus tramos y radios de giro mínimos en las intersecciones en las cuales se conduce a baja velocidad.

A continuación se muestra los parámetros geométricos para la infraestructura ciclo-inclusiva:

Tabla 2: Parámetros Geométricos

	BIDIRECCIONAL	UNIDIRECCIONAL
<b>Velocidad de diseño (PENDIENTE LONG. 0 Y 3%)</b>	30km/h	30km/h
<b>Velocidad de diseño (PENDIENTE LONG. 3,1 Y 6%)</b>	50km/h	50km/h
<b>Pendiente longitudinal máxima en tramos</b>	6%	6%
<b>Pendiente transversal máxima</b>	3%	4%
<b>Radio de giro mínimo en tramos (PENDIENTE LONG. 0 Y 3%)</b>	20m para peralte de 8% 24m para peralte de 2%	20m para peralte de 8% 24m para peralte de 2%
<b>Radio de giro mínimo en tramos (PENDIENTE LONG. 3,1 Y 6%)</b>	68m para peralte de 8% 86m para peralte de 2%	68m para peralte de 8% 86m para peralte de 2%
<b>Radio de giro mínimo en intersección</b>	5mt	5mt
<b>Ancho mínimo libre</b>	240cm	180cm
<b>Galibo vertical mínimo</b>	250cm	250cm

Fuente: Vialidad ciclo-inclusiva, Recomendaciones de Diseño, 2015

Esquemas de Segregación: Los diferentes esquemas de segregación se establecen en primera instancia acorde a la velocidad de operación, considerando que a mayor velocidad, mayor nivel de separación.

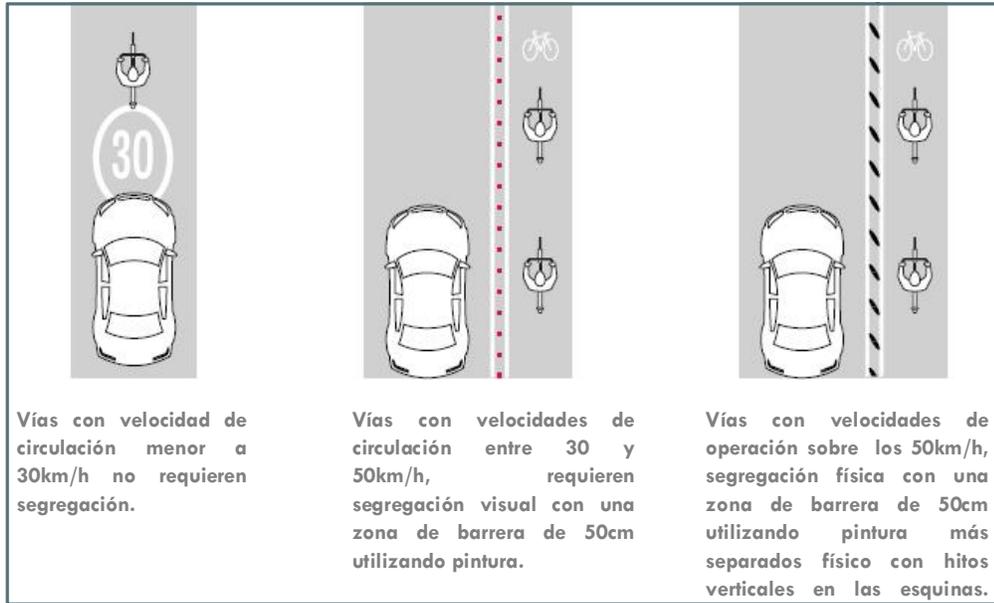


Imagen 34: Esquemas de Segregación  
Fuente: Vialidad ciclo-inclusiva, Recomendaciones de Diseño, 2015

**Separadores:** Existen variados diseños de productos y es importante que cumplan con las siguientes características:

- Ser atractivos, con diseño y materiales seguros para el ciclista.
- Resistir golpes laterales de vehículos pesados y actos de vandalismo.
- Incorporar elementos reflectantes.
- Ser desmontable para permitir mantención y estar disponible en el mercado.



Imagen 35: Ejemplos de Separadores, Infraestructura Ciclo inclusiva  
Fuente: Elaboración Propia

Radios de Giro: se debe considerar que el radio de giro original debe desplazarse en forma paralela desde la acera a la calzada, hasta coincidir con el borde externo de la segregación. Esto permite dar mayor seguridad a quienes van en bicicleta al obligar a los vehículos motorizados a girar desde el borde externo de la ciclovía lo que, además, permite ganar espacio peatonal.

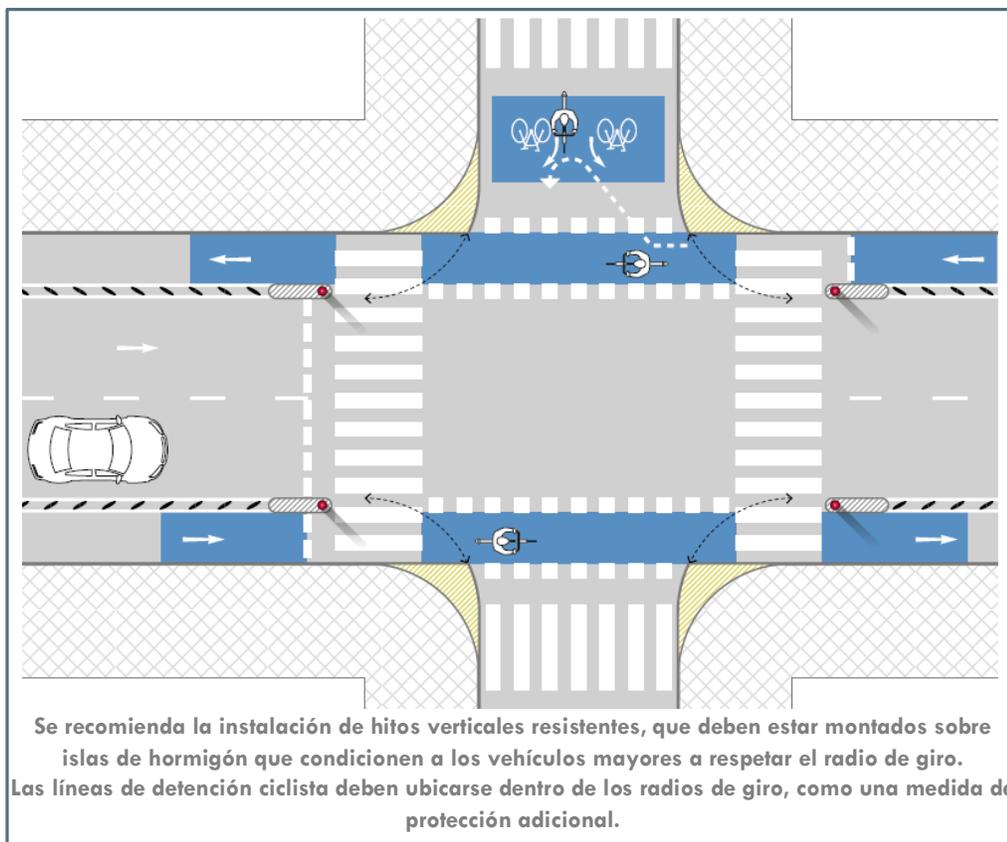


Imagen 36: Ejemplo Radio de Giro  
Fuente: Vialidad ciclo-inclusiva, Recomendaciones de Diseño, 2015

### 3.5.2 Emplazamiento y Secciones

La bicicleta debe ir en la calzada, como todos los vehículos. Se debe definir los criterios de redistribución de espacio, teniendo en cuenta la presencia de transporte público. Contar con el espacio necesario para que la vía sea ciclo-inclusiva, mejorar las condiciones peatonales y gestionar demanda de viajes motorizados. Para habilitar las ciclovías en la calzada se recomiendan las siguientes estrategias:

- Eliminar estacionamientos en vía
- Reducir anchos de las pistas
- Reducir la cantidad de pistas de motorizados
- Aplicar medidas de gestión para reducir demanda de viajes en automóvil
- Reducir el tamaño de medianas

La implementación de ciclovías en la calzada, como fajas segregadas para separar modos, son rápidas de realizar, son baratas, son cómodas, directas y coherentes.

Se recomienda su emplazamiento al costado derecho del sentido de la vía y operando de modo unidireccional generando menos conflictos en los cruces, en las maniobras de giro y en las conexiones con otras rutas.

Si se determina que el emplazamiento al costado derecho no es adecuado para los usuarios y se opta por el lado izquierdo y/o un esquema bidireccional, se deben considerar todas las medidas necesarias para que se cumpla el principio elemental de operación, usando las normas de tránsito. Esto implica formalizar las conexiones con la ciclovía; invertir en lámparas de semáforo especiales para ciclistas; reforzar la señalización y la demarcación. Los aspectos más relevantes a resolver al momento de diseñar un emplazamiento distinto al unidireccional por la derecha del sentido del tránsito son:

- Visibilidad apropiada a las brechas de paso y/o al contraflujo
- Giros de bicicletas
- Giros de otros vehículos

Alternativas de emplazamiento según el perfil vial existente:

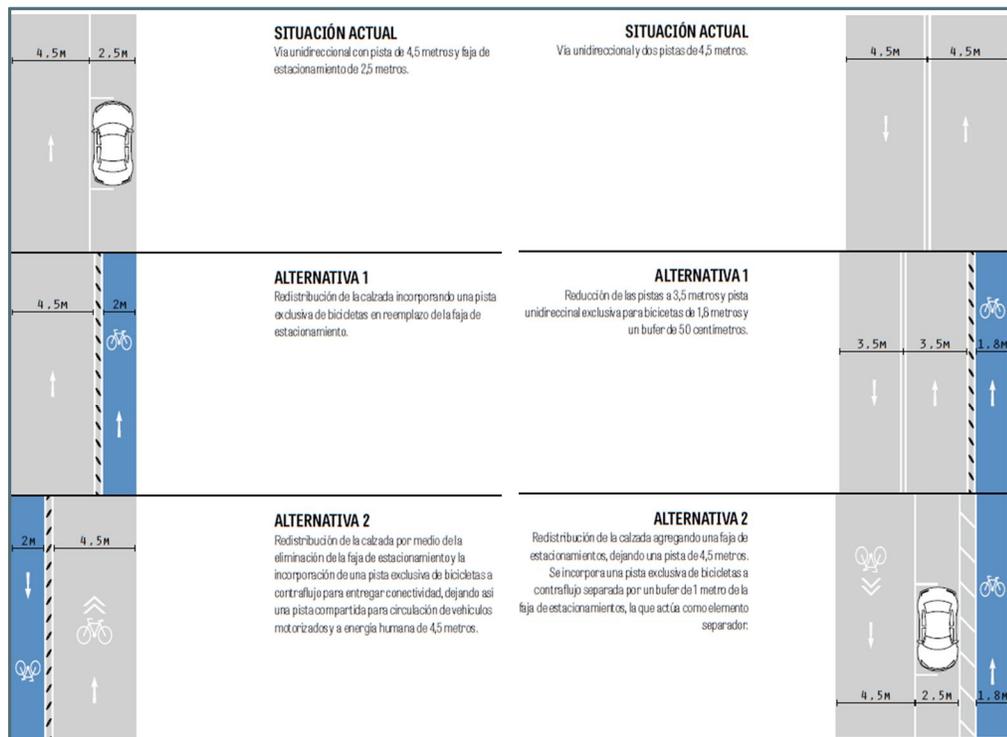


Imagen 37: Alternativas de Emplazamiento

Fuente: Vialidad ciclo-inclusiva, Recomendaciones de Diseño, 2015

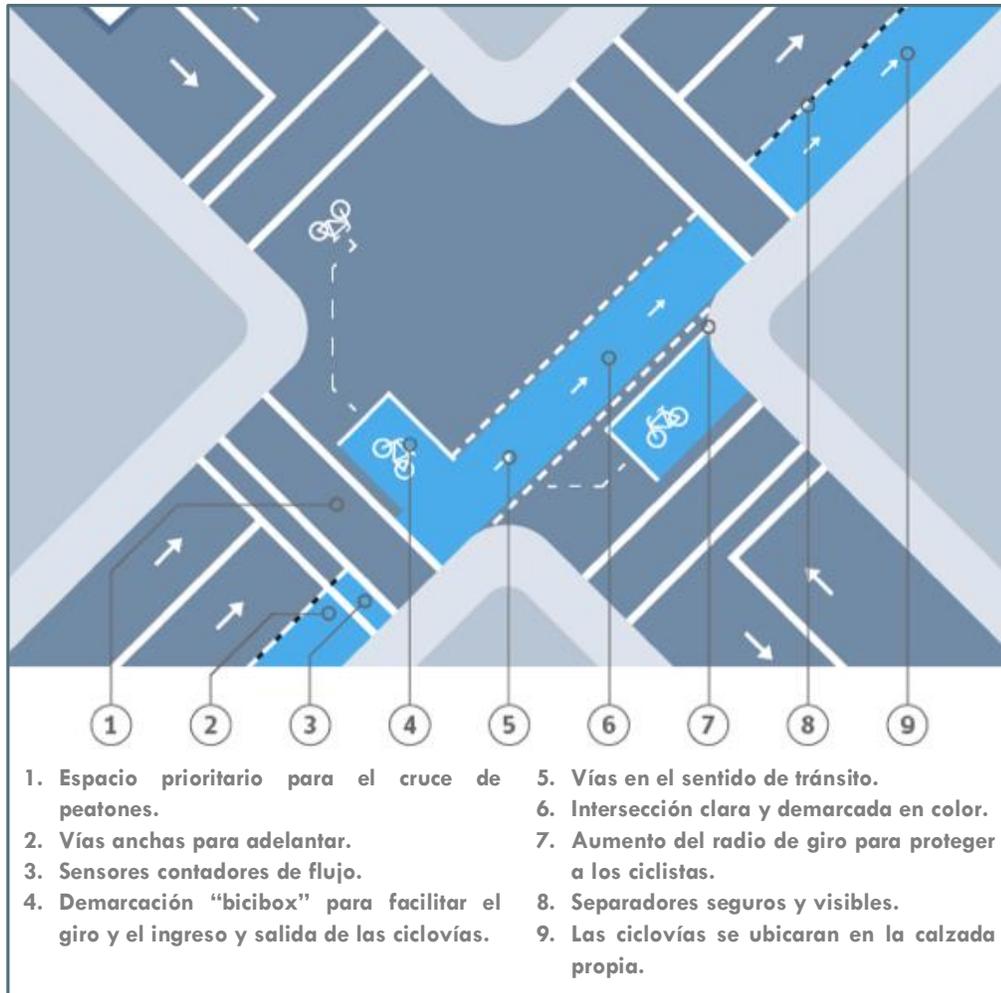
### 3.5.3 Intersecciones

Las intersecciones se refieren al cruce de una vía con ciclovía con otros ejes de circulación que pueden o no tener ciclovía. Es tal vez la parte más crítica del diseño, esto porque una de las condiciones más relevantes para los usuarios es la seguridad y es justamente en las intersecciones donde se produce la mayoría de las interacciones entre los distintos modos.

Al momento de diseñar las intersecciones se recomienda tener en cuenta lo siguiente:

- El objetivo fundamental es la seguridad.
- Se debe lograr fluidez en el cruce, a ritmos que permitan la comunicación e interacción.

- La ciclovía tendrá la misma prioridad de paso que el eje que la contiene.
- El peatón tiene prioridad de paso y se deben reguardar sus espacios.
- Siempre considerar las posibilidades de conexión con el resto de la vialidad.
- Considerar todos los modos de transporte en la siguiente jerarquía: peatones, vehículos a energía humana, motorizados.



**Imagen 38: Premisas de Diseño Intersecciones**  
 Fuente: Plan de Ciclovías de alto estándar, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Chile.

Se adjuntan una serie de cruces que servirán, a modo de referencia, son susceptibles de ser aplicados en diferentes intersecciones con diversidad de perfiles viales. (ANEXO 1)

### 3.5.4 Iluminación

Las ciclovías deben contar con un adecuado sistema de iluminación para poder entregar un ambiente seguro y permitir un desplazamiento fluido del usuario en cualquier horario. La construcción de la ciclovía es la oportunidad para remodelar el diseño lumínico de la vía. Así conseguir un esquema de iluminación homogéneo, con reproducción de color y temperatura cálida de luz. De esta manera la ciclovía se percibirá como un lugar más atractivo y seguro.





## 4 LUGAR: AREQUIPA PERÚ

### 4.1 DATOS GENERALES

La ciudad de Arequipa es la capital de la provincia homónima y de la Región de Arequipa, localizada al sur del Perú. Está conformada por 14 distritos y se encuentra situada a orillas del río Chili. La ciudad se encuentra localizada a una altitud 2.328 msnm. El emplazamiento de la ciudad es sobre el valle de Arequipa, protegido al norte y al este por la faja cordillerana andina y hacia el sur y oeste por las cadenas bajas de cerros. Desde la ciudad se observan una serie de conos volcánicos que forman nevados como el Misti, Chachani y Pichu Pichu. El área metropolitana de Arequipa se extiende sobre una superficie de 2 923km<sup>2</sup>.



Imagen 39: Ubicación Región Arequipa  
Fuente: Elaboración Propia

Su casco histórico se extiende sobre una superficie de 3.32 km<sup>2</sup> habiendo sido declarado por la Unesco como “Patrimonio Cultural de la Humanidad”. El patrimonio histórico y monumental que alberga y sus diversos espacios escénicos y culturales la convierten en una ciudad receptora de turismo nacional e internacional, en su casco histórico destaca la arquitectura religiosa virreinal y republicana producto de mezcla de características europeas y autóctonas, que constituyeron a una propia escuela estilística denominada “Escuela Arequipeña”.



Imagen 40: Centro Histórico: Catedral, Claustros de la Compañía, Convento de Santa Catalina  
Fuente: Elaboración Propia. Foto: [www.perunoticias.net](http://www.perunoticias.net); [www.rumboaperu.com](http://www.rumboaperu.com); [www.pirwahostelscusco.com](http://www.pirwahostelscusco.com)

#### 4.1.1 El Clima

El clima que presenta la ciudad es templado y relativamente seco. La temperatura varía entre los 21°C y los 10°C. En los meses de enero a marzo se muestran lluvias moderadas. Además el sol brilla casi todos los días del año.

El promedio mensual de datos meteorológicos para la ciudad de Arequipa, según la estación meteorológica de Socabaya, Yura y los Blancos es el siguiente:

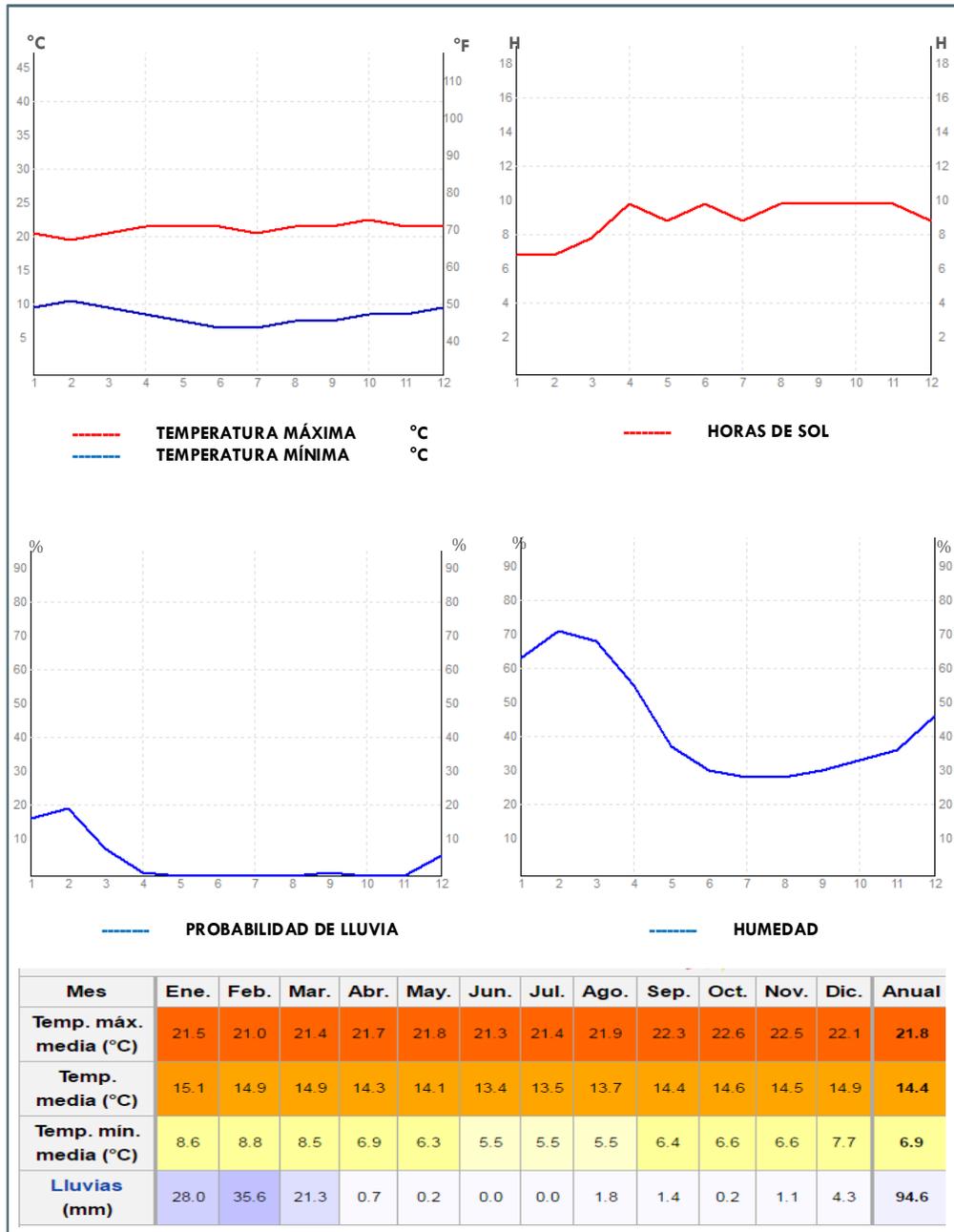


Imagen 41: Promedio mensual de Parámetros Climáticos  
Fuente: [www.temperatureweather.com](http://www.temperatureweather.com);  
Organización Meteorológica Mundial

## 4.2 POBLACIÓN

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en el último censo del 2007, el Región de Arequipa registro un total de 1 152 303 habitantes, el 90,6% de la población en área urbana y solo el 9,4% de la población en el medio rural. La tasa de crecimiento promedio anual, en el periodo 1993 – 2007 fue de 1,8%, es decir la población desde el año 1993 se incrementó en 14 mil 464 habitantes por año.

**Tabla 3: Población Censada**

	POBLACIÓN		
	1993	2007	2015 *
Región Arequipa	916 806	1 152 303	1 287 205
Provincia Arequipa	676 790	864 250	969 284

\* Según los resultados de las proyecciones de población INEI  
Fuente: INEI-Perú: Proyecciones Departamentales de Población.

La composición de la población, según el censo del 2007, en su mayoría está integrada por grupos de edad joven. Los grupos con mayor población son los de 15 a 19 años y de 20 a 24 años, los cuales representan el 22%, por otro lado el grupo de 65 y más años constituye el 8% de habitantes.

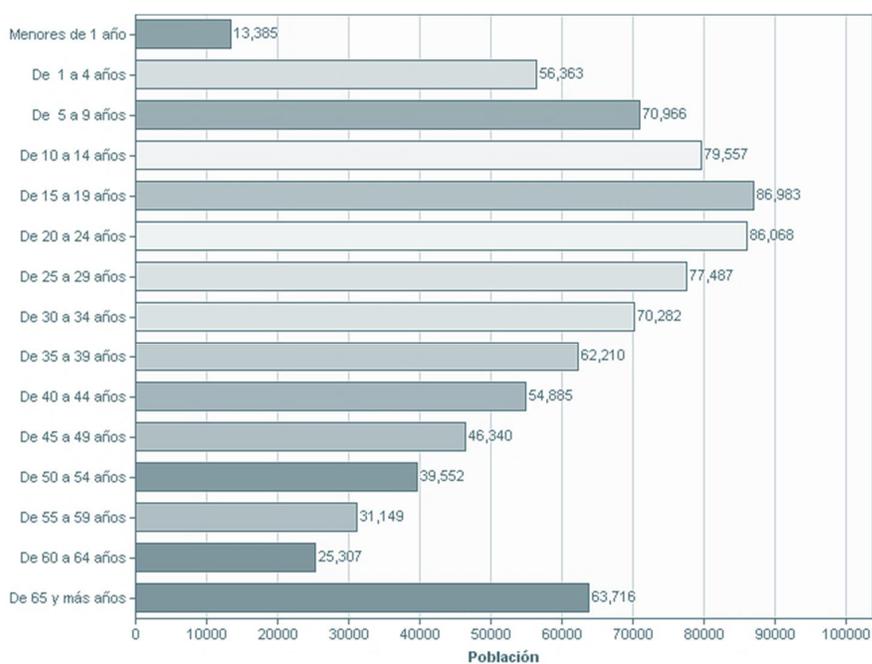


Imagen 42: Población Total por grupos de edad  
Fuente: censos.inei.gob.pe

### 4.2.1 Índice de Desarrollo Humano

El Índice de Desarrollo Humano (IDH) es un indicador social estadístico, propuesto por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), cuyo objetivo es medir el desarrollo integral del ser humano, identificando los avances y las tareas pendientes.

Se mide el progreso medio de un país a través de tres indicadores básicos: la esperanza de vida al nacer, la educación y la renta real. El índice final es un promedio de estos tres factores. El IDH se sitúa entre los valores 0 y 1, indicando este último valor el máximo al que se puede aspirar.

El Informe sobre Desarrollo Humano de año 2013 ubica al Perú en el puesto 77, con un IDH de 0.74. Para el Región de Arequipa, el IDH es de 0.64, según las cifras del PNUD se encuentra en 5° lugar dentro del Perú.



Imagen 43: Índice de Desarrollo Humano para Arequipa  
Fuente: PNUD Informe sobre Desarrollo Humano-Perú

## 4.3 ECONOMÍA

### 4.3.1 Valor Agregado Bruto

La Región de Arequipa, en el 2015, aportó el 5,4% del Valor Agregado Bruto (VAB) Nacional y con el 4,9% del Producto Bruto Interno (PBI). Además Arequipa se ubicó como el segundo región que más aportó tanto al VAB Nacional como al PBI.

Entre las actividades económicas que más se destacan en la región, en primer lugar se muestra la actividad de minería (23,7%), seguida por otros servicios (18,6%), manufactura (14,2%) y comercio (12,0%), entre otros.

Tabla 4: Valor Agregado Bruto Arequipa

Actividades	VAB	Estructura %	Crecimiento Promedio Anual 2008-2015
Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	1 562 166	6,6	2,4
Pesca y Acuicultura	52 298	0,2	-14,1
Extracción de Petróleo, Gas, Minerales	5 616 387	23,7	2,7
Manufactura	3 359 397	14,2	0,2
Electricidad, Gas y Agua	232 920	1,0	1,0
Construcción	1 981 870	8,4	11,9
Comercio	2 848 470	12,0	6,5
Transporte, Almacen, Correo y Mensajería	1 333 199	5,6	4,9
Alojamiento y Restaurantes	562 941	2,4	6,4
Telecomunicaciones y otros Serv. de Información	881 771	3,7	11,2
Administración Pública y Defensa	821 444	3,5	8,2
Otros Servicios	4 402 850	18,6	5,4
<b>Valor Agregado Bruto</b>	<b>23 655 713</b>	<b>100,0</b>	<b>4,2</b>

Fuente: INEI SIRTOD, BCRP, Departamento de Estudios Económicos

Además la oferta industrial de Arequipa es muy variada y va desde embutidos, aguas gaseosas, productos textiles, leche evaporada y alimentos balanceados para la crianza de animales, hasta materiales de construcción y conductores eléctricos.

### 4.3.2 Población Económicamente Activa

Son todas las personas en edad de trabajar que en el momento de referencia se encontraban trabajando (ocupadas) o buscando activamente trabajo (desocupadas). A nivel Arequipa, la PEA alcanzó el 71.5% de la población en edad de trabajar.

Según la Encuesta Nacional de Hogares 2009, la PEA de la región Arequipa conocida como oferta laboral, estuvo conformada por 635 996 personas, de las cuales el 55,0% eran hombres y el 45% restante mujeres. La participación laboral por grupos de edad, como se observa en la imagen siguiente tiene la conocida forma de U invertida, ya que los niveles de participación son menores en edades tempranas, dado que los jóvenes se encuentran en proceso de formación para su futura inserción laboral. Entre los 25 y 55 años de edad, las tasas de actividad fluctúan alrededor del 85% y vuelven a caer en aquellas personas con mayor edad por motivos de retiro y jubilación.

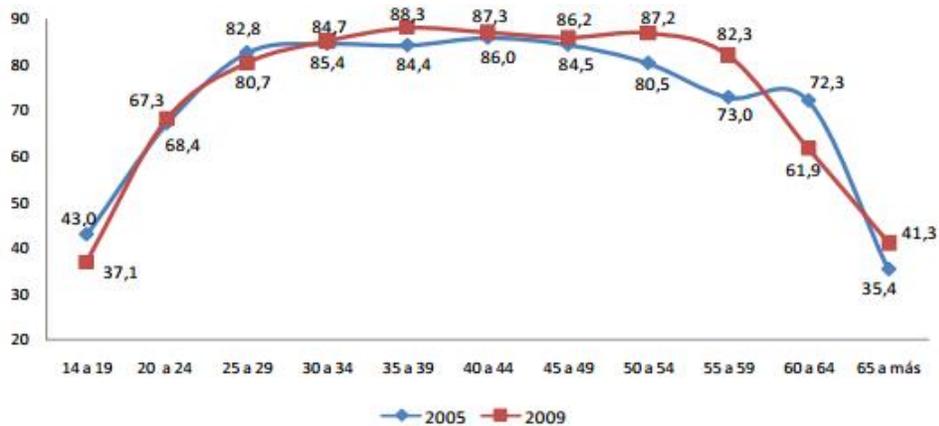


Imagen 44: Tasa de Actividad por grupo de edad 2005 y 2009, Región Arequipa  
Fuente: INEI, Encuesta Nacional de Hogares. Observatorio Socio Económico Laboral, Arequipa

## 4.4 ESTRUCTURA URBANA

### 4.4.1 Fundación y Colonia

El 15 de agosto de 1540, Don Manuel Garcí de Carbajal funda la ciudad de Arequipa en el valle del Río Chili, trazando una cuadrícula de 49 manzanas o islas, incluida la Plaza de Armas. Se midieron cada una con lados de 400 pies castellanos (111.40 m.) separadas por calles de 37 pies (10.30 m.) de tal modo de conformar un cuadrado.

La fundación española de la ciudad de Arequipa tenía una intención de capitalidad regional. Era un nexo de triangulación entre el Cuzco, Charcas y el mar, y fundamental en los propósitos de colonización hacia el Sur. Y de hecho durante los años que se explotaron las minas de plata, principalmente de Potosí, Arequipa fue un gran centro logístico. La implantación urbana junto al actual barrio de San Lázaro, donde fue erigida la primera ermita de la ciudad, ocupaba una extensión de 850m. x 875m.

En los tres siglos siguientes el crecimiento es lento, el patrón de usos define básicamente un centro pequeño casi circunscrito a la Plaza de Armas donde se concentra el equipamiento político, administrativo, religioso y comercial y una periferia residencial. Los límites de la ciudad eran: por el norte, el barrio de San Lázaro con la torrentera del mismo nombre; por el sur, el hospital de San Camilo; por el este, Santa Marta; y por el oeste, el río Chili.



*Imagen 45: Plano escenográfico de Arequipa del 1787.  
Autor, Francisco Vélaz y Rodríguez, a solicitud del intendente Álvarez y Jiménez.  
Fuente: British Museum of London. ADD 1574.*

En 1804 se realizó un censo de la población (Gil de Taboada), que nos da una idea global de las características demográficas: españoles 22 207, religiosos 387, beatas 5, mestizos 4908, indios 5929, esclavos 1225, libres 2487 haciendo un total de 37,148 habitantes tal como se desprende, la mayoría de la población es española, casi dos tercios de la población total.

#### **4.4.2 La República.**

En este periodo que se inicia en la segunda década del siglo XIX como consecuencia de la ruptura de la dependencia hispánica. Arequipa emerge como centro hegemónico del sur incrementando a sus tradicionales funciones administrativas políticas y comerciales. La articulación con la región es favorecida con la introducción del Ferrocarril (1871). Se constituye por tanto, un eje transversal adicional que liga la costa con las zonas andinas productoras de materias primas.

Después del devastador terremoto de 1868, y de la tragedia del Pacífico, se vivió un auge económico y la introducción de nuevos estilos europeos en la arquitectura y la urbanística. Surgen nuevos conceptos: el boulevard, la alameda, el malecón, etc. La ciudad se expandió hacia el este, se trazaron avenidas como Siglo XX y Boulevard Parra, se formaron barrios arborizados como El Vallecito hacia el sur (1926-1940), y se creció hacia Yanahuara con la construcción del Puente Grau. La gente de escasos recursos ocupa barrios populares generalmente sobre terrenos eriazos.

En el centro, la traza urbana se incrementa a partir de la continuidad de la estructura anterior densificándose el damero con la incorporación de segundos pisos, sin embargo, el perfil de la ciudad todavía es gobernado por las torres y cúpulas de las iglesias.

Se amplía el equipamiento urbano con nuevas edificaciones, se construyen otros puentes que complementan al antiguo Puente Real (1577-1608), hoy puente Bolognesi, como el Puente Grau (1884-1898), el Puente Bolívar (1882); se inauguran algunas fábricas y se modernizan los servicios urbanos tales como alumbrado eléctrico (1905) agua y desagüe (1920) y tranvía eléctrico (1913).

El centro ya no es más, el núcleo compacto del periodo colonial focalizado en el espacio de la Plaza de Armas, por el contrario, se expande e incorpora nuevas áreas dando lugar al desplazamiento de la población asentada en el centro a la periferia provocando un cambio en el tradicional uso residencial hacia un vigoroso y renovado uso comercial.

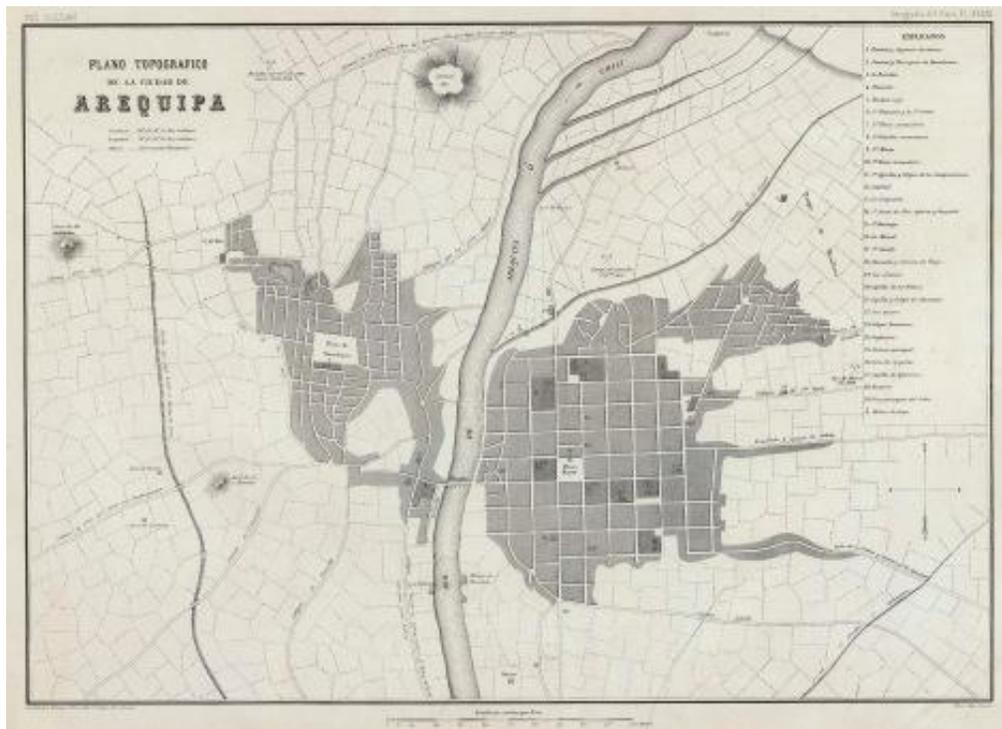


Imagen 46: Plano Topográfico de la Ciudad de Arequipa 1865.  
Arequipa 1865 Atlas Geográfico del Perú-Paz Soldán.  
Fuente: David Rumsey Map collection.

#### 4.4.3 La Modernidad.

Al conmemorarse el cuarto centenario de la fundación española (1940), se plantea, un ambicioso proyecto de equipamiento y expansión promovido por el alcalde Julio E. Portugal secundado por el Ingeniero Alberto de Rivero. Se diseña el primer plan moderno de expansión urbana, se genera un anillo mayor de vivienda y se consolida un patrón de crecimiento radial en cuanto a vías y concéntrico en cuanto a usos del suelo, habilitando los barrios de IV Centenario y Selva Alegre con innovaciones de calidad.

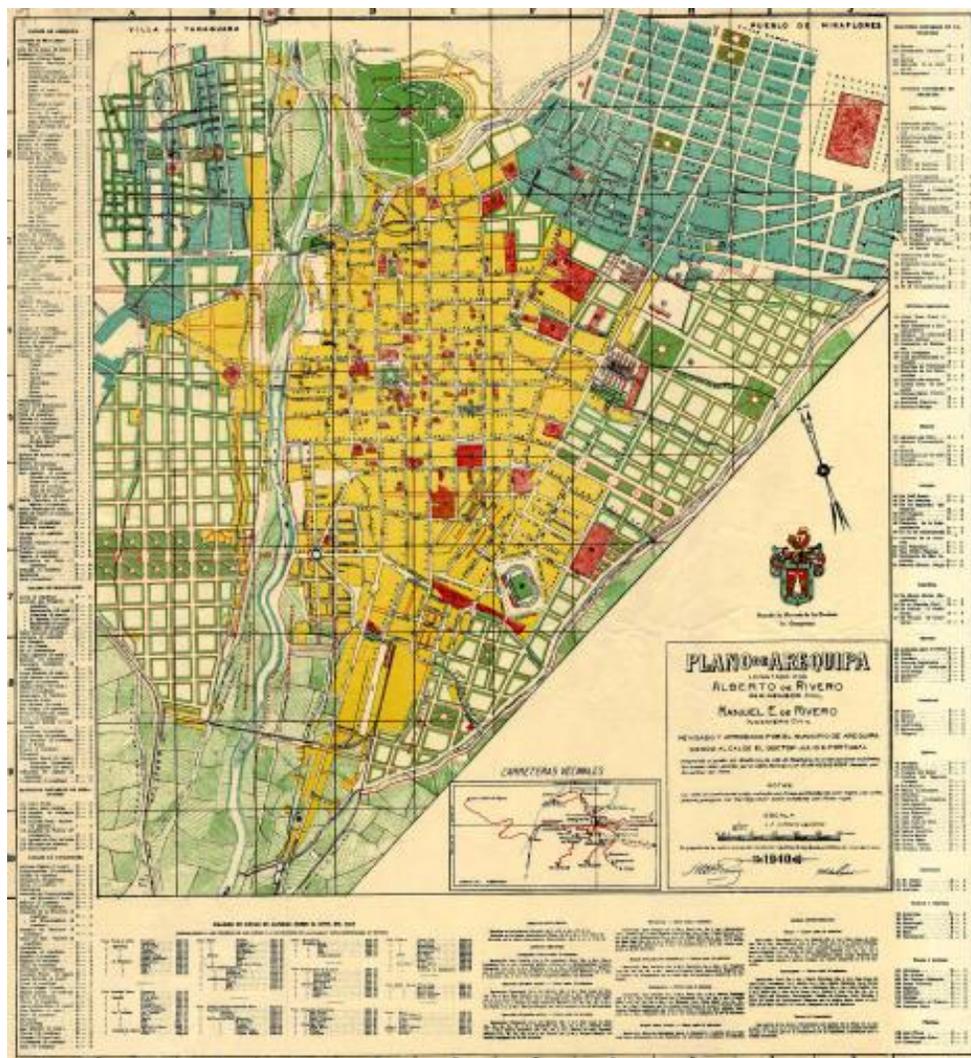


Imagen 47: Plan Regulador de Arequipa, Alberto de Rivera 1940.  
Fuente: Arequipa en su IV Centenario, Guía Monográfica e Histórica, con el nuevo plano de la ciudad y aledaños.

En este periodo se inicia con mayor fuerza el desplazamiento de los sectores poblacionales residentes en el damero hacia la periferia, destinando la casona solariega a otros usos, sin embargo, las formas tradicionales de casa vecindad o corralón se mantienen alrededor de algunos tambos tugurizados.

En la década del sesenta y setenta, la Junta de Rehabilitación y Desarrollo de Arequipa propicia un mayor impulso al sector industrial con la creación de parques industriales y se mejora la articulación vial, lo que contribuye a consolidar el rol hegemónico que en la región tiene la ciudad.

Evidentemente estos cambios, cobran mayor intensidad en el área central donde el desarrollo de la actividad comercial y de servicios modifica las características horizontales de su edilia, este proceso de terciarización del centro de la ciudad, origina el desplazamiento de algunas instituciones como la Universidad (1962) y de los sectores residenciales hacia la periferia.

Los terremotos de 1958 y 1960 y la sequía altiplánica, que aceleran la migración y por consiguiente el proceso de urbanización, con un crecimiento periférico que perdura hasta la fecha.

La evolución urbana, marca una tendencia generalizada en el país, de crecimiento horizontal, que ocupa, por habilitaciones formales las áreas de cultivo y por un proceso informal, las áreas eriazas. Se manifiesta una expansión espontánea e ilimitada en detrimento de las áreas verdes y con bajos niveles de densidad habitacional, que encarecen las redes de servicios básicos, como vías, agua, desagüe y luz.

Así, si en 1940 la población de Arequipa era de 85,632 habitantes, en 1944 llega a 112,000, ocupando una superficie urbana de 843 Has., con un área agrícola periférica de 9,171 Has., con una densidad de 133 habitantes/Ha., y con una relación de 820 m<sup>2</sup> de suelo agrícola por persona; en 1997 la población llega a 624,000 habitantes, ocupando una superficie de 8,701 Has., con una densidad de 72 habitantes/Ha. y con una relación de 177m<sup>2</sup> de suelo agrícola por persona. Esto demuestra que la política de crecimiento horizontal es sumamente negativa, no sólo para el abastecimiento de servicios, sino también que deteriora las condiciones ambientales.

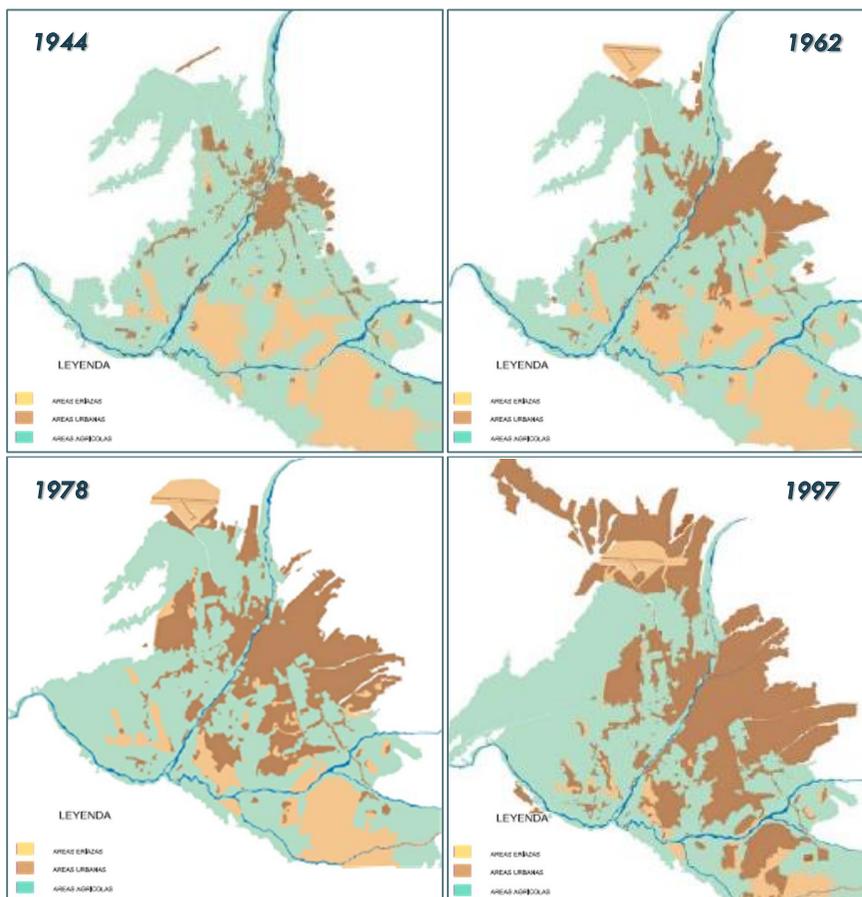


Imagen 48: Evolución Urbana Arequipa 1944-1997  
Fuente: Plan Maestro del Centro Histórico de Arequipa

## 4.5 TRANSPORTE URBANO

Las municipalidades provinciales de Perú son los únicos responsables por la regulación, administración y control de los servicios de transporte público urbano, y del tránsito y la vialidad urbana. En consecuencia tienen la competencia para definir y autorizar las rutas del sistema, administrar la vialidad y la circulación del tránsito en las áreas de sus jurisdicciones.

La Gerencia de Transporte Urbano y Circulación Vial, es un Órgano encargado de dirigir, ejecutar y controlar los planes y programas en materia de Transporte Urbano e Interurbano de Pasajeros y, Tránsito y Circulación Vial. Esta Gerencia cuenta con las Sub Gerencia de Transporte Urbano y Especial; y Sub Gerencia de Circulación y Educación Vial.

### 4.5.1 Antecedentes

Según la Encuesta de Percepción Ciudadana de Calidad de Vida de Arequipa Metropolitana 2013, los tres problemas más importantes que afectan la calidad de vida de la ciudad son: la delincuencia (29.5%), el transporte público (27.8%) y la contaminación ambiental (25.3%).

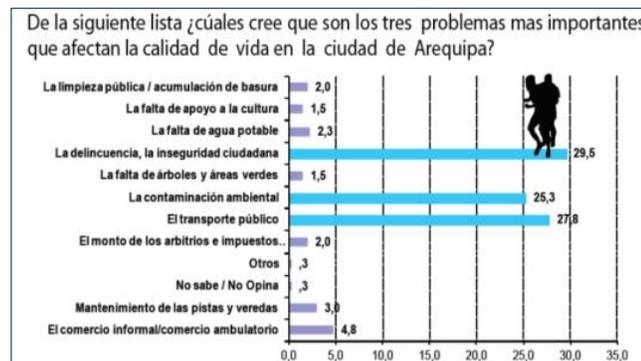


Imagen 49: Problemas más importantes que afectan la calidad de vida  
Fuente: Encuesta de Percepción ciudadana de calidad de vida de Arequipa Metropolitana 2013

La red vial de Arequipa tiene una longitud de más de 1 040 km, distribuidos en vías troncales, anillos viales, vías colectoras, y vías locales de muy poca capacidad, por donde se realizan diariamente cerca de 1 millón de viajes. El sistema de transporte público cuenta con aproximadamente 230 rutas, con 3 700 unidades, siendo que más del 60% son unidades tipo “combi” (12 puestos) con más de 16 años de antigüedad.

La movilidad motorizada en el Área Metropolitana de Arequipa, presenta condiciones operativas complejas, con desplazamientos que se caracterizan por su lentitud (14 kph. de velocidad promedio en transporte público), incomodidad e inseguridad, contribuyendo al incremento de la congestión urbana y del tiempo de viaje, así como al incremento de los niveles de contaminación ambiental y al número de accidentes de tráfico.



Imagen 50: Tráfico Urbano Centro Histórico Arequipa  
Fuente: [www.elbuho.pe](http://www.elbuho.pe); [www.larepublica.pe](http://www.larepublica.pe)

El contexto actual del transporte público urbano se caracteriza por la progresiva sobreoferta de vehículos, la falta de integración del sistema actual de rutas, rutas con extenso recorrido (hasta 20 km). Además el usuario tiene un servicio caracterizado por la incomodidad, al maltrato de los conductores, falta de horarios y paraderos, problemas de seguridad, contaminación, dificultad de encontrar espacio en las combis, entre otros aspectos relevantes.

#### 4.5.2 Demanda

La demanda de transporte en Arequipa Metropolitana es de 1 285 000 viajes diarios, según el estudio de demanda del Sistema Integrado de Transporte, a marzo de 2012. De los viajes el 65% corresponde a viajes por transporte público. El estudio elaborado por la Consultoría de Implementación del 1° Corredor Masivo indica 1 235 264 viajes diarios, de los cuales el 63.1% pertenecen a viajes en transporte público, 16.6% a pie, el 8.7% en taxi y solo el 0.4% en bicicleta.

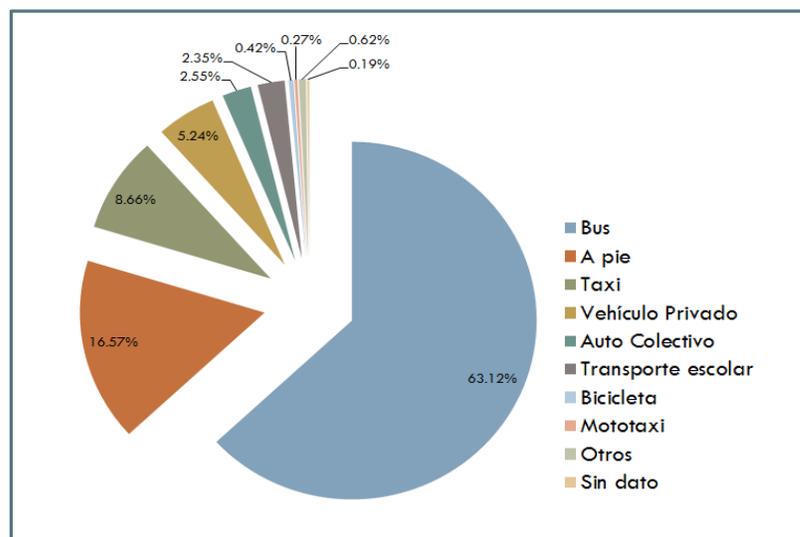


Imagen 51: Distribución de Viajes por Modo de Transporte  
Fuente: Elaboración propia. Datos Consultoría ALG-INYPSA-TMB

Tabla 5: Distribución de Viajes por Modos de Transporte

MODO DE TRANSPORTE	VIAJE	%
Bus	779 760	63.12
A pie	204 636	16.57
Taxi	106 983	8.66
Vehículo Privado	64 773	5.24
Auto Colectivo	31 527	2.55
Transporte Escolar	29 044	2.35
<b>Bicicleta</b>	<b>5 164</b>	<b>0.42</b>
Mototaxi	3 274	0.27
Otros	7 720	0.62
Sin dato	2 383	0.19
<b>TOTAL</b>	<b>1 235 264</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Consultoría ALG-INYPSA-TMB

Por otro lado, El Diagnóstico 2010, para La movilidad interna del Área Metropolitana de Arequipa indica que se producen diariamente más de 1,2 millones de desplazamientos. Esto supone 1,5 viajes por persona. Las motivaciones de los viajes son: un 32% por motivos de trabajo o estudio, el 49% de los viajes es el retorno al hogar y un 11% compras y recreación.

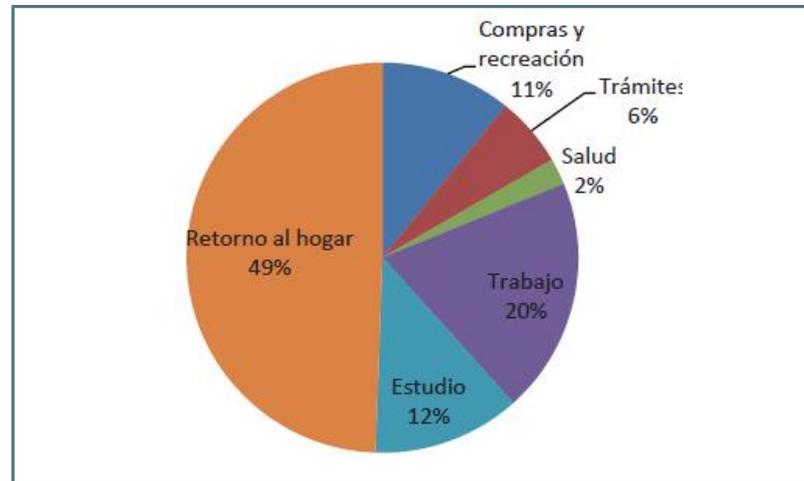


Imagen 52: Motivaciones en los Viaje  
Fuente: Diagnóstico propositivo para el Plan de Desarrollo Metropolitano de Arequipa

Así mismo, este Diagnóstico revela los siguientes problemas:

- Alta saturación en el centro y sus principales vías de acceso, como consecuencia de un sistema extremadamente radial de desplazamientos.
- Importante atomización del servicio de transporte colectivo, normalmente no regulado y con una baja calidad de prestación.
- Nula coordinación entre los distintos servicios de transporte colectivo.
- Desestructuración e insuficiencia de los puntos nodales, con falta de cualificación para la toma de transportes pero también para la espera y selección de los mismos.
- Inexistencia de alternativas viables y factibles.
- Insuficiencia de garantías de seguridad y medios adaptados para el peatón y el usuario de transportes públicos.
- Baja puntualidad e información generalizada en los transportes públicos pero también privados.
- Una flota de vehículos bastante anticuada y altamente contaminante.
- Inadecuada adaptación de la estructura y mobiliario urbano, tanto para el desplazamiento rodado como peatonal, y especialmente para colectivos de diversidad funcional.
- Convivencia de transportes de origen y destino internos con transportes externos, al igual que de pasajeros y carga.
- Prevalencia de los intereses particulares sobre los comunitarios.
- Y por lo general una reducida concienciación y sensibilidad social.

#### 4.5.3 Sistema Integrado de Transporte

En 2001, la MPA con el apoyo de la Cooperación Técnica Internacional para encarar la problemática del transporte público urbano. La Cooperación Internacional de Japón (JICA) desarrolló el estudio “Desarrollo de un sistema de transporte urbano sostenible para la ciudad de Arequipa”. En dicho estudio se priorizó la implementación de un sistema tronco-alimentador mediante la construcción de corredores exclusivos que permitan la circulación de Buses Rápidos de alta capacidad (BRT). Posteriormente en 2006 se realizó la actualización del estudio anterior denominado: “Diseño de un sistema de transporte urbano masivo eficiente para la ciudad de Arequipa”, que propone la construcción de un corredor exclusivo. Luego a inicios del 2007 se desarrolló la propuesta de “Transporte Multimodal Integral Arequipa Siglo XXI” – TRAMINA. En 2007 se suscribió un convenio con la ONG EMBARQ/WRI, cuyo objetivo principal consiste en la “creación, consolidación e instrumentación de una estrategia integral de soluciones sustentables a los problemas de movilidad, del ambiente y del uso del espacio urbano en la Provincia de Arequipa”. En dicho estudio se propone la estructuración de un sistema de transporte público urbano en base a un eje tronco-alimentador servido por dos rutas con buses de alta capacidad (BRT), 43 rutas alimentadoras, integradas a dicho eje, y 35 rutas estructurantes que cubrirán plenamente la demanda actual y proyectada de servicio de transporte de la ciudad de Arequipa.

El SIT, es el sistema masivo de movilidad urbana sostenible, compuesto de varios servicios de transporte, los cuales trabajan operacional, física y tecnológicamente integrados (tarifa integrada, información al usuario, operación controlada, tecnología de punta) para brindar un servicio óptimo más eficiente con cobertura espacial en toda la ciudad.

El SIT consta de 80 rutas, operacional y tecnológicamente integradas de manera virtual y física en estaciones, con cobertura espacial en toda la ciudad. Constará además con un “Sistema de información al usuario”, “Sistema integrado de recaudo” y “Centro de control operacional”. Adicionalmente a los componentes mencionados el proyecto incluye: Implementación de ciclovías a lo largo del BRT, construcción de escaleras en zonas de difícil acceso para facilitar el uso de las vías alimentadoras, señalización horizontal y vertical, semaforización y seguridad vial, mejoramiento de vías para rutas alimentadoras y estructurantes, implementación de interconexiones.



Imagen 53: Calle Jerusalén, Proyecto SIT Corredor BRT. Y ciclovías  
Fuente: Municipalidad Provincial Arequipa

Las rutas del SIT, debido a sus características, se clasificarán de la siguiente forma:

- Rutas “Estructurantes” o pre-troncales: Son 35 y de acuerdo a sus características brindan un servicio directo con un origen y destino propio, mayormente en las direcciones Este-Oeste de la ciudad. La operación se realizará en omnibuses y minibuses con pago a bordo y paraderos simples.
- Rutas “Alimentadoras”: Son 43 en total, operarán 9 en la periferia norte y sur de la ciudad, y 34 en zonas intermedias. Terminan su recorrido en puntos de transferencia con las líneas “Troncales” (Estaciones de intercambio virtual) y operarán con omnibuses y minibuses con pago a bordo y paraderos simples.
- Rutas “Troncales”: Serán 2, y operarán sobre un corredor de 22.98 Km. con carriles exclusivos, 39 estaciones equipadas con acceso a nivel y prepago, y prioridad semafórica. Operarán con buses articulados.

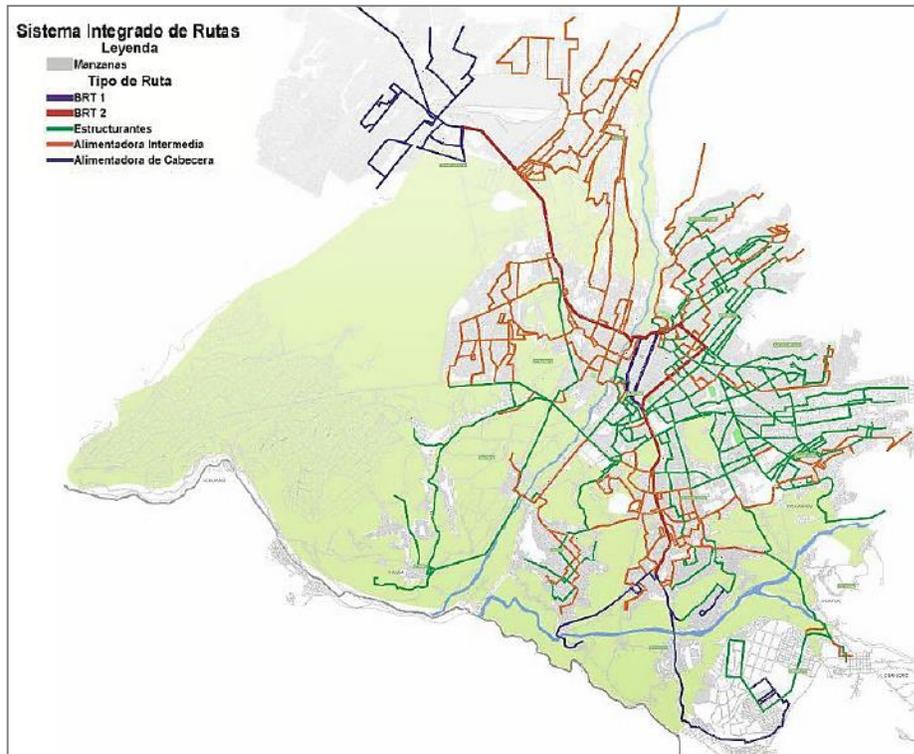


Imagen 54: Mapa Sistema Integrado de Rutas Arequipa  
Fuente: Bases para la segunda Convocatoria de Licitación Pública, MPA

## 4.6 LA BICICLETA EN AREQUIPA

### 4.6.1 Infraestructura Ciclista Ciclovías

La ciudad de Arequipa cuenta con cuatro escasos tramos con vías ciclistas. La de mayor extensión, 700 metros, se encuentra en la zona norte, en el distrito de Cayma. Es amplia, 1.5 metros de ancho y posee visuales a la campiña del Valle del Chilina y conduce a las faldas de uno de los tres volcanes de la ciudad, el Misti. El siguiente sector que posee infraestructura ciclista se encuentra en el Barrio IV Centenario. La longitud es escasa y solo es utilizada por los vecinos. Así también en los alrededores del Centro Comercial Parque Lambramani se encuentra un tramo de 350 metros. Esta ciclovías son las utilizadas de la ciudad ya que muchos usuarios del Centro Comercial acceden al mismo en bicicleta, además es el único que cuenta con mobiliario adecuado para el estacionamiento de bicicletas. El último tramo de ciclovías es de 500 metros en el Distrito José Luis Bustamante y Rivero. La suma de estos tramos de ciclovías, resulta alrededor de 2 200 metros.



Imagen 55: Ciclovía Avenida Charcani, Cayma.  
Ciclovía Calle Lambramani, Arequipa.  
Fuente: [www.elpueblo.com.pe](http://www.elpueblo.com.pe)

#### 4.6.2 Ciclovía Recreativa

La Ciclovía Recreativa es una iniciativa para liberar temporalmente de tránsito vehicular motorizado kilómetros de calles y avenidas los días domingos en las mañanas, para así generar un espacio seguro, atractivo, acogedor, gratuito y libre de contaminación de rápido acceso para la realización a nivel masivo de actividad física. Las calles transformadas en ciclovías recreativas disfrutan seguridad y tranquilidad que permite desarrollar en ellas una serie de actividades paralelas recreativas, culturales, de fomento de la salud, etc. Las principales municipalidades distritales que han fomentado este programa son: José Luis Bustamante y Rivero, Paucarpata, Socabaya, Cayma. Además las ciclovías recreativas han sido muy bien aceptadas por la comunidad, obteniendo numerosa participación de niños, jóvenes, y familias en general, sacando a la luz la necesidad de espacios recreativos y de infraestructura para los medios de transporte no motorizados.



Imagen 56: Ciclovía Recreativa en Socabaya.  
Ciclovía Recreativa Paucarpata.  
Fuente: [www.hbanoticias.com](http://www.hbanoticias.com)

#### 4.6.3 EnBiciados Arequipa

Enbiciados es un colectivo que propone la bicicleta como una solución eco-socioeconómica a los problemas de transporte urbano, teniendo como fin la promoción de la bicicleta como medio de transporte urbano. Además busca crear una familia ciclista arequipeña que contagie la pasión y los beneficios del uso de la bicicleta. El colectivo se reúne los últimos viernes de cada mes a las 20.00 horas para realizar una actividad denominada “Masa Crítica Arequipa”. El objetivo principal es plasmar una protesta pacífica por respeto al ciclista, y una denuncia que rueda por las calles de Arequipa exigiendo atención por parte de sus autoridades políticas en materia de creación de infraestructura en pro de los ciclistas de la ciudad. Realizan un recorrido teniendo como punto de partida y llegada la Plaza Campo Redondo, en el centro histórico de la ciudad. El circuito se compone de aproximadamente 15 kilómetros.



Imagen 58: Enbiciados Arequipa en el frontis de la Catedral  
Fuente: Foto: Bruno Nuñez Melgar 2013



Imagen 57: Invitación a Masa Crítica 2015.  
Fuente: [www.facebook.com/Enbiciados-AQP](http://www.facebook.com/Enbiciados-AQP)

#### 4.6.4 Aspecto Social

Para la población arequipeña no es ajena a la falta de infraestructura y mobiliario ciclista en la ciudad. En la Encuesta de Percepción Ciudadana de Calidad de Vida en Arequipa Metropolitana, 2012, a la pregunta: ¿Qué tan satisfecho esta ud. con los siguientes aspectos del tránsito y circulación por las calles de Arequipa?, los resultados más resaltantes es que 40% se encuentra nada satisfecho con la cantidad de ciclovías existentes. También a la pregunta: ¿Qué tantos conductores respetan a los peatones y ciclistas?, un 77.5% respondió que muy pocos y pocos. Estos resultados reflejan la escasa educación vial para los medios no motorizados.

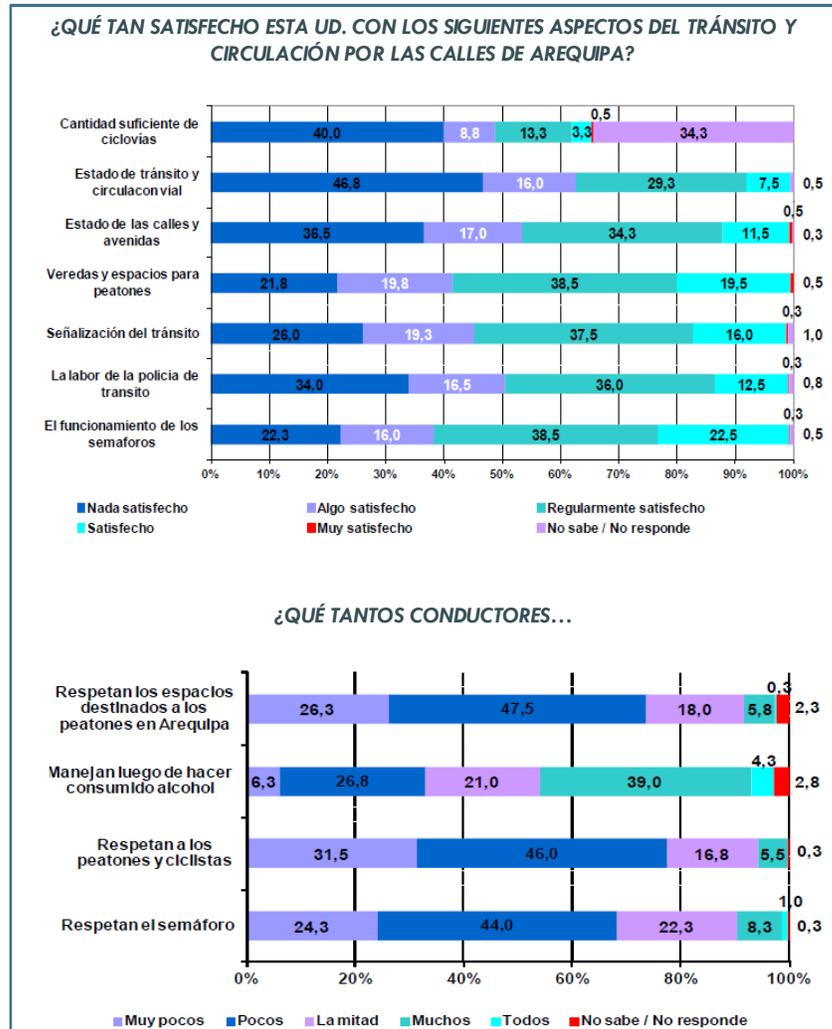


Imagen 59: Movilidad y Transporte  
Fuente: Encuesta de Percepción Ciudadana de Calidad de Vida en Arequipa Metropolitana, 2012



## 5 INFRAESTRUCTURA

### 5.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN

#### 5.1.1 Condicionantes

La ocupación del territorio en la ciudad de Arequipa en las últimas décadas se ha extendido y ocupando superficie siguiendo las forma natural del terreno. En el Plan de Desarrollo de Arequipa Metropolitano identifica en la ciudad siete unidades urbanas, cinco de ellas amplias y consolidadas; en cambio las dos restantes se ubican en áreas periféricas en las zonas norte y este.

La unidad central, compuesta por el Centro Histórico y el distrito de Yanahuara. La unidad norte, la comprende los distritos de Yura, Cerro Colorado y Cayma. La unidad oeste formada por los distritos de Cerro Colorado, Sachaca, Tiabaya y Jacobo Hunter. La unidad sur con los distritos de José Luis Bustamante y Rivero, Socabaya, Sabandía y Characato. Y por último la unidad este conformada de los distritos de Paucarpata, Mariano Melgar, Miraflores y Alto Selva Alegre. Existe una concentración de servicios y equipamientos en la unidad central. La población debe desplazarse desde las demás unidades a la unidad central. La poca articulación vial de la ciudad contribuye a la desarticulación entre las unidades.

En el Mapa de Densidades 2015, se observa las variaciones de densidad de un distrito a otro. Las unidades este y sur son más densas que las unidades oeste y norte. Esto responde a que la ocupación se ha desarrollado de forma horizontal, ocupando superficies mayores debido a la presencia de terrenos erizos y condiciones topográficas. Los distritos de la unidades este y sur son más compactos y se encuentran más próximos a la unidad central.

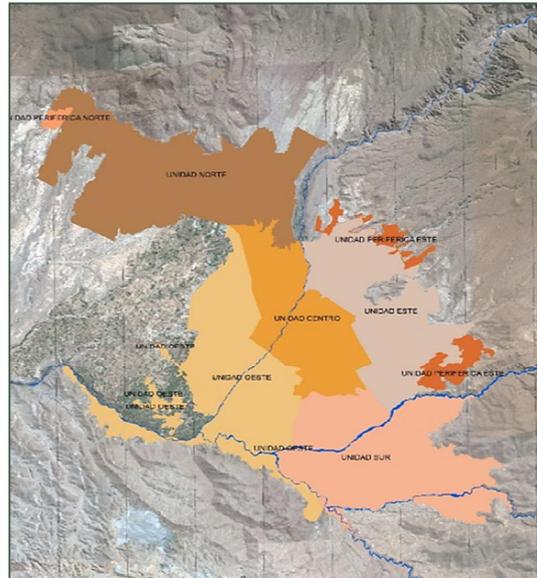


Imagen 60: Unidades Urbanas  
Fuentes: PDAM

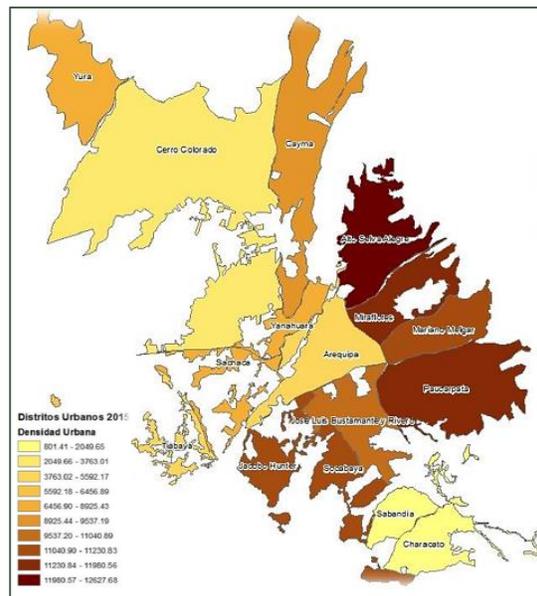


Imagen 61: Mapa de Densidades 2015  
Fuente: PDAM

Por otro lado las pendientes en la ciudad de Arequipa tienen valores muy variados. La presencia de tres volcanes y la localización de la ciudad en el Valle del Chili. La población se ha desarrollado en superficies próximas al Centro Histórico con menos pendiente y también ocupando el área agrícola. Los movimientos migratorios y la necesidad de vivienda han generado la ocupación de terrenos eriazos en muchas ocasiones en zonas con pendientes fuertes, con poca accesibilidad y sin servicios. Como se observa en la imagen la topografía ha sido un límite para la ocupación de territorio y la expansión urbana.

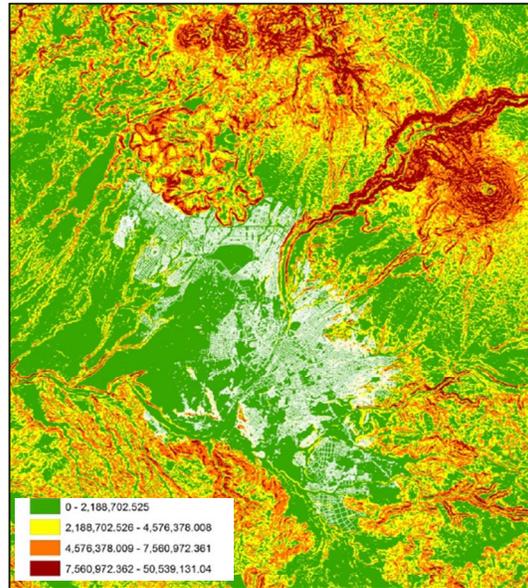


Imagen 62: Mapa de Pendientes  
Fuente: PDAM

Así también, la ciudad de Arequipa se caracteriza por las distintas actividades y equipamientos. Los mismos que generan los desplazamientos y las áreas de ocupación del territorio.

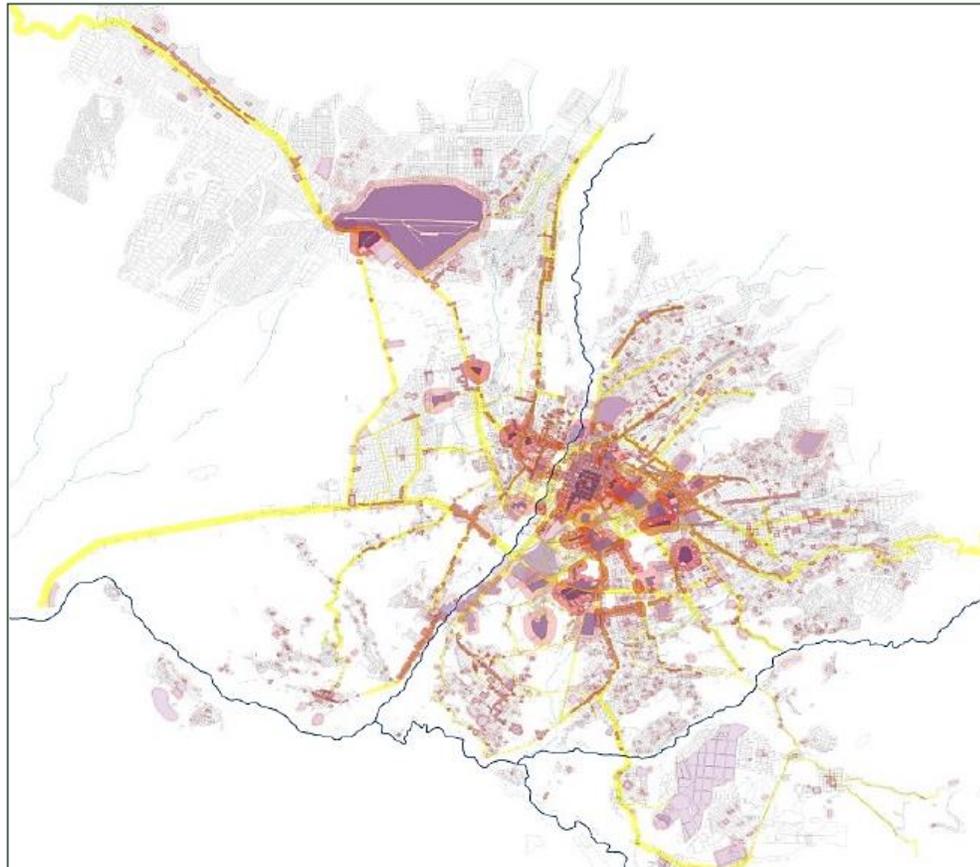


Imagen 63: Análisis de Centralidades Arequipa Urbana 2015  
Fuente: PDAM

Tras el análisis del PDAM de los distintos tipos de equipamientos como: comercio, salud, educación, recreación y otros usos, y luego catalogándolos a nivel local, sectorial, zonal y metropolitano, se concluye que la ciudad de Arequipa tiene un carácter radiocéntrico. Sin embargo también se infiere la dispersión de equipamientos menores en los distritos de Alto Selva Alegre, Miraflores, Mariano Melgar, Paucarpata, Sabandía, Characato, Socabaya, Cerro Colorado (Pachacutec y Ciudad de Dios, Zamácola) y Cayma (partes altas).

Además se observa una centralidad incipiente en la unidad norte, en la cual se ubica el aeropuerto y equipamientos de nivel local. La ocupación de este territorio se ha realizado de forma no planificada y dispersa. Este sector genera desplazamientos a mayor distancia y duración.

### 5.1.2 Delimitación y Etapas

El área de estudio del proyecto se verá condicionado por los factores descritos anteriormente. Debido a la extensión de la ciudad, del número de habitantes, se propone dividir el proyecto en tres etapas.

Partiendo de la premisa de desplazamientos no mayores a 5 kilómetros, se configura la etapa inicial en la unidad central, la segunda etapa concéntrica a la primera con 5 kilómetros más. Por último la tercera etapa para la unidad norte, la cual presenta una mayor superficie y su emplazamiento aislado de la unidad central. Dando como resultado la siguiente propuesta:

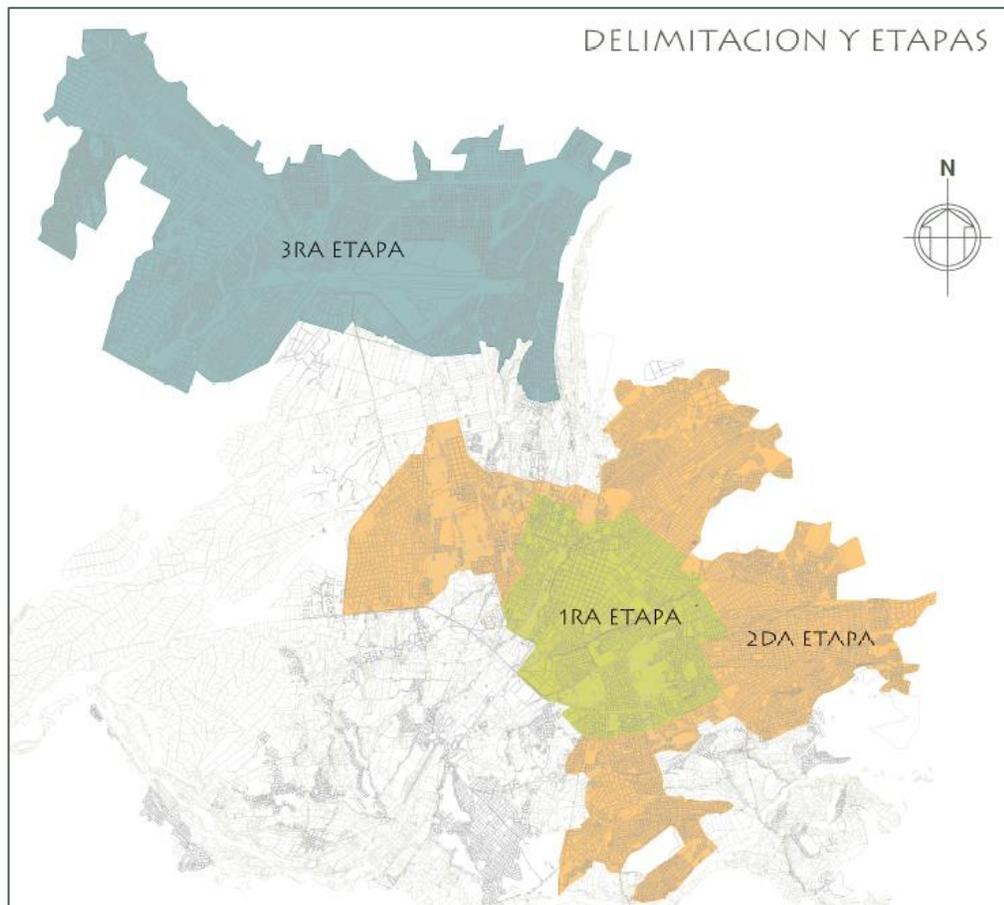


Imagen 64: Delimitación y Etapas  
Fuente: Elaboración propia

## 5.2 RUTAS

### 5.2.1 Sectores de Origen

Los sectores de la ciudad que generan los desplazamientos, en su mayoría son las zonas residenciales. En el área del proyecto se han identificado las siguientes zonas de vivienda:

Tabla 6: Sectores de Origen: Características

SECTOR	CARACTERÍSTICAS
SECTOR 1	Se ubica en el distrito de Yanahuara, al norte de la Avenida Ejército-Corredor BRT. Es una zona residencial con presencia de arquitectura colonial y de densidad baja y media.
SECTOR 2	El sector está al sur de la Avenida Ejército-Corredor BRT y al oeste del Río Chili. Es una zona residencial de densidad baja y media, con equipamientos educativos y comerciales importantes.
SECTOR 3	El Centro Histórico de la ciudad, presenta algunas zonas residenciales significativas, los Tambos y el barrio de San Lázaro.
SECTOR 4	Localizada en el distrito de Miraflores, al noreste de la Avenida Progreso. Es una zona residencial de densidad baja, con viviendas de una o dos alturas.
SECTOR 5	Situada en al este de la calle Goyoneche, contiene zonas residenciales bien definidas, como las urbanizaciones IV centenario y La Negrita.
SECTOR 6	La zona se caracteriza por urbanizaciones residenciales como Cabaña María, ASVEA, Cooperativa Universitaria y las Unidades de Vivienda de Francisco Mostajo. Este sector está delimitado por las Avenidas Venezuela y la Avenida Los Incas, ambas de gran intensidad vehicular
SECTOR 7	Esta área está compuesta por las urbanizaciones Los Ángeles, Urb. Pablo VI, SIDSUR, Ferroviarios y Juan el Bueno. Se ubican al oeste de la Avenida Mariscal Cáceres y la Avenida Alcides Carrión, ambas incluidas en el corredor BRT.
SECTOR 8	Esta zona de la ciudad se ubica en el distrito de José Luis Bustamante y Rivero. Presenta grandes urbanizaciones como La Cantuta y Guardia Civil y un sector en desarrollo de pequeñas urbanizaciones al lado oeste de la Avenida Lambramani. La presencia de esta avenida y la Avenida Kennedy conectan este sector con el centro de la ciudad.
SECTOR 9	Se ubica en el distrito de José Luis Bustamante y Rivero, con las urbanizaciones Agricultura y Bancarios. Las Avenidas que lo contienen son la Avenida Alcides Carrión y la Avenida Dolores.
SECTOR 10	Esta zona localizada en el distrito de José Luis Bustamante y Rivero, tiene presente las urbanizaciones Puerta Verde, Pedro Diez Canseco, La Melgariana y La Villa Medica

Fuente: Elaboración Propia

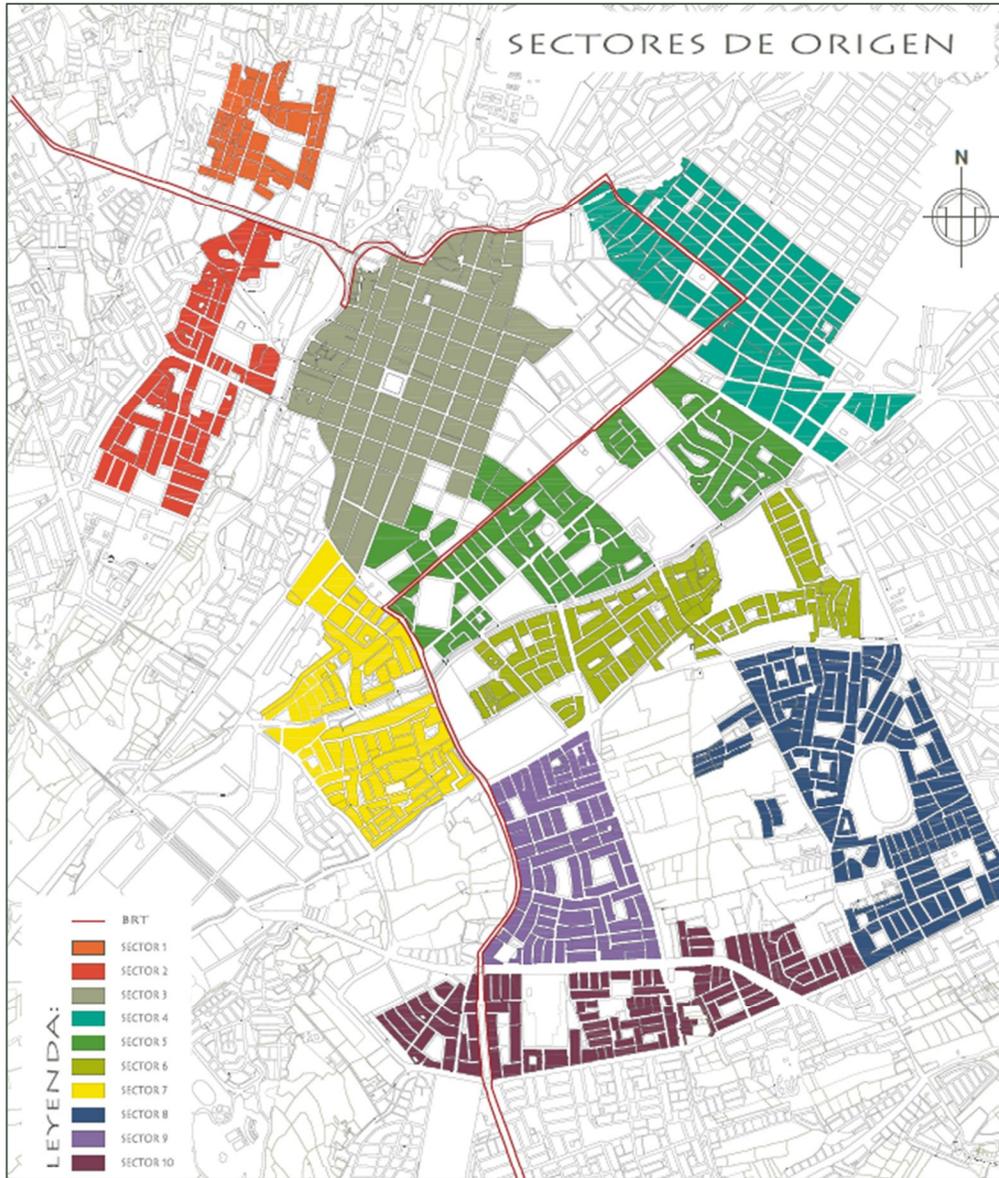
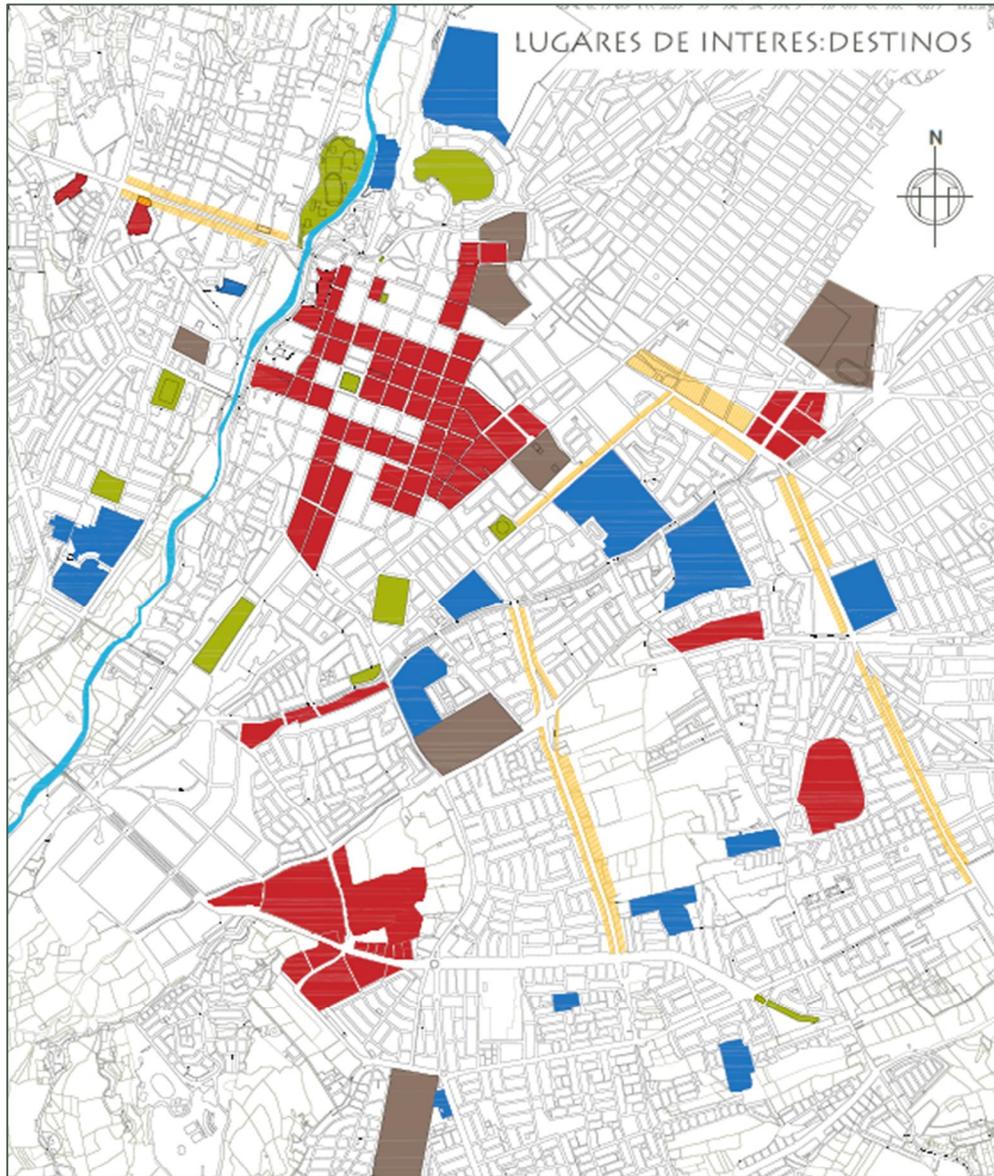


Imagen 65: Sectores de Origen  
Fuente: Elaboración Propia

### 5.2.2 Sectores de Destino

Los lugares de destino en la ciudad están integrados por los equipamientos de educación, recreación y centros de trabajo. La propuesta contiene los siguientes equipamientos de influencia metropolitana y distrital:



LEYENDA	 COMERCIO ESPECIALIZADO	Area Comercial Mariscal Castilla (Construcción) Avenida Dolores (Restaurantes, venta de vehículos, Avenida Jesús (construcción, vehículos) y Avenida John F. Kennedy (Policlínicos, Comercio)
	 COMERCIO	Mercado San Camilo, Mercado El Palomar, Mercado Andrés Avelino Cáceres, Mercado Feria del Altiplano, Mercado Los Incas Centro Comercial Siglo XX, Centro Comercial Nova Center, Centro Comercial Lambramani, Centro Comercial Aventura Plaza, Centro Comercial Real Plaza, Centro Comercial Real Plaza, Centro Comercial Don Ramón.
	 EDUCACION	Universidad Nacional de San Agustín (5 campus), Universidad Alas Peruanas, Universidad Católica Santa María, Universidad Católica San Pablo, Instituto del Sur, Instituto Pedro P. Díaz, Colegio Independencia, Colegio Gran Unidad Escolar, Colegio San Juan Bautista de La Salle, Colegio Nuestra Señora de Fátima, Colegio Nuestra Señora del Pilar, Colegio Salesianos Don Bosco, Colegio Militar Francisco Bolognesi
	 OTROS USOS	Plaza de Armas, Plaza San Lázaro, Parque Selva Alegre, Parque Los Coritos, Parque Libertad de Expresión, Club Privado Internacional, Coliseo Independencia, Estadio Melgar, Estadio Umacollo.
	 RECREACION	Hospital General Honorio Delgado, Hospital Goyoneche, Policlínico Yanahuara, Hospital Central ESSALUD, Cementerio General, Cuartel Militar, Gobierno Regional.

Imagen 66: Equipamientos de Interés  
Fuente: Elaboración Propia

Después de identificar los principales destinos de desplazamiento de la ciudad, se identifican las zonas de destino, agrupando los equipamientos próximos. El resultado es la siguiente imagen:

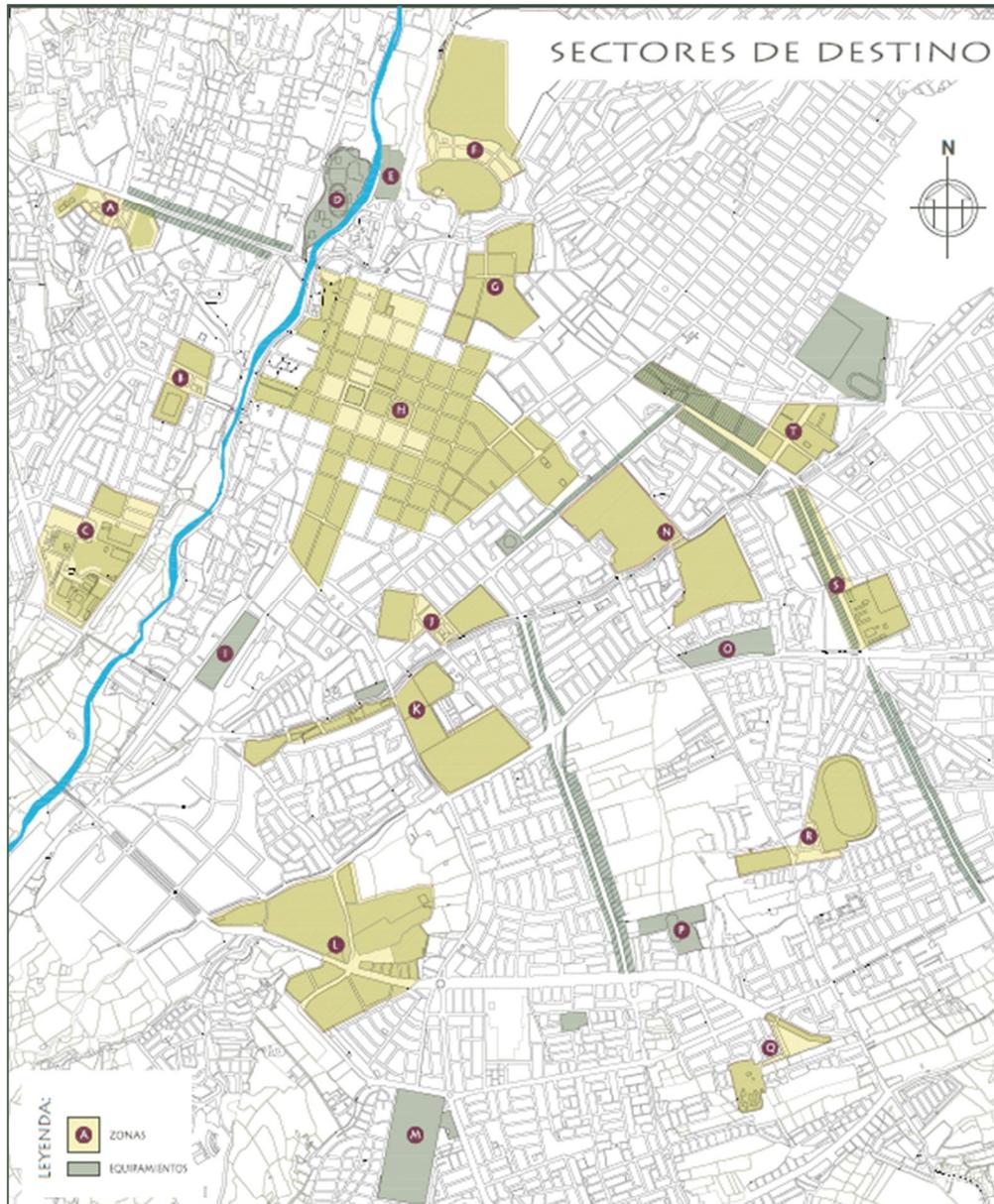
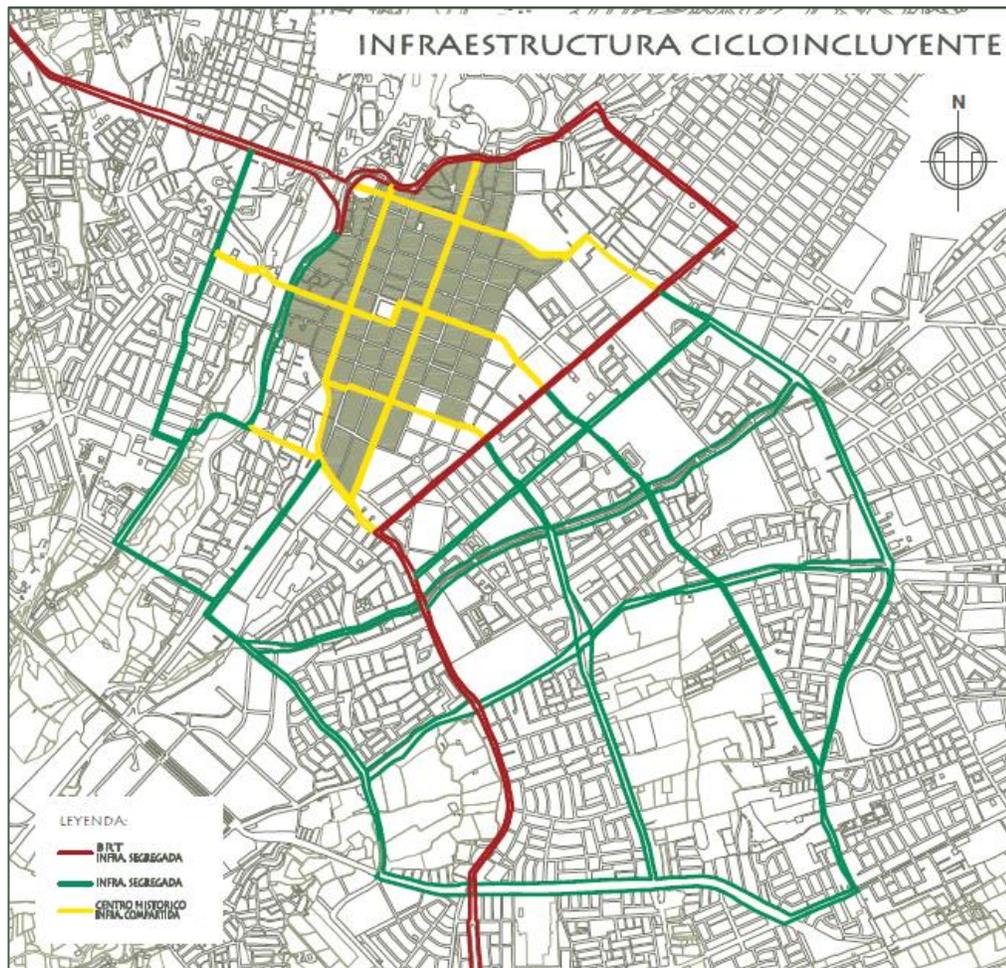


Imagen 67: Sectores de Destino  
Fuente: Elaboración Propia

La demanda potencial se encuentra en la población universitaria con 51 000 alumnos:

- Universidad Nacional de San Agustín: 27 000 alumnos.
- Universidad Católica Santa María: 12 000 alumnos.
- Universidad Católica San Pablo: 6 000 alumnos.
- Universidad Alas Peruanas, Filial Arequipa: 6 000 alumnos.

**5.2.3 Red Propuesta:**  
Ver Plano A1



*Imagen 68: Propuesta de Infraestructura Cicloinclusiva  
Fuente: Elaboración Propia*



# 6 DISEÑO DEL SBP: MISTIBICI

En este capítulo se desarrolla siguiendo la estructura propuesta según *Sistemas Públicos de Bicicleta para América Latina, guía práctica para implementación*.

La presente propuesta se concibe como una primera fase del Proyecto de Implementación de un Sistema de Bicicletas Públicas, al cual se le ha denominado “MISTIBICI”. El nombre corresponde a la fusión de dos palabras, Misti y Bici. La primera en alusión a uno de los tres volcanes de la ciudad. El Misti, símbolo de la ciudad.

El proyecto de un SBP para la ciudad de Arequipa comprendería 1 500 bicicletas y 150 estaciones, según la tabla: Promedio y mediana de cifras clave del SBP en la muestra OBIS (ver Anexo). Se propone la ejecución en tres etapas: la primera con 700 bicicletas y 50 estaciones, la segunda y tercera de 400 bicicletas y 50 estaciones.

## 6.1 DISTRIBUCIÓN DE INFRAESTRUCTURA

### 6.1.1 Estaciones

La localización de las estaciones del SBP es un muy importante para su desarrollo y éxito. Para ello se debe tener en cuenta los siguientes criterios para la ubicación de estaciones:

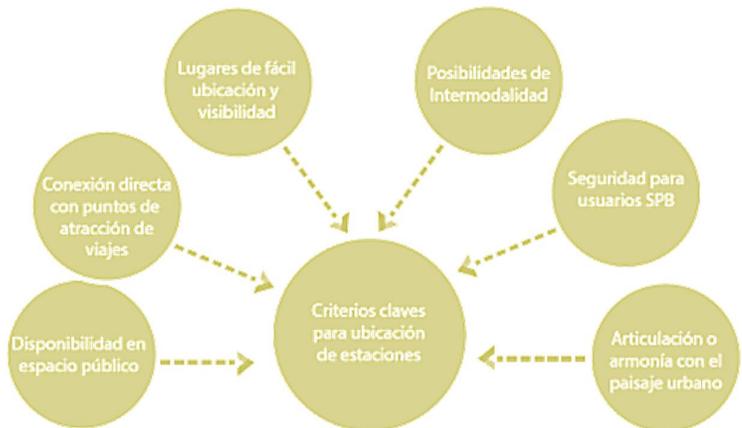


Imagen 69: Criterios claves para ubicación de estaciones  
Fuente: Fuente: *Sistemas Públicos de Bicicletas para América Latina. Guía práctica para implementación*

En el capítulo anterior, se definió las zonas e equipamientos con mayor demanda de movilidad y movilidad. Para la primera etapa de implementación del proyecto se plantea la siguiente distribución de estaciones:

Tabla 7: Estaciones SBP Mistibici, Primera Etapa

ESTACIONES TIPO	NUMERO DE ESTACIONES	NUMERO DE ANCLAJES	TOTAL
<b>Estaciones grandes</b>	15	32	480
<b>Estaciones medianas</b>	20	24	480
<b>Estaciones pequeñas</b>	15	16	240
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>		<b>1200</b>

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen se muestra la distribución de las estaciones del SBP:

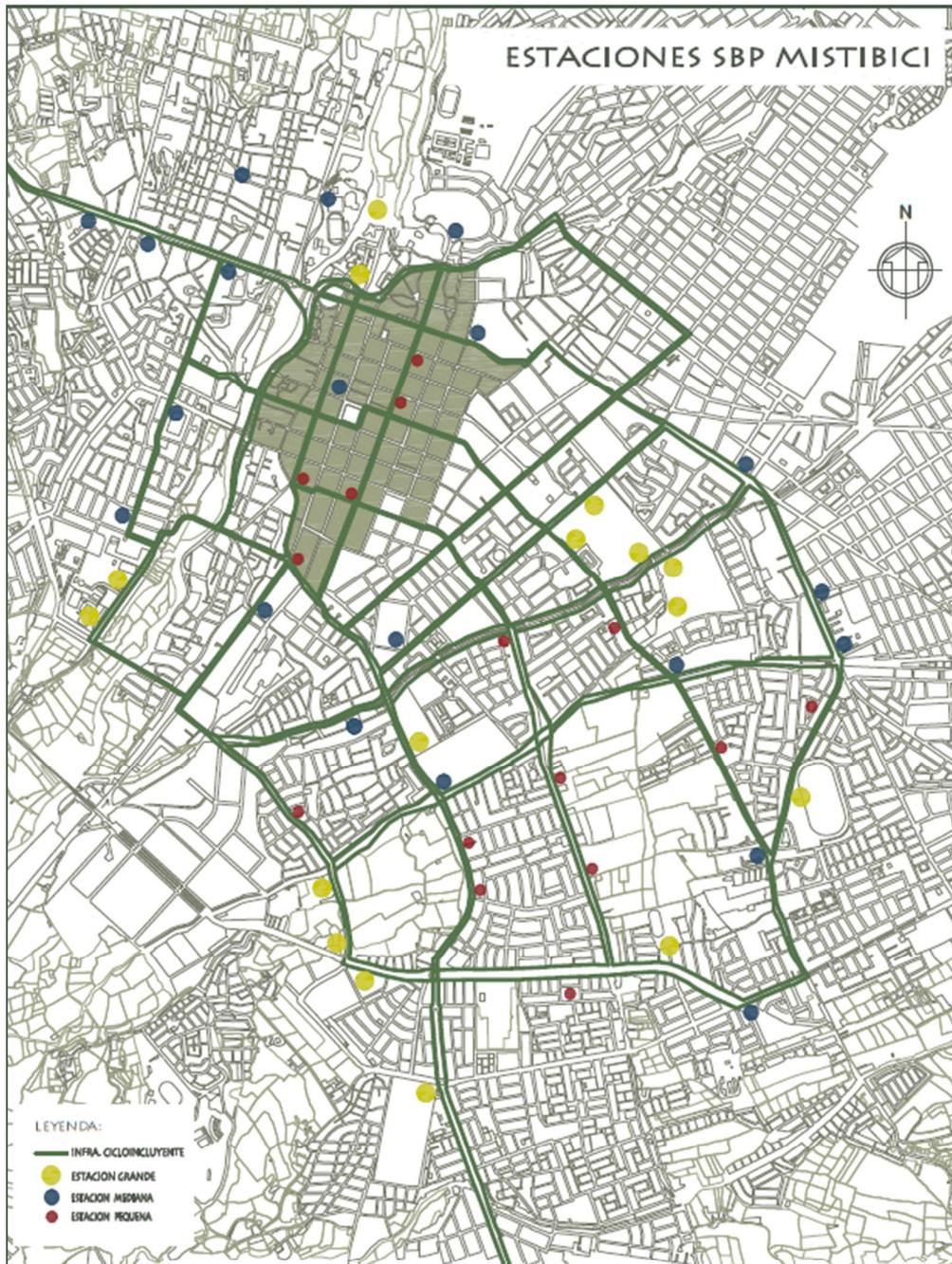


Imagen 70: Estaciones SBP Mistibici  
Fuente: Elaboración propia

## 6.2 TIPO DE SISTEMA

La elección del sistema (manual o automático) responde al análisis de variables económicas, costos de inversión y de operación y el tamaño del sistema. La diferencia fundamental entre los sistemas es la tecnología que se implemente para entregar y recibir la bicicleta. Además el sistema manual es más económico en la implantación pero resulta más costosa su operación a mediano y largo plazo que el sistema automático. El sistema manual emplea mayor tiempo para la entrega y recepción de una bicicleta.

Teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de ambos sistemas, y las recomendaciones de manuales para la implantación de SBP, la elección para la propuesta es un sistema automático de gama media, que dispondrá de un terminal con un interfaz directo con el usuario a través de un anclaje vertical.

Los componentes básicos para un sistema automático son el terminal o tótem y el anclaje o dock.

### 6.2.1 Terminal o Tótem

Es un elemento vertical que permite identificar la estación, ya sea físicamente en el espacio público como de forma virtual por un sistema de código único que contienen las características de la estación como su ubicación y número de anclajes con sus códigos de identificación. La columna concentra las funciones y servicios de la estación, en especial el préstamo de bicicletas.

Para el funcionamiento es necesario un terminal de computador y un software para el funcionamiento de la estación y para la interconexión con el centro de control.



Imagen 71: Modelos de Terminal  
Fuente: [www.smoove.es](http://www.smoove.es)

### 6.2.2 Anclaje o dock

Es el elemento vertical (dock) u horizontal (bancada) que permite asegurar las bicicletas a la estación para tenerlas a disposición de los usuarios o para recibirlas después de que estos las han utilizado. Este elemento, que puede ser individual (dock) o colectivo (bancada), cumple una función estratégica en la lectura de identificación de las bicicletas que son reintegradas y las que van a ser liberadas por medio de préstamo automático.

Los anclajes representan una inversión económica elevada por disponer de elementos anti vandalismo, sistemas electromagnéticos, informáticos y de comunicaciones.



Imagen 72: Modelos de Anclaje  
Fuente: [www.smoove.es](http://www.smoove.es)

## 6.3 SOFTWARE

El sistema de gestión de un SPB se compone de un conjunto de software de manejo de toda la información y datos que se demandan dentro del mismo. Presenta tres partes principales:

- Sistema de identificación, validación, entrega y recibido (SIVER)
- Sistema general de control y comunicación central (SGCC)
- Sistema de información, afiliación y atención al usuario (SINAU)

### 6.3.1 Sistema de identificación, validación, entrega y recibido

Los SIVER son sistemas que deben tener cada una de las estaciones para permitir:

- Identificar un usuario o una bicicleta
- Validar la identidad del usuario (por consulta con la base de afiliados)
- Aceptar un nuevo usuario temporal (por código preestablecido o por solicitud en el terminal)
- Permitir el préstamo de la bicicleta
- Recibir de regreso una bicicleta

El SIVER estará programado para operar e interactuar con los siguientes elementos, medios o sistemas de hardware:

- Equipo principal: terminal (lector de tarjeta, pantalla, teclado).
- Medios de identificación y pago.
- Equipo de anclajes electromagnéticos con lectores, identificación de radiofrecuencia (RFID, por sus siglas en inglés) (entregar y recibir bicicletas).
- Bicicletas con identificación RFID.
- Sistema de comunicación a distancia para consultas y validación

Entre más universal sea el acceso a la tarjeta y a la tecnología, el sistema tiene más posibilidades de tener más afiliados y, además, generaría un sentido de respeto y pertenencia hacia el sistema para evitar el vandalismo, los ataques y robos. Este sistema se requiere instalar para cada estación.

### 6.3.2 Sistema general de control y comunicación central

Del SGCC se puede decir que es la parte más compleja del software ya que permite hacer la conexión entre el SIVER y el préstamo de la bicicleta, además de comunicarse con el SINAU, al brindar información sobre la operación.

El sistema de control y comunicación deberá contar con herramientas tecnológicas que permitan realizar un seguimiento a la operación general del SPB. El SGCC podrá brindar información en tiempo real, tanto en base de datos como de georreferenciación, sobre:

- Ubicación espacial de las estaciones e identificación de cada una de las bicicletas ancladas en estas.
- Disponibilidad de bicicletas y puntos de anclaje en cada una de las estaciones
- Relacionamiento de un usuario específico a una única bicicleta.
- Comunicación de la terminal con el centro de control operacional, mantener en tiempo real información sobre las transacciones realizadas en cada estación.
- Comunicación de los puntos de anclaje con la terminal de la estación.
- Comunicación de las bicicletas con los puntos de anclaje y con el centro de control operacional.

- Comunicación entre el módulo e interfaz con personal de la empresa concesionaria para la operación y planeación del Sistema (por ejemplo, generación de matrices Origen-Destino y registros de GPS).
- Brinda datos del estado de la flota y estaciones a manera de inventario y disponibilidad.
- Brinda datos de mantenimiento de la flota y estaciones a manera de inventario y disponibilidad.

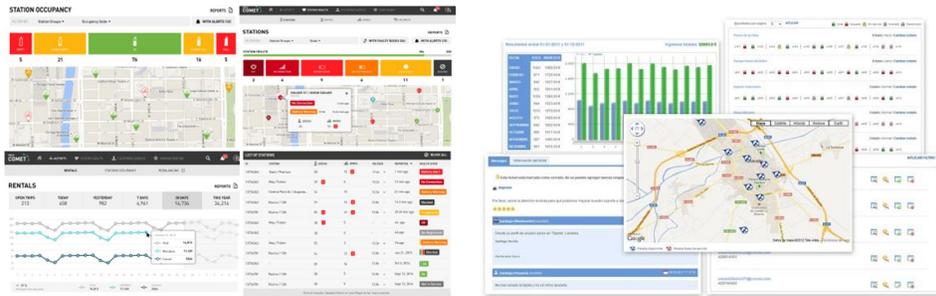


Imagen 73: Modelos de Centro de Control Web  
Fuente: [www.usualbike.com](http://www.usualbike.com) y [www.pbsc.com/es](http://www.pbsc.com/es)

Las funciones principales que debe cumplir este sistema son: recibir información del SIVER y determinar si el usuario está bloqueado o no para acceder al préstamo, y así poder realizar las acciones correspondientes en la estación para liberar una bicicleta y controlar la interfaz del usuario en la estación.

### 6.3.3 Sistema de información, afiliación y atención al usuario

El portal web debe contener las siguientes secciones:

- Descripción del sistema: instrucciones generales de uso del SPB.
- Registro: instrucciones para el proceso de registro o abonamiento.
- Formas de pago: para el uso del SPB para no abonados.
- Formato de registro: para el registro de las membresías anuales, semestrales, mensuales, semanales e inscripción diaria.
- Mapa de estaciones: para cada una de estas debe mostrar, al menos, el nombre y el inventario disponible de número de bicicletas en promedio y el número de puntos de anclaje.
- Simbología de estaciones: debe mostrar rápidamente el estado y la disponibilidad de bicicletas.



Imagen 74: Portales Web: Velib' y Mibici  
Fuente: [www.mibici.net](http://www.mibici.net) y [www.velib.paris](http://www.velib.paris)

El portal web del SPB se puede considerar completamente funcional si permite a usuarios y al público en general acceder a este y utilizar todas sus funciones con las más altas medidas de seguridad y una muy alta capacidad de consulta, incluso en los momentos de mayor carga o frecuentación.

## 6.4 EQUIPO

### 6.4.1 La bicicleta

La bicicleta empleada en un SBP, es aquella concebida para trabajos pesado por múltiples viajes diarios, por una variedad de usuarios y estar bastante tiempo a la intemperie y expuesta a accidentes, robos y vandalismo. En consecuencia la bicicleta es más robusta, pesada, sistemas de fijación para llaves no convencionales. Además presenta varios elementos plásticos de protección para evitar el contacto deliberado o no deliberado con alguna de sus partes. Conjuntamente se emplea para fijar anuncios comerciales y la marca des SBP. Por otro lado dispone de un canasto o parrilla para llevar objetos.

La compañía PBSC Urban Solutions ofrece los siguientes modelos de bicicleta:

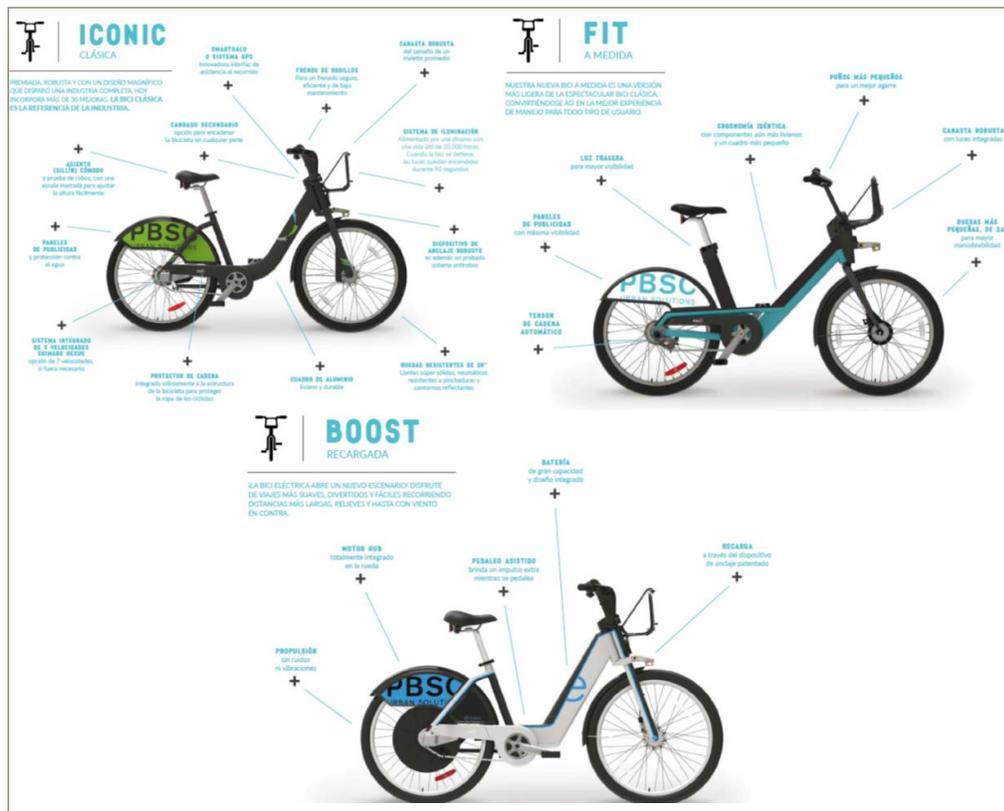


Imagen 75: Modelos de bicicleta  
Fuente: [www.pbsc.com/es](http://www.pbsc.com/es)

Otra característica importante de las bicicletas públicas es la necesidad de una identificación por Radio Frecuencia (RFID, por su sigla en inglés). El RFID es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos que se puede activar a distancia. La ventaja de su utilización es la transmisión de la identidad o número de serie único de la bicicleta mediante ondas de radio.

Este dispositivo contiene antenas para permitir al sistema transmitir peticiones, en este caso la principal función es lograr la identificación de la bicicleta cuando es regresada a la estación y lograr activar los mecanismos que la sujetan o fijan al anclaje. Como se trata de una identificación pasiva no requiere alimentación eléctrica.

#### **6.4.2 Propiedad de las bicicletas**

La propiedad de las bicicletas obedecerá al tipo de modelo de gestión que se decida emplear.

- Público: las bicicletas y demás equipo son propiedad del Estado o del Gobierno municipal.
- Público-privada: habitualmente las bicicletas serán propiedad del operador privado.
- Concesión: las bicicletas, los equipos y sistemas pasarán a ser propiedad de la ciudad después del tiempo de explotación.

### **6.5 OPERACIÓN**

Las características que se elijan para la operación de sistema determinaran el costo del mismo.

#### **6.5.1 Días del servicio y horarios**

Con un sistema automático se puede operar 7/7 días y 24/24 horas, 365 días al año, lo que implica costos elevados de operación. El horario de servicio puede variar de acuerdo al clima o estación del año. El uso debe ajustarse al máximo a la demanda y que pueda generar alternativa de movilidad para distintos usuarios.

Para el inicio del servicio del SBP Mistibici se propone un horario de desde las 6.00 horas hasta las 24.00 horas de lunes a sábado durante todo el año. En la siguiente etapa, previa evaluación y demanda, se podrá implementar un servicio de 24 horas y los 7 días de la semana.

#### **6.5.2 Condiciones y restricciones de uso del sistema**

Las condiciones y restricciones mínimas a tener en cuenta para los usuarios son las siguientes:

- Edad: el usuario debe ser mayor de edad o un menor de edad con autorización de sus padres.
- Residencia: el usuario debe residir en la ciudad. Para el caso de usuarios no residentes se incluirán en una siguiente etapa.
- Información mínima para el registro: número de documento de identidad, referencia bancaria, domicilio, ocupación y medio de pago de membresía.

#### **6.5.3 Redistribución o balanceo de bicicletas**

La redistribución o balanceo de bicicletas es el sistema logístico para disponer permanente de unidades de bicicletas o puestos de anclaje en las estaciones.

La demanda de las bicicletas es asimétrica en el tiempo y en el espacio, existen momentos y lugares en el que se requiere más bicicletas o más anclajes. Por lo tanto se hace necesario balancear el sistema. Este servicio se realiza con vehículos de alta o mediana capacidad para transportar bicicletas. Este aspecto representa un alto costo económico de operación y un indicador de calidad del servicio: disponibilidad de bicicleta o puesto de anclaje.

El SGCC ayudara a conocer en tiempo real es estado de las estaciones, si se encuentran saturadas o desocupadas. Un parámetro de disponibilidad es aproximadamente un 25%, ya sea en oferta de bicicletas o de anclajes.

#### **6.5.4 Control, mantenimiento y reparación del sistema**

El control, mantenimiento y reparación se realizan desde un Centro de Control y Mantenimiento. La ubicación de este lugar es de gran importancia ya que afectara en los costos logísticos del sistema.

Este espacio alberga diversas actividades de la operación del sistema, como monitoreo y control, base de la logística de balanceo, talleres de mantenimiento, centro de gestión, operación de las estaciones.

El mantenimiento del SBP debe definirse en dos tipos básicos: preventivo y correctivo.

##### **6.5.4.1 Preventivo**

- a. Preventivo Local (In situ):
  - Inspección diaria de estaciones y bicicletas
  - Reporte diario de fallas
  - Limpieza general de estaciones y bicicletas
  - Verificación o mantenimiento del elementos electrónicos
- b. Preventivo remoto:
  - Verificación automática del sistema y la comunicación
  - Copias respaldo del sistema
  - Análisis del listado mensual de incidencias recurrentes

##### **6.5.4.2 Correctivo**

- a. Correctivo Local:
  - Atención de quejas, reclamos de los usuarios
  - Atención de incidencias técnicas de las estaciones
- b. Correctivo Remoto:
  - Línea de atención
  - Mantenimiento especializado

## **6.6 MERCADEO Y COMUNICACIÓN SOCIAL**

El éxito del SBP dependerá también de una estrategia de mercadeo, gestión y comunicación social. El coste debe estar incluido en el presupuesto inicial de inversión.

En primer lugar se debe iniciar por definir y construir un nombre o marca comercial del SBP. La presentación al público del SBP deberá contar con un nombre comercial, estrategia de maraca, imagen gráfica y audiovisual. Se deben tener en cuenta los siguientes elementos:

- Definición de nombre e imagen
- Manual de identidad gráfica y audiovisual
- Mercadeo social y promoción del sistema
- Campañas de información sensibilización y programas de educación
- Esquema de vinculación de usuarios al sistema
- Atención al usuario

## 6.7 COSTOS

### 6.7.1 Costo de inversión inicial

#### 6.7.1.1 Estudio de estructuración técnica, operativa, legal y financiera:

El estudio debe contener una estructuración que defina en detalle el SBP. Desde la estructura administrativa y gerencial, las características de operación del sistema y la estructura financiera más recomendable para el proyecto.

El costo aproximado es de 135 000 y 220 000 euros y un tiempo de 4 a 6 meses.

#### 6.7.1.2 Estaciones terminales, anclajes y bicicletas (software y hardware)

Existe una gran variedad de tipos, y tamaños de estaciones. Se establece tres configuraciones con sus respectivos precios en las siguientes tablas:

**Tabla 8: Precios aproximados de componentes de las estaciones de un SBP según gama, en euros**

COMPONENTES	GAMA BASICA	GAMA MEDIA	GAMA ALTA
ANCLAJE	650	850	1 350
BICICLETA	350	600	900
TERMINAL	3 100	7 000	11 600

Fuente: Sistemas Públicos de Bicicletas para América Latina. Guía práctica para implementación

**Tabla 9: Precios aproximados de estaciones de un SPB según tamaños y gamas, en euros**

	GAMA BASICA	GAMA MEDIA	GAMA ALTA
10 anclajes, 8 bicicletas y 1 terminal	14 200	22 700	36 650
15 anclajes, 12 bicicletas y 1 terminal	16800	29800	42 500
20 anclajes, 16 bicicletas y 1 terminal	25300	33 350	52 700

En estos precios está incluido el software necesario para el financiamiento de un SPB.

Fuente: Sistemas Públicos de Bicicletas para América Latina. Guía práctica para implementación

Se debe analizar detalladamente la ubicación, el tamaño y el proveedor del material de las estaciones automáticas, ya que representa entre el 75% y el 85% del monto total del SBP. Por último el software principal SIVER tiene un coste proporcional a la gama que se emplee y al tamaño final del SPB. El valor aproximado del software para cada estación es entre 450 y 900 euros. Se recomienda adquirir un software con único pago de licencia y adicionales por las nuevas versiones.

#### 6.7.1.3 Centro de control y gestión.

El coste del centro de control, mantenimiento y gestión depende del tamaño del sistema, el número de estaciones, bicicletas y anclajes y del número de locales para el mantenimiento.

El tamaño de la flota de vehículos de balanceo afectará en los costes. Un vehículo acondicionado para mover 20 bicicletas puede costar entre 12 500 a 18 000 euros.

La cantidad de talleres de reparación de bicicletas, terminales y anclajes dependerá del volumen de bicicletas que se reparen por día. Las herramientas básicas para este trabajo pueden llegar a costar desde 2 500 a 3 000 euros por cada puesto de trabajo. Cada puesto de trabajo puede realizar un mantenimiento de 20 a 25 bicicletas por día.

El almacén de repuestos e insumos de bicicletas, terminales y anclajes está condicionado a los niveles de mantenimiento y el detalle de las piezas y elementos. Debido a la poca disponibilidad en el mercado se requieren ser pedidos con antelación. Es recomendable tener un inventario de piezas y repuestos para todos los elementos. El coste estimado es igual al 50% de una estación completa.

La sala de control y de equipos informáticos, será concordante con el tamaño del sistema. Para un SBP con 100 estaciones, 1000 anclajes y 800 bicicletas se necesita una oficina de uno 15m<sup>2</sup>. El costo del software de gestión puede estar alrededor de los 9 000 a los 45 000 euros dependiendo del tamaño del sistema. Los equipos, mobiliario y acondicionamiento de dos puestos de trabajo pueden tener un valor de 12 000 a 18 000 euros.



\* Para 250 bicicletas se requieren como mínimo 300 anclajes.

Imagen 76: Costos de Inversión inicial total en porcentaje para un SBO de gama media 200 anclajes, 250 bicicletas y 12 estaciones, 2014

Fuente: Sistemas Públicos de Bicicletas para América Latina. Guía práctica para implementación

### 6.7.2 Costos de Operación

El número de empleados por bicicleta depende de todos los factores mencionados como el número de viajes que cada bicicleta realiza y del despliegue logístico de reposicionamiento y niveles de vandalismo, accidentes y robos. Una misma empresa operadora puede tener, con los mismos equipos (estaciones, bicicletas, etc.) en dos ciudades, una relación del doble de empleados o mecánicos por bicicleta, lo que en buena parte se explica por la intensidad de uso del sistema. No es lo mismo mantener, reparar y balancear un sistema que tiene 8 o 9 viajes de uno que tiene 4 o 5. Adicionalmente, será más costoso un sistema que a igual número de viajes, tiene tiempos promedio de uso significativamente más amplios que otro que tiene tiempos más bajos, por ejemplo, tiempo de 10 a 15 minutos frente a 20 a 25 minutos.

Los costos de operación son los siguientes:

- Mantenimiento y reparación (Estaciones, terminales, anclajes y bicicletas).
- Costos generales de operación.
- Costos de personal operativo.
- Logística de redistribución y balanceo del sistema.
- Promoción y ventas.
- Administración y Fiducia.
- Imprevistos.

En las siguientes imágenes, gráficos y tabla se muestran gastos en porcentajes y en cifras (valor en USD) para la etapa de Operación del SBP para 6 años, realizados en el 2014:



Imagen 77: Gastos de servicios generales de operación y de administración para un año promedio durante seis años de operación en porcentaje para un SBP de gama media, 2014.

Fuente: Sistemas Públicos de Bicicletas para América Latina. Guía práctica para implementación.

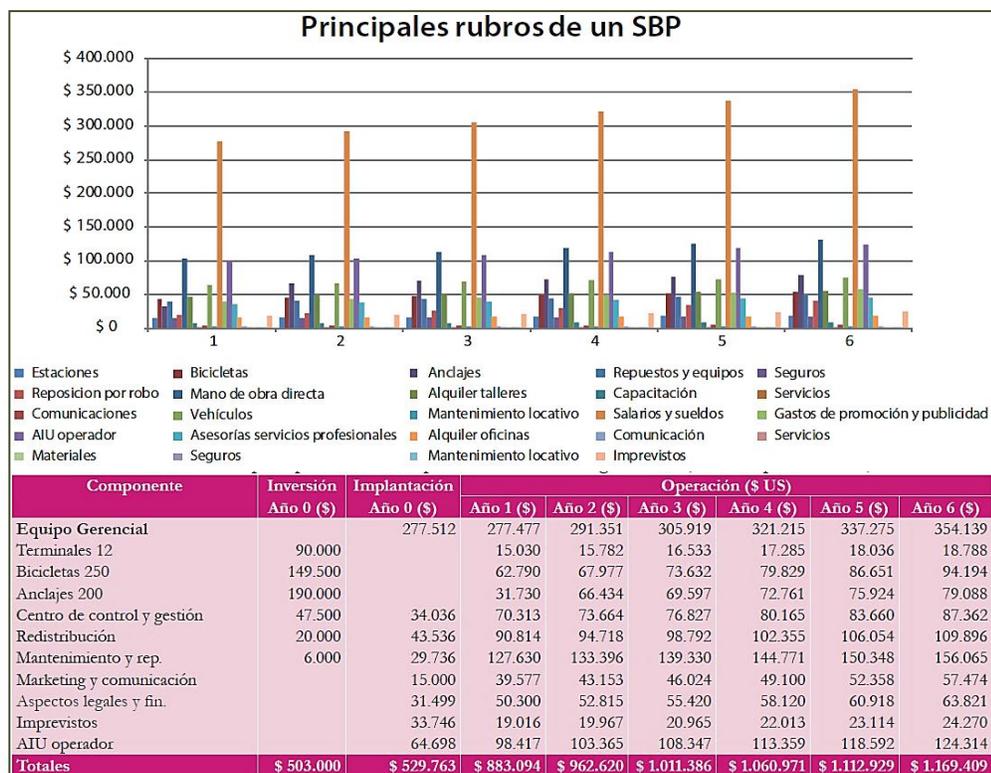


Imagen 78: Gráfico y Tabla de evolución anual de los principales rubros de operación de un SBP de gama media, en USD para seis años, 2014.  
 Fuente: Sistemas Públicos de Bicicletas para América Latina. Guía práctica para implementación.

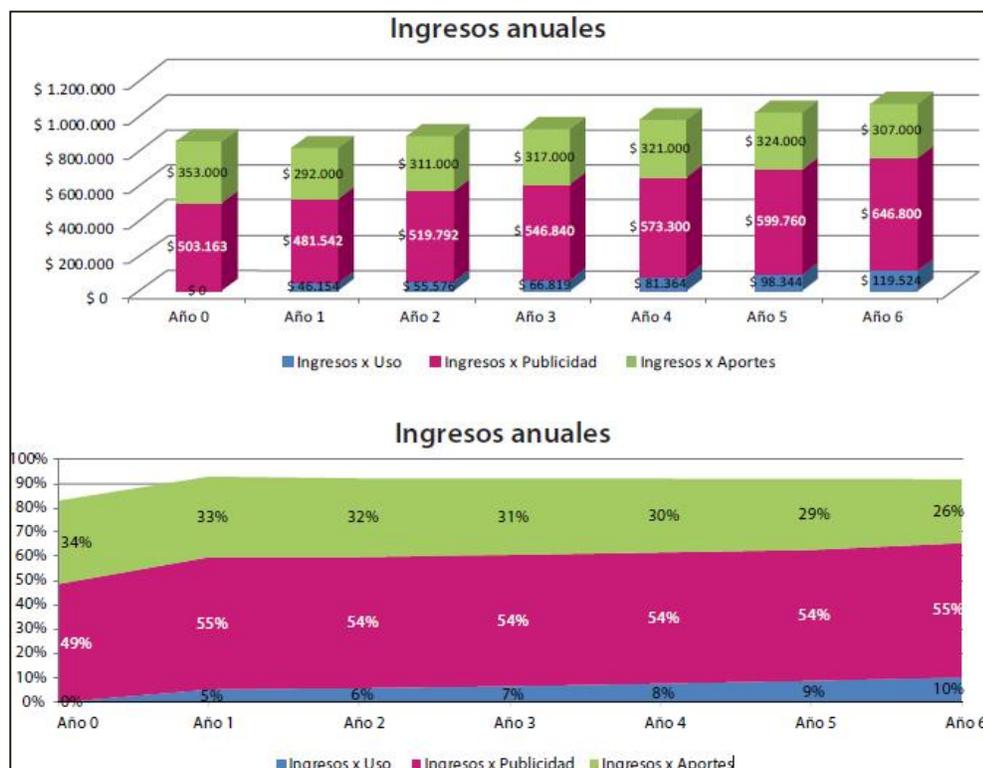


Imagen 79: Ingresos Proyectados para implantación y seis años de operación de un SBP de gama media, en USD 2014  
 Fuente: Sistemas Públicos de Bicicletas para América Latina. Guía práctica para implementación.

### 6.7.3 Presupuesto

Considerando lo explicado anteriormente, se procede a la elaboración de un presupuesto general de los costes de los componentes del sistema en la etapa de Inversiones Implementación:

Tabla 10: Presupuesto General SBP Mistibici, Primera Etapa en euros

COMPONENTES DEL SISTEMA	INVERSION		IMPLEMENTACION	
	VALOR	%	VALOR	%
	AÑO 0		AÑO 0	
<b>1 Equipo Administrativo y General</b>				
Estudios	0	0%	200,000	33%
Salarios	0	0%	150,000	24%
<b>2 Infraestructura</b>				
Terminales (50)	350,000	16%	0	0%
Anclajes (1200)	960,000	43%	0	0%
Bicicletas (1000)	600,000	27%	0	0%
Bicicletas (holgura) (100)	60,000	3%	0	0%
Bicicletas (perdidas)	0	0%	0	0%
<b>3 Centro de Control y Gestión</b>				
Equipos de oficina	20,000	1%	0	0%
Sistema de operaciones	150,000	7%	0	0%
Mano de obra indirecta	0	0%	36,000	6%
Alquiler de oficinas	0	0%	9,000	1%
Otros Gastos	0	0%	4,113	1%
<b>4 Redistribución</b>	75,000	3%	9,782	2%
<b>5 Mantenimiento y reparaciones</b>	12,000	1%	30,000	5%
<b>6 Marketing y Comunicación Social</b>	0	0%	25,000	4%
<b>7 Aspectos Legales y Financieros</b>	0	0%	40,000	7%
<b>8 Imprevistos</b>	0	0%	30,731	5%
<b>9 Operador Sistema</b>	0	0%	80,000	13%
<b>TOTAL</b>	<b>2,227,000</b>	<b>100%</b>	<b>614,627</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración Propia

## 6.8 FINANCIACIÓN

Las principales fuentes de financiación del sistema son:

- Subvención Pública
- Ingresos operacionales: membresía, cobros por uso extendido, multas
- Ingresos no operacionales: Explotación por publicidad

### 6.8.1 Subvención Pública

La subvención pública es un requisito para viabilizar un SBP, ya que las tarifas operacionales no alcanzan a cubrir el coste. Por ello, el SBP, debe ser subvencionado mediante aportes públicos, que estén presupuestados para la movilidad y salud pública de la ciudad.

### 6.8.2 Ingresos operacionales:

El cobro que se realice por el servicio a los usuarios es una de las formas de financiamiento, pero estos no son suficientes para sostener el sistema. Pero el cobro a los usuarios generan un compromiso con el sistema.

Los SBP tienen establecidos los siguientes cobros:

- Membresía: el usuario deberá abonar por la vinculación al sistema por un periodo determinado de tiempo: anual, semestral, mensual, diario.
- Uso extendido: el usuario deberá pagar por el tiempo que exceda del tiempo definido como gratuito por el operador.
- Por pérdida, robo o daños materiales irreparables: las condiciones deben estar reglamentadas por el operador y ser aceptados por el usuario en la vinculación al sistema.

### 6.8.3 Convenio de publicidad

Para la viabilidad del SPB se ha optado por la explotación económica de la publicidad. Un patrocinador o un grupo de anunciantes buscan la vinculación con el sistema. Se deberá definir las pautas básicas, que estarán consignados en el convenio o contrato.

La publicidad podrá ir ubicada en los principales componentes del sistema:

- Bicicleta: Guardabarros, Canasta, Marco.
- Ciclo estación: Tótem, anclaje.
- Tarjetas.
- Página web.
- Documentos de comunicación del sistema.
- Eventos y campañas.
- Vehículos de operación y mantenimiento.
- Uniformes.

### 6.8.4 Tarifas y abonos

La tarifa por el uso del SBP debe ser competitiva con los otros sistemas de movilidad disponibles en la ciudad. Así mismo deberían responder al poder adquisitivo de la población y ser una oferta atractiva para vincular una demanda suficiente para el éxito del SBP.

Es recomendable tener una tarifa diferenciada para la accesibilidad e inclusión de la población, así favorecer por ejemplo a la población estudiantil. Estas condiciones deben ser de fácil control para el operador del sistema.

Se deberán conocer los hábitos y recorridos promedio del público objetivo, pero también las políticas y objetivos que busca la ciudad con la implantación de SBP. En este caso se pretende promocionar la movilidad urbana en bicicleta, por lo tanto se propone que el sistema sea gratuito la "primera media hora". Asimismo se plantea una membresía anual de 20 euros y una mensual de 5 euros.

## 6.9 MODELO DE NEGOCIO

EL modelo de negocio define la manera de articulación y las responsabilidades de los actores implicados en las distintas etapas del SBP. Los modelos que se encuentran van desde esquemas totalmente públicos hasta totalmente privados:

- Totalmente público.
- Público con operador privado.
- Concesión pública de explotación de publicidad exterior, sin publicidad en el SPB.
- Concesión pública del SPB con explotación de publicidad en el sistema o por fuera.

- Privado con autorización pública, APP, alianza pública privada.
- Alquiler y sesión privado con autorización pública.
- Totalmente privado sin necesidad de autorización.

No existe modelo bueno o malo, la elección depende en gran medida del rol que las autoridades de la ciudad desean que el SBP desempeñe de la ciudad. Sin olvidar que se requiere un fuerte compromiso público para el liderazgo, financiación, implementación, operación y control del desempeño del sistema, también se debe tener claro los alcances y riesgos y particularmente los estándares de operación y de servicio al usuario.

Para el Mistibici, se propone un modelo público con operador privado.

## 6.10 SOSTENIBILIDAD DEL SBP

La sostenibilidad del SBP se puede valorar con la ayuda del Periodo de Retorno. El PR se obtiene mediante la relación costo/beneficio del proyecto. Como se trata de un proyecto de inversión pública, con el que la población recibirá beneficios sociales y ambientales.

Previamente se ha calculado el monto de la Inversión Inicial, a continuación se realizaran los cálculos de los beneficios para poder emplear la siguiente expresión y definir el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI):

$$\text{PRI} : \frac{\text{INVERSIÓN}_0}{\text{BENEFICIOS}}$$

### 6.10.1 Cálculo del ahorro socio-ambiental

Se supondrá que cada bicicleta del SPB realiza en promedio 4 viajes de 3km. Con una flota de 1 000 bicicletas son 12 000 km/día, y 3 756 000 km/año. (Suponiendo el año 313 días descontando domingos)

Para realizar el cálculo del ahorro socio-ambiental se emplea la tabla del Resumen de Costes Externos del Transporte, Estudio de Actualización, Infras 2004:

Tabla 11: Cálculo de ahorro Socio-ambiental SBP Mistibici

FACTOR	AUTOMÓVIL		MOTOCICLETA		
	E/km año	E/año	E/km año	E/año	
Sociales	Efectos Urbanos	0.0016	6 009.60	0.0011	4 131.60
	Accidentales	0.0309	116 060.40	0.1886	708 381.60
Ambiental	Ruido	0.0052	19 531.20	0.0130	60 096.00
	Contaminación Atmosférica	0.0101	37 935.60	0.0033	12 394.80
	Cambio Climático	0.0176	66 105.60	0.0117	43 945.20
	Naturaleza y Paisaje	0.0029	10 892.40	0.00207	7 774.92
<b>SUBTOTAL</b>			<b>256 534.80</b>		<b>836 724.12</b>
<b>TOTAL</b>					<b>1 093 258.92</b>

Fuente: Elaboración propia.

<http://www.transportpublic.org/images/pdf/20041000-infras-costosexterns.pdf>

### 6.10.2 Cálculo del ahorro energético

Para el cálculo del ahorro energético valoramos el ahorro de combustible (gasolina). En promedio el consumo de gasolina por 10 km es de 1 litros. Si el SBP realiza 3 756 000 km/año el consumo de gasolina ahorrado sería de 375 600 litros. El precio del litro de gasolina en Perú a del segundo cuatrimestre del año 2016 es de 0.78 euros. Dando como resultado un ahorro de 292 968 euros al año.

En la página [ecourbano.es](http://ecourbano.es) se puede obtener el ahorro de emisiones de Co2, empleando la herramienta de Calculadora Energética:

**Calculadora Energética** B  
E  
C  
O  
L  
O  
G  
I  
A  
N

**exponente**

(x1)       Giga(x10<sup>9</sup>)  
 Deca(x10)       Tera(x10<sup>12</sup>)  
 Kilo(x1000)       Peta(x10<sup>15</sup>)  
 Mega(x10<sup>6</sup>)       Eta(x10<sup>18</sup>)

**Energía**

x10<sup>0</sup>

kWh       Kg (masa)  
 Joule       termies  
 tep       Kg Uranio  
 tec       barril petrolio  
 litro gasolina       1 Tm torba  
 litro gasoil       1 Tm madera  
 m3 GN       caloria  
 Kg GLP

**exponente**

(x1)       Giga(x10<sup>9</sup>)  
 Deca(x10)       Tera(x10<sup>12</sup>)  
 Kilo(x1000)       Peta(x10<sup>15</sup>)  
 Mega(x10<sup>6</sup>)       Eta(x10<sup>18</sup>)

**Energía**

3.485.568,00 kWh      10,7579 Kg  
 12.548.044,8 Joule      23,1138 Kg Uranio  
 3.001.924,59 Termies      2.193,2847 barril petrolio  
 375.600,0000 litro gasolina      1.306,4348 1 Tm torba  
 345.552,0046 litro gasoil      939,0000 1 Tm madera  
 297.911,7945 m3 GN       tep  
 278.845,4400 Kg GLP      428,2609 tec  
 3.001.924,59 caloria

x10<sup>0</sup>

Imagen 80: Conversión del combustible litros a Tep  
Fuente: [http://ecourbano.es/calculadora\\_energetica.asp](http://ecourbano.es/calculadora_energetica.asp)

Se obtiene que el ahorro de Tep es 300.48. Teniendo en cuenta que 1 Tep es equivalente a 2.89 toneladas de CO2 según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Como resultado se tiene un ahorro de 868.38 Toneladas de CO2 al año.

### 6.10.3 Periodo de retorno

Con los datos obtenidos previamente, se aplica la fórmula:

$$PRI = \frac{INVERSIÓN_0}{BENEFICIOS} = \frac{2\ 841\ 627}{369\ 177.24 + 1\ 093\ 258.92} = 1,94 = 2 \text{ años}$$

El resultado obtenido de este ejercicio indica que el periodo de 2 años se recupera la inversión inicial. Cabe resaltar que este procedimiento sencillo se realiza para cuantificar beneficios del SBP no tangibles económicamente.



## 7 CONCLUSIONES

- El transporte en bicicleta contribuye en gran medida a mejorar la movilidad urbana en una ciudad. Es la mejor alternativa para desplazamientos cortos frente a otros medios de transporte. En sí mismo no representa la solución, por lo tanto se debe abordar la problemática de la movilidad urbana de una manera integral.
- Las ciudades deben facilitar el uso de los medios no motorizados, a pie y bicicleta, así promover desplazamientos urbanos más saludables, equipando el espacio público de infraestructura ciclo incluyente y mobiliario urbano ciclista.
- Las experiencias confiables expuestas muestran que los SBP se encuentran consolidando en distintas ciudades y tomando fuerza como alternativa para la movilidad urbana.
- La ciudad de Arequipa presenta características de relieve, climatologías y urbanas idóneas para el uso de la bicicleta como transporte urbano, lamentablemente su infraestructura ciclista es escasa, 2 kilómetros de ciclovías. Por tanto solo el 0,3% de los desplazamientos se realizan con este medio de transporte. Sin embargo existen una demanda de la población por infraestructuras ciclo-incluyentes y por medios de transporte más sostenibles.
- Es necesaria la construcción de infraestructura ciclo-incluyente para la puesta en marcha del SBP. Se proponen 34 kilómetros, de los cuales 11km acompañando el BRT, 18 km de infraestructura segregada, y 7 km de infraestructura en el centro histórico.
- La propuesta de un SBP es un proceso complejo, donde intervienen distintos actores y existen varias condicionantes. Tiene un coste de inversión inicial alto. Al igual que el mantenimiento. Pero los beneficios directos e indirectos obtenidos son ampliamente superiores a la inversión.
- El proceso de implantación del SBP no es sencillo, involucra varios actores, tanto públicos como privados. La población debe estar comprometida con el proyecto desde la primera etapa y ser activa en todo el proceso.



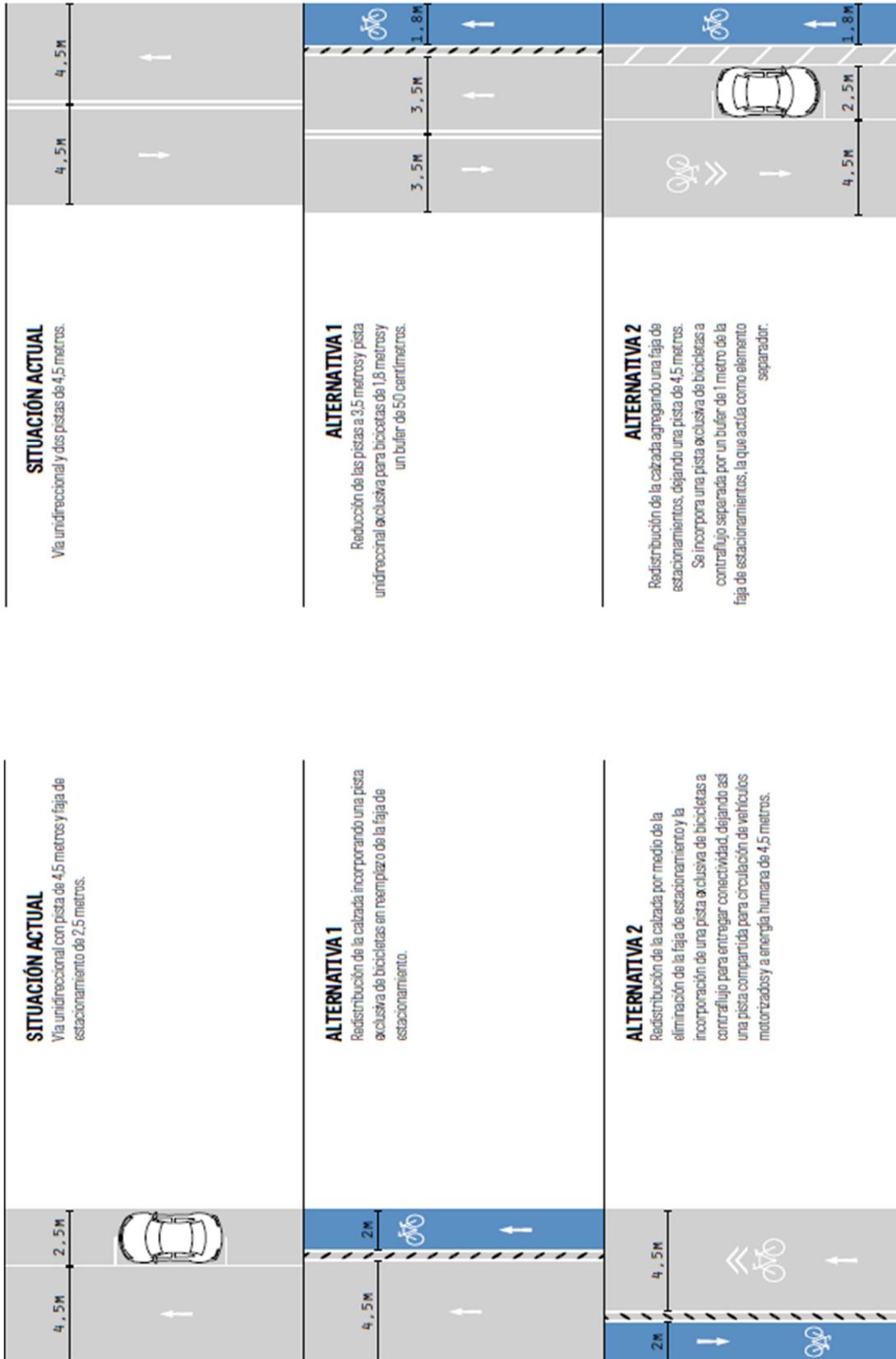
## 8 BIBLIOGRAFIA

- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Manual de Ciclo-infraestructura Metropolitana, Plan Maestro Metropolitano de la Bicicleta el Valle de Aburrá, 2015.
- Banco de desarrollo de América Latina. Sistemas Públicos de bicicletas para América Latina, Guía práctica para implementación.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID) A todo pedal, Guía para construir ciudades ciclo-inclusivas en América Latina y el Caribe, 2016.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Sostenibilidad Urbana en América Latina y el Caribe, 2011.
- Banco Interamericano de Desarrollo. Ciclo-inclusión en América Latina y el Caribe, Guía para impulsar el uso de la bicicleta, 2015.
- Ciclociudades. La movilidad en bicicleta como política pública, 2011.
- Clear Air Institute. Revisión de los sistemas de Bicicletas públicas para América Latina: Beneficios y obstáculos, 2012.
- Comisión Europea. En bici, hacia ciudades sin malos humos, 2002.
- Diputado Foral de Obras Públicas y Transportes. La bicicleta como medio de transporte, Directrices para su implantación, 2002.
- GEHL JAN. Ciudades para la gente, Ediciones Infinito, Buenos Aires, Argentina, 2014.
- IDAE. Guía metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España, 2007.
- IMPLA. Plan de Desarrollo Metropolitano de Arequipa 2016 – 2025.
- Instituto Nacional Estadístico de Informática. Arequipa, Compendio Estadístico 2008-2009.
- Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo. Experiencias y lecciones de sistemas de transporte público en bicicleta para América Latina, 2010.
- Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Vol. I. La movilidad en bicicleta como política pública, 2011.
- Manual de las vías ciclistas de Gipuzkoa: Recomendaciones para su planificación y proyecto, 2006.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Gobierno de Chile. Vialidad Ciclo-inclusiva, Recomendaciones de diseño, 2015-
- Observatorio socio económico Laboral. Diagnostico Socio Económico Laboral de la Región Arequipa.
- ONU HABITAT. Estado de la ciudades de América Latina y el Caribe 2012, Rumbo a una nueva transición urbana, 2012.
- Optimización de Sistemas de Bicicleta Pública en ciudades Europeas, 2011.

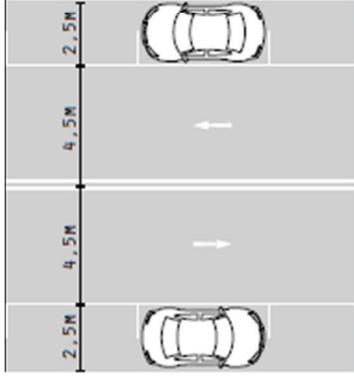


## 9 ANEXOS

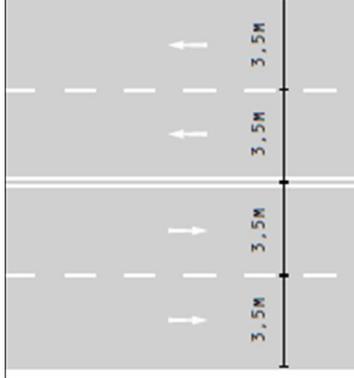
## A. ALTERNATIVAS DE EMPLAZAMIENTO SEGÚN EL PERFIL VIAL EXISTENTE:



**SITUACIÓN ACTUAL**  
 Vía bidireccional con faja de estacionamientos en ambos costados



**SITUACIÓN ACTUAL**  
 Vía bidireccional con dos pistas de 3,5 metros por sentido.



**ALTERNATIVA 1**  
 Reemplazo de la faja de estacionamiento con vías exclusivas de bicicletas. Aplicación de dieta vial\* para disminuir velocidades y dar fluidez. Implementando una pista para virajes.



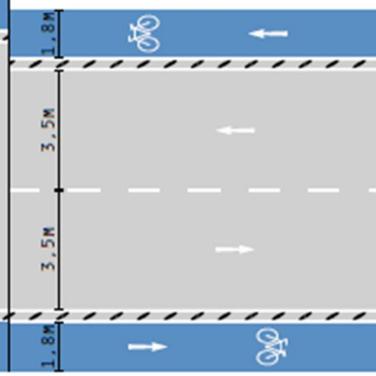
**ALTERNATIVA 1**  
 Redistribución de la calzada incorporando dos pistas de bicicletas de 1,8 metros cada una más una separación de 50 centímetros. Se dejan dos pistas de 3,5 metros por sentido más una zona de virajes de 3 metros\*.



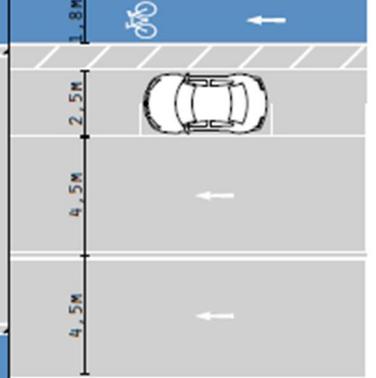
\*requiere señalización MITT

\*requiere señalización MITT

**ALTERNATIVA 2**  
 Reemplazo de ambas fajas de estacionamiento por pistas exclusivas para bicicletas separadas por un buffer de 50cm.

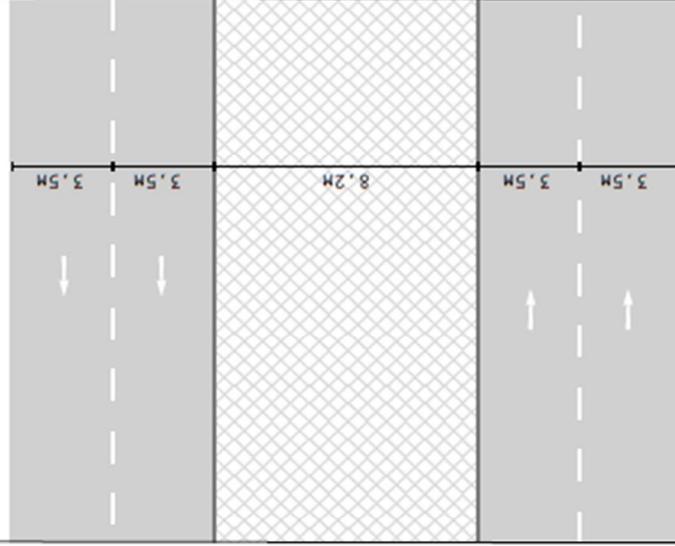


**ALTERNATIVA 2**  
 La Vía pasa de bidireccional a unidireccional, dejando dos pistas de 4,5 metros, una faja de estacionamientos y una pista para bicicletas de 1,8 metros con un buffer de separación de 1 metro de la faja de estacionamiento.



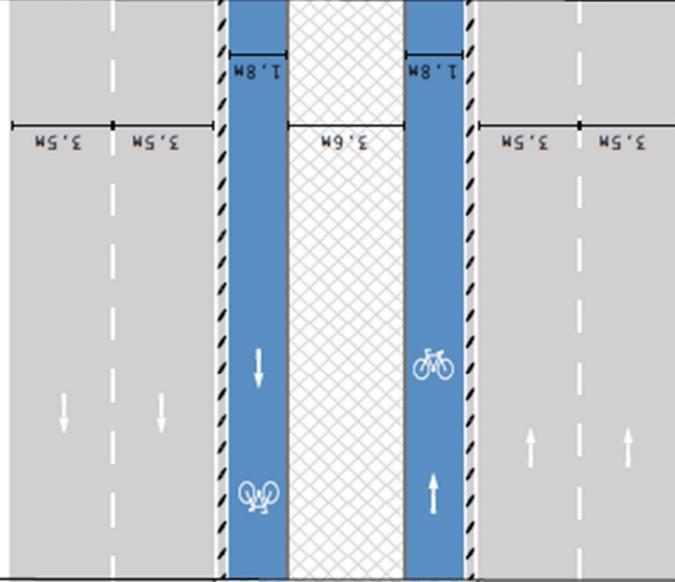
### SITUACIÓN ACTUAL

Vía bidireccional con dos pistas por sentido y bandaje central.



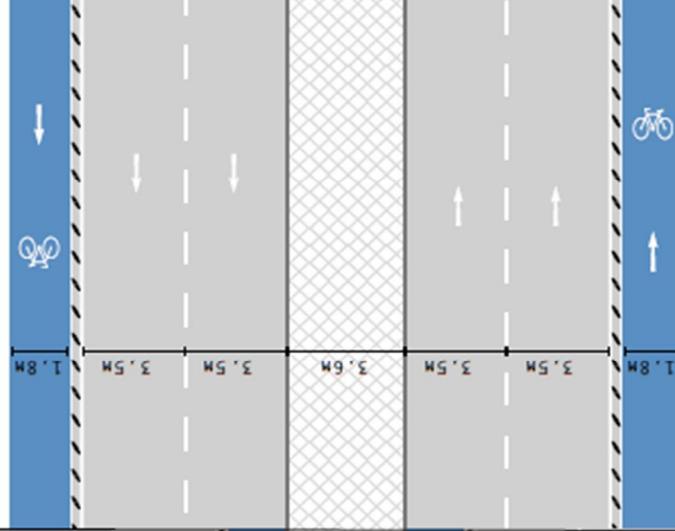
### ALTERNATIVA 1

Ampliación de la calzada ganando espacio del bandaje central para incorporar 2 pistas de bicicletas de 1,8 metros cada una y una separación de 50 centímetros, emplazadas al centro de la vía, al costado izquierdo de la circulación.



### ALTERNATIVA 2

Ampliación de la calzada ganando espacio del bandaje central para incorporar 2 pistas de bicicletas de 1,8 metros cada una, emplazadas al costado derecho de la vía (recomendado), con una separación del flujo motorizado de 50 centímetros.



## B. INTERSECCIONES:

