



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA  
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**TRANSPORTE SOSTENIBLE EN LAS PARROQUIAS URBANAS DEL  
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO FRENTE AL CAMBIO  
CLIMÁTICO**

**AUTOR:**

**GAIBOR PAZMIÑO, KAREN GEOVANNA**

**DIRECTOR:**

**ING. CARRIÓN ESTUPIÑAN, LUIS EDUARDO MSc. MBA**

**SANGOLQUÍ**

**2018**



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, *“TRANSPORTE SOSTENIBLE EN LAS PARROQUIAS URBANAS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO”* fue realizado por la señorita *Gaibor Pazmiño, Karen Geovanna* el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 16 de agosto del 2018

**Ing. Luis Eduardo Carrión Estupiñan MSc. MBA**

C.C 170568000-5



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN

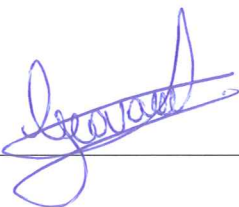
### CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

#### AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, *Karen Geovanna Gaibor Pazmiño*, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: *Transporte sostenible en las parroquias urbanas del Distrito Metropolitano de Quito frente al cambio climático* es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos, y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz...

Sangolquí, 16 de agosto del 2018



**Karen Geovanna Gaibor Pazmiño**

C.C. 172173537-9



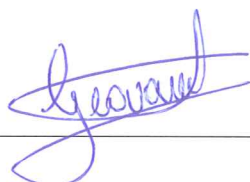
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Yo, *Karen Geovanna Gaibor Pazmiño*, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, publicar el trabajo de titulación: *Transporte sostenible en las parroquias urbanas del Distrito Metropolitano de Quito frente al cambio climático* en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 16 de agosto del 2018



---

**Karen Geovanna Gaibor Pazmiño**

C.C. 172173537-9

## DEDICATORIA

“El coraje no es la ausencia de miedo, sino el triunfo sobre él”... Nelson Mandela

Dedico este presente trabajo de titulación principalmente a Dios, quien con su infinita bondad me ha iluminado a lo largo de toda la carrera universitaria y me ha dado las fuerzas necesarias para culminarla con éxito.

A mis padres Orlando y Catalina, por ser mi ejemplo y guía de valores como la responsabilidad, constancia y honestidad que han sido la base de todos los pasos que he dado en mi vida, por su incansable apoyo y paciencia a lo largo de toda mi carrera universitaria y por haber creído en mí.

A mi hermana Nataly, por ser la alegría de mis días, por ser un apoyo incondicional y la fuerza para hacer bien cada proyecto en mi vida al darme cuenta que soy su ejemplo a seguir.

A mi familia en general; tíos, abuelos y primos pues son una parte importante de mi vida que me ha enseñado el valor de la unión familiar.

Karen Geovanna Gaibor Pazmiño

## AGRADECIMIENTO

Desde el fondo de mi corazón me complace expresar mis sinceros agradecimientos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por su acogida y por brindarme una educación de calidad tanto en lo técnico como en lo humano, junto con su excelente cuerpo docente y administrativo.

A los docentes de la carrera de Ingeniería Civil que supieron sembrar el amor por el conocimiento, la responsabilidad social, la ética profesional y en más de uno de ellos he podido encontrar una mano amiga y un ejemplo a seguir.

Al Ing. Eduardo Carrión Estupiñan por todas sus enseñanzas, por la manera de guiarme a lo largo de este trabajo de titulación y enseñarme a hacer las cosas de la manera correcta, también por su paciencia y compromiso para presentar una investigación de alto nivel académico. Muchas gracias por su tiempo y apoyo incondicional.

A todas mis amistades cultivadas a lo largo de la carrera con quienes he compartido buenos momentos y han hecho de la vida universitaria una de las mejores experiencias de mi vida.

A Omar, quien de una u otra forma contribuyó para la culminación de este sueño y me he impulsado a dar lo mejor de mí cada día.

Karen Geovanna Gaibor Pazmiño

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	i
<b>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD</b> .....	ii
<b>AUTORIZACIÓN</b> .....	iii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iv
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	vi
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	x
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	xii
<b>RESUMEN</b> .....	xvii
<b>ABSTRACT</b> .....	xviii
<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
<b>PROBLEMA</b> .....	1
1.Planteamiento del problema .....	1
1.1 Formulación del Problema .....	6
2.Antecedentes .....	6
3.Justificación.....	7
4.Importancia.....	8
5.Objetivos .....	9
5.1Objetivo General .....	9
5.2 Objetivos Específicos.....	9
<b>CAPÍTULO II</b> .....	10
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	10
1.Antecedentes investigativos .....	10
2.Fundamentación teórica .....	20
2.1Situación actual de la movilidad en el Distrito Metropolitano de Quito.....	20
2.2Transporte público en el DMQ.....	25
2.3Gestión del tráfico en el DMQ .....	27
3.Fundamentación conceptual.....	31
3.1Movilidad urbana .....	31
3.2Conflictos de la movilidad .....	32
3.3Políticas de movilidad sostenible .....	34
4.Fundamentación legal .....	34

4.1 Constitución de la República del Ecuador 2008 .....	35
4.2 Ley de Gestión Ambiental.....	35
4.3. Ley orgánica de Transporte terrestre, Tránsito y Seguridad Vial .....	35
4.4 Plan maestro de movilidad .....	36
5. Sistemas de variables .....	37
5.1 Definición nominal.....	37
5.2 Definición operacional .....	37
6. Hipótesis.....	40
6.1 Planteamiento de la hipótesis .....	40
6.2 Planteamiento de la hipótesis de trabajo y nula .....	40
7. Cuadro de operacionalización de las variables .....	41
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>42</b>
<b>INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>42</b>
1. Modalidad de la investigación.....	42
2. Tipos de investigación.....	42
3. Diseño de la investigación.....	43
4. Niveles de la investigación.....	43
5. Recolección de datos .....	44
5.1 Revisión bibliográfica del estado del cambio climático a nivel mundial.....	44
5.2 Revisión bibliográfica del sector del transporte frente al cambio climático en América Latina	51
5.3 Revisión bibliográfica de las buenas prácticas de reducción de emisiones de dióxido de carbono	59
5.4 Proyección del estudio de movilidad para el Metro-Q.....	80
5.3 Impacto de la construcción del Metro-Q en el cambio climático .....	92
6. La bicicleta como medio de transporte. ....	102
6.1 Población y muestra .....	104
6.2 Encuestas a usuarios de BiciQuito .....	109
6.3 Validez y confiabilidad .....	114
7. Técnicas de análisis de datos.....	127
8. Técnicas de comprobación de hipótesis .....	127
8.1 Comprobación cualitativa: concordancia y diferencia .....	128
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>129</b>
<b>RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>129</b>



1.Análisis de los resultados .....	129
1.1Lista de chequeo de las políticas implementadas alrededor del mundo.....	129
Medidas en la gestión y demanda fiscal.....	130
Medidas de cambio comportamental.....	139
Tecnologías limpias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.....	158
Medidas de adaptación .....	161
1.2Estadísticas de las emisiones de CO en Quito.....	167
1.3Tabulación de las encuestas a los usuarios de BiciQuito .....	174
2.Discusión de los resultados .....	194
3.Comprobación de hipótesis .....	201
<b>CAPÍTULO V</b> .....	204
<b>PROPUESTA</b> .....	204
1.Datos informativos .....	204
2.Antecedentes de la propuesta .....	205
3.Justificación.....	211
4.Objetivos .....	212
Objetivo General .....	212
Objetivos específicos.....	213
5.Fundamentación propuesta.....	213
6.Diseño de la propuesta .....	213
6.1 Estrategias encaminadas a mejorar el Transporte Público .....	214
6.2 Mejorar la infraestructura para impulsar el uso de la caminata. ....	222
6.3 Mejorar la infraestructura para impulsar el uso de la bicicleta .....	229
6.4Medidas para desincentivar el uso de vehículos privados.....	237
7.Metodología para ejecutar la propuesta .....	245
<b>CAPÍTULO VI</b> .....	248
<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA PLANTEADA</b> .....	248
1.Principios de la evaluación económica .....	248
2.Presupuesto y evaluación económica .....	249
2.1Cálculo del VAN.....	260
2.2Cálculo del TIR .....	261
2.3Relación Beneficio-Costo .....	262
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	264
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	264

1.Conclusiones .....	264
2.Recomendaciones.....	268
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS .....</b>	<b>272</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>274</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Beneficios de tele trabajo para los sectores involucrados.</i> .....	13
<b>Tabla 2.</b> <i>Instrumentos de transporte sostenible.</i> .....	15
<b>Tabla 3.</b> <i>Número de viajes por modo de transporte, proyectados al 2014</i> .....	21
<b>Tabla 4.</b> <i>Distribución modal de viajes en los diferentes subsistemas de Transporte Público</i> 26	
<b>Tabla 5.</b> <i>Cuadro de operacionalización de las variables</i> .....	41
<b>Tabla 6.</b> <i>Políticas asociadas con cada etapa de un proyecto</i> .....	80
<b>Tabla 7.</b> <i>Hogares del ámbito de estudio y tamaño medio familiar.</i> .....	81
<b>Tabla 8.</b> <i>Población y tasas de crecimiento intercensal de 2010-2001-1990.</i> .....	83
<b>Tabla 9.</b> <i>Hogares del ámbito de estudio y tamaño medio familia en el año 2018</i> .....	84
<b>Tabla 10.</b> <i>Movilidad total en un día laborable.</i> .....	86
<b>Tabla 11.</b> <i>Movilidad no mecanizada en un día laborable</i> .....	86
<b>Tabla 12.</b> <i>Movilidad mecanizada en un día laborable.</i> .....	87
<b>Tabla 13.</b> <i>Viajes realizados por etapas en un día laborable en Quito. Año 2011</i> .....	88
<b>Tabla 14.</b> <i>Movilidad por persona en un día laborable.</i> .....	89
<b>Tabla 15.</b> <i>Identificación de factores impactados por la construcción del Metro de Quito</i> ....	95
<b>Tabla 16.</b> <i>Valores del índice Ambiental (VIA)</i> .....	98
<b>Tabla 17.</b> <i>Matriz resumen de impactos en la construcción del metro.</i> .....	99
<b>Tabla 18.</b> <i>Límites establecidos a los gases más comunes, contaminantes del aire.</i> .....	101
<b>Tabla 19.</b> <i>Número de usuarios del Sistema de Bicicleta Pública por género</i> .....	106
<b>Tabla 20.</b> <i>Número y tipo de bicicletas que conforman la flota de BiciQuito</i> .....	108
<b>Tabla 21.</b> <i>Datos obtenidos de encuestas realizadas el 19/03/201</i> .....	116
<b>Tabla 22.</b> <i>Datos obtenidos de encuestas realizadas el 28/03/2018.</i> .....	117
<b>Tabla 23.</b> <i>Políticas de mitigación alrededor del mundo</i> .....	129
<b>Tabla 24.</b> <i>Determinación del impuesto al rodaje.</i> .....	131
<b>Tabla 25.</b> <i>División en zonas Sistema de Estacionamiento Rotativo Tarifado “Zona Azul”</i> 133	
<b>Tabla 26.</b> <i>Base imponible según el cilindraje de los vehículos para el cálculo del IACV..</i> 137	
<b>Tabla 27.</b> <i>Factor de ajuste dependiendo de la antigüedad vehículo para cálculo IACV.....</i> 138	
<b>Tabla 28.</b> <i>Días de restricción de circulación. Sistema “Pico y Placa”</i> .....	139
<b>Tabla 29.</b> <i>Evolución de la tasa de ocupación de los vehículos entorno a “Pico y Placa”..</i> 140	
<b>Tabla 30.</b> <i>Componentes del Plan Integral de Mejora del Servicio de Transporte</i> .....	144
<b>Tabla 31.</b> <i>Resultados sobre la percepción de mejora en la calidad del servicio de TP.</i> .....	145
<b>Tabla 32.</b> <i>Objetivos estratégicos de la EPMTPO con sus estrategias y metas.</i> .....	147
<b>Tabla 33.</b> <i>Verificación de implantación de estaciones solicitadas por los usuarios.</i> .....	152
<b>Tabla 34.</b> <i>Escenarios estimados de los posibles efectos de la medida “Ato-Compartido”.</i> 157	
<b>Tabla 35.</b> <i>Límites máximos permitidos por contaminante (CO)</i> .....	167
<b>Tabla 36.</b> <i>Disponibilidad de analizadores de gases y partículas en RAUTO</i> .....	169
<b>Tabla 37.</b> <i>Concentraciones máximas promedio horario de CO expresadas en mg/m<sup>3</sup></i> .....	171
<b>Tabla 38.</b> <i>Concentraciones máximas promedio de ocho horas de CO</i> .....	172
<b>Tabla 39.</b> <i>Distancias en Km entre las diferentes paradas del Sistema BiciQuito</i> .....	180
<b>Tabla 40.</b> <i>Número de viajes recorridos entre cada parada de BiciQuito</i> .....	182
<b>Tabla 41.</b> <i>Número de viajes expresados en km recorridos, y promedio de km recorridos ..</i> 184	
<b>Tabla 42.</b> <i>Opciones de estaciones solicitadas por encuestados.</i> .....	197
<b>Tabla 43.</b> <i>Cuadro de resultados de variables planteadas</i> .....	201

<b>Tabla 44.</b> <i>Efectos de estrategias de reducción de GEI en el transporte (estrategias ASI) ..</i>	207
<b>Tabla 45.</b> <i>Desafíos e impactos de la implementación de estrategias .....</i>	209
<b>Tabla 46.</b> <i>Benchmarking de costo por suscripción de bicicleta pública en la región. ....</i>	236
<b>Tabla 47.</b> <i>Precios del Sticker de circulación, según su tiempo de uso.....</i>	240
<b>Tabla 48.</b> <i>Costos de peajes para diferentes tipos de transporte en ciudades de la región. .</i>	241
<b>Tabla 49.</b> <i>Costos de tarifa de congestión diaria en diferentes ciudades donde se aplica....</i>	243
<b>Tabla 50.</b> <i>Indicadores y metas a utilizarse para medir el cumplimiento de objetivos .....</i>	246
<b>Tabla 51.</b> <i>Análisis de costos para implementar las estrategias. ....</i>	252
<b>Tabla 52.</b> <i>Presupuesto referencial por segmentos de transporte. ....</i>	254
<b>Tabla 53.</b> <i>Ingresos mensuales para el municipio, diferenciados por transporte .....</i>	256
<b>Tabla 54.</b> <i>Egresos mensuales para el municipio por concepto de gastos operacionales ....</i>	259
<b>Tabla 55.</b> <i>Cálculo del Valor Actual Neto (VAN) .....</i>	260
<b>Tabla 56.</b> <i>Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR) .....</i>	261

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Cambio observado en la temperatura en superficie 1901-2012.....	1
<b>Figura 2.</b> Forzamiento radioactivo respecto de 1750. ....	2
<b>Figura 3.</b> Comparación del cambio climático observado y simulado. ....	3
<b>Figura 4.</b> Principales fuentes de emisiones en el Ecuador. ....	4
<b>Figura 5.</b> Huella de carbono en el DMQ por sectores. ....	5
<b>Figura 6.</b> Evolución y proyección del parque automotor en el DMQ. ....	7
<b>Figura 7.</b> Porcentaje de subsidios en el Ecuador 2018,.....	12
<b>Figura 8.</b> ODS y medidas del decenio de acción para la Seguridad Vial.....	17
<b>Figura 9.</b> Actividades sostenibles para promover la seguridad en el medio urbano. ....	18
<b>Figura 10.</b> Comparación de cifras de fatalidades en países con y sin Visión Cero.....	20
<b>Figura 11.</b> Estrategias de seguridad vial para alcanzar la Visión Cero. ....	20
<b>Figura 12.</b> Hipercentro de Quito. ....	22
<b>Figura 13.</b> Número de viajes por día del transporte público hacia el hipercentro. ....	23
<b>Figura 14.</b> Participación de viajes en transporte público ....	23
<b>Figura 15.</b> Número de viajes por día del transporte privado hacia el hipercentro. ....	24
<b>Figura 16.</b> Participación de viajes en transporte privado ....	24
<b>Figura 17.</b> Punto de estudio de movilidad, sector “El Trébol”. ....	25
<b>Figura 18.</b> Buses articulados en Quito: corredor Oriental Ecovía y corredor Central-Norte..	26
<b>Figura 19.</b> Buses de la ruta inter-parroquial “Floresta-Cumbayá”.....	27
<b>Figura 20.</b> Transporte informal en la Av. Simón Bolívar. ....	27
<b>Figura 21.</b> Red de estacionamientos en el parque “La Carolina”. ....	28
<b>Figura 22.</b> Estacionamientos en edificios del centro histórico:.....	29
<b>Figura 23.</b> Estacionamiento rotativo tarifado “Zona Azul”. ....	29
<b>Figura 24.</b> Centro de Gestión de la Movilidad. Ubicado en Av. Dr. José Fernández.....	30
<b>Figura 25.</b> Sistema centralizado de semaforización.....	31
<b>Figura 26.</b> Siniestros de tránsito mensuales registrados en Quito en el año 2017. ....	33
<b>Figura 27.</b> Pasarelas peatonales en Hamburgo, Alemania. ....	39
<b>Figura 28.</b> Ciudad de Copenhague, Dinamarca. ....	40
<b>Figura 29.</b> Niveles de investigación a aplicarse en el presente trabajo. ....	44
<b>Figura 30.</b> Objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas.....	45
<b>Figura 31.</b> Contaminación ambiental de PM <sub>2.5</sub> (microgramos por metro cúbico). ....	46
<b>Figura 32.</b> Muertes atribuidas a la contaminación ambiental, 2012. ....	47
<b>Figura 33.</b> Escenarios potenciales de emisiones de CO <sub>2</sub> y cambio climático. ....	48
<b>Figura 34.</b> Días adicionales al año con temperatura mayor a 35°C ....	49
<b>Figura 35.</b> Riesgo de pérdidas anuales. (%del PIB).....	49
<b>Figura 36.</b> Crecimiento del parque automotor en ciudades de América Latina.....	52
<b>Figura 37.</b> Consumo de tiempo en el transporte individual, colectivo y no motorizado. ....	53
<b>Figura 38.</b> Consumo diario de energía equivalente por modo (TEP/día), por área. ....	54
<b>Figura 39.</b> Principios de la movilidad sostenible. ....	55
<b>Figura 40.</b> Predicciones de emisión de GEI en Brasil para los siguientes 20 años.....	56
<b>Figura 41.</b> Compromisos transformadores para la ciudad de Quito.....	58
<b>Figura 42.</b> Estrategias para movilidad sostenible.....	59
<b>Figura 43.</b> Señalización vertical, uso obligatorio.....	61

<b>Figura 44.</b> Señalización vertical de zona con tarifas.....	62
<b>Figura 45.</b> Mapa de la zona central de Londres con las tarifas por congestión. ....	63
<b>Figura 46.</b> Zonas de parqueo con sus respectivos costos en Melbourne-Australia.....	64
<b>Figura 47.</b> Plano de estaciones y portales del sistema Transmilenio en Bogotá.....	66
<b>Figura 48.</b> Servicios que integran el SITP en Bogotá. ....	66
<b>Figura 49.</b> Bmov-Trici, triciclo de Santiago de Chile.....	67
<b>Figura 50.</b> Ascensores eléctricos de Valparaíso.....	68
<b>Figura 51.</b> Infraestructura para el ciclista en Copenhague “ciudad bici amigable”.....	69
<b>Figura 52.</b> Movilidad en Seúl. A: Estación de metro subterráneo. ....	70
<b>Figura 53.</b> Iniciativas piloto en Santiago de Chile para una movilidad eléctrica.....	73
<b>Figura 54.</b> Primer bus de hidrógeno en Costa Rica.....	74
<b>Figura 55.</b> Bus de hidrógeno. A) Vista externa. B) Vista interna. ....	75
<b>Figura 56.</b> Suministro de hidrógeno. ....	75
<b>Figura 57.</b> Bus “Tindo” en Australia que funciona con paneles solares. ....	76
<b>Figura 58.</b> Autobús propulsado por metano en Pamplona. ....	77
<b>Figura 59.</b> Posibles efectos del Cambio Climático en África. ....	79
<b>Figura 60.</b> Número de habitantes por cada zona de macro estudio. Año 2011.....	81
<b>Figura 61.</b> Número de habitantes por cada zona de macro estudio. Año 2018.....	85
<b>Figura 62.</b> Gráfica comparativa de la población en el año 2011 y 2018.....	85
<b>Figura 63.</b> Movilidad mecanizada en Quito en un día laborable. Año 2011. ....	87
<b>Figura 64.</b> Etapas de viaje en transporte público en día laborable.....	89
<b>Figura 65.</b> Movilidad por persona en cada macro zona de estudio. ....	90
<b>Figura 66.</b> Motivo prioritario de los viajes en Quito.....	90
<b>Figura 67.</b> Distribución horaria de la movilidad mecanizada .....	91
<b>Figura 68.</b> Distribución horaria de la movilidad en transporte público .....	91
<b>Figura 69.</b> Distribución horaria de la movilidad en vehículo privado .....	92
<b>Figura 70.</b> Trazado de la primera línea del Metro de Quito.....	93
<b>Figura 71.</b> Exposición permanente sobre el Metro de Quito ubicado en el .....	93
<b>Figura 72.</b> Maqueta a escala real del Metro de Quito. ....	94
<b>Figura 73.</b> Tiempos estimados de viajes con el Metro de Quito. ....	94
<b>Figura 74.</b> Emisiones de carbono por kilómetro recorrido. ....	103
<b>Figura 75.</b> Espacio por metro cuadrado demandado por cada medio de transporte. ....	103
<b>Figura 76.</b> Respuesta de la AMT, cantidad de usuarios del Sistema BiciQuito.....	105
<b>Figura 77.</b> Usuarios registrados en el Sistema BiciQuito. ....	106
<b>Figura 78.</b> Usuarios masculinos registrados en el Sistema BiciQuito. ....	106
<b>Figura 79.</b> Usuarías femeninas registradas en el Sistema BiciQuito. ....	107
<b>Figura 80.</b> Estaciones de la red BiciQuito.....	111
<b>Figura 81.</b> Diseño de la encuesta a aplicarse en los usuarios de BiciQuito. ....	112
<b>Figura 82.</b> Modelo de encuesta realizado por el Ing. Mesías en el año 2015. ....	114
<b>Figura 83.</b> Aplicación de encuestas a usuarios BiciQuito.....	115
<b>Figura 84.</b> Variación del género del encuestado. ....	119
<b>Figura 85.</b> Variación de la edad del encuestado.....	119
<b>Figura 86.</b> Variación de la motivación para su uso.....	120
<b>Figura 87.</b> Variación de la regularidad del uso. ....	120
<b>Figura 88.</b> Variación en la Pregunta 1 sobre el estado físico de la Ciclovía.....	120

<b>Figura 89.</b> Variación en la Pregunta 2 sobre el estado físico de la Ciclovía. ....	121
<b>Figura 90.</b> Variación en la Pregunta 3 sobre el estado físico de la Ciclovía. ....	121
<b>Figura 91.</b> Variación en la Pregunta 4 sobre el estado físico de la Ciclovía. ....	121
<b>Figura 92.</b> Variación en la Pregunta 1 sobre la seguridad de la Ciclovía. ....	122
<b>Figura 93.</b> Variación en la Pregunta 2 sobre la seguridad de la Ciclovía. ....	122
<b>Figura 94.</b> Variación en la Pregunta 3 sobre la seguridad de la Ciclovía. ....	122
<b>Figura 95.</b> Variación en la Pregunta 4 sobre la seguridad de la Ciclovía. ....	123
<b>Figura 96.</b> Variación en las preguntas abiertas de demandas y propuestas para.....	123
<b>Figura 97.</b> Banco de preguntas para evaluar las ciclo rutas en el Ecuador. ....	125
<b>Figura 98.</b> Lista de chequeo para evaluar la seguridad vial de las ciclovías.....	126
<b>Figura 99.</b> Señalización horizontal del Sistema “Zona Azul”.....	132
<b>Figura 100.</b> Zonas del Sistema de Estacionamiento Rotativo Tarifado “Zona Azul”. ....	134
<b>Figura 101.</b> Dispositivo de automatización del sistema “Zona Azul”. ....	134
<b>Figura 102.</b> Zona Azul universitaria, caracterizada por su línea verde.....	135
<b>Figura 103.</b> Calles de la “Zona Azul Universitaria” (Zona 1). ....	135
<b>Figura 104.</b> Calles de la “Zona Azul Universitaria” (Zona 2). ....	136
<b>Figura 105.</b> Calles de la “Zona Azul Universitaria” (Zona 3). ....	136
<b>Figura 106.</b> Perímetro de la aplicación del Pico y Placa. ....	140
<b>Figura 107.</b> Mapa de cobertura del Sistema Metrobús-Q. ....	142
<b>Figura 108.</b> Visitas guiadas a la construcción del Metro de Quito. ....	143
<b>Figura 109.</b> Estación multimodal “El Labrador”, vista desde adentro.....	143
<b>Figura 110.</b> Acceso a la estación multimodal. ....	144
<b>Figura 111.</b> Esquema de planificación estratégica de la EPMTPQ. ....	147
<b>Figura 112.</b> Red de ciclovías en el centro-norte de la ciudad. ....	149
<b>Figura 113.</b> Red de ciclovías en el sur de la ciudad. ....	149
<b>Figura 114.</b> Ciclovía en Cumbayá “El Chaquiñán”. ....	150
<b>Figura 115.</b> Carril segregado para bicicletas.....	150
<b>Figura 116.</b> Carril segregado Tipo I. ....	151
<b>Figura 117.</b> Seguridad adicional solicitada por ciclistas en Quito. ....	152
<b>Figura 118.</b> Estaciones solicitadas en diferentes lugares por los usuarios de BiciQuito. ....	152
<b>Figura 119.</b> Aplicación Movilízate UIO. ....	153
<b>Figura 120.</b> Plataformas tecnológicas en España para auto compartido. ....	154
<b>Figura 121.</b> Plataforma de internet de la aplicación “autocompartido”. ....	155
<b>Figura 122.</b> Método de empleo de la aplicación. ....	156
<b>Figura 123.</b> Estadísticas de vehículos híbridos en el Ecuador. ....	159
<b>Figura 124.</b> Cantidad de vehículos por marca en el país.....	159
<b>Figura 125.</b> Estadísticas de los vehículos eléctricos en el Ecuador. ....	160
<b>Figura 126.</b> Surtidores de gasolina “EcoPaís”. ....	161
<b>Figura 127.</b> Hidro-sumidero realizando limpieza. ....	162
<b>Figura 128.</b> Peatonalización del “Paseo de las 7 cruces”. ....	164
<b>Figura 129.</b> Construcción del “Paseo de la Merced”. ....	164
<b>Figura 130.</b> Proximidad a los medios de transporte alternativo:.....	165
<b>Figura 131.</b> Ubicación de las estaciones automáticas de la REMMAQ .....	168
<b>Figura 132.</b> Concentraciones medias mensuales de CO (mg/m <sup>3</sup> ).....	170
<b>Figura 133.</b> Tendencias CO (mg/m <sup>3</sup> ) 2004.2016, máximo promedio octohorario.....	170

<b>Figura 134.</b> Tendencias de las concentraciones horarias de CO por estación. ....	172
<b>Figura 135.</b> Tendencias de las concentraciones octo-horarias de CO por estación. ....	173
<b>Figura 136.</b> Realización de las encuestas .....	174
<b>Figura 137.</b> Género de los encuestados.....	174
<b>Figura 138.</b> Rango de edades de los encuestados. ....	175
<b>Figura 139.</b> Motivaciones de los encuestados para el uso de la bicicleta. ....	175
<b>Figura 140.</b> Regularidad de uso semanal de los encuestados.....	175
<b>Figura 141.:</b> La Ciclovía está marcada claramente? .....	176
<b>Figura 142.</b> La señalización es clara en la Ciclovía? .....	176
<b>Figura 143.</b> La Ciclovía tiene buena conectividad? .....	176
<b>Figura 144.</b> La Ciclovía se encuentra sin baches u hoyos?.....	177
<b>Figura 145.</b> Hay facilidades para el usuario en las intersecciones? .....	177
<b>Figura 146.</b> El ancho de la Ciclovía es el adecuado? .....	177
<b>Figura 147.</b> Las bicicletas se encuentran en buen estado? .....	178
<b>Figura 148.</b> Se siente físicamente protegido de los vehículos?.....	178
<b>Figura 149.</b> Demandas y propuestas para mejorar este servicio. ....	178
<b>Figura 150.</b> Demandas y propuestas para implementar en este servicio.....	179
<b>Figura 151.</b> Demandas y propuestas para eliminar en este servicio. ....	179
<b>Figura 152.</b> Pérdida de la continuidad de la Ciclovía .....	186
<b>Figura 153.</b> Rango de edad de los encuestados.....	187
<b>Figura 154.</b> Propósito del viaje en el servicio BiciQuito. ....	187
<b>Figura 155.</b> Porcentaje de encuestados que combinan su recorrido.....	188
<b>Figura 156.</b> Con qué otros medios de transporte lo combinan? .....	188
<b>Figura 157.</b> Porcentaje de encuestados que disponen de bicicleta propia.....	188
<b>Figura 158.</b> Motivaciones para el uso del Sistema BiciQuito.....	189
<b>Figura 159.</b> Opciones de otro medio de transporte a usar de no existir BiciQuito. ....	189
<b>Figura 160.</b> Porcentaje de los encuestados que disponen de auto o motocicleta. ....	189
<b>Figura 161.</b> Consideración de la cantidad de estaciones por parte de los usuarios.....	190
<b>Figura 162.</b> Frecuencia de uso de este Sistema.....	190
<b>Figura 163.</b> Principales razones para el uso de BiciQuito. ....	190
<b>Figura 164.</b> Porcentaje de conformidad con el trazado de la Ciclovía.....	191
<b>Figura 165.</b> Seguridades adicionales a la Ciclovía solicitadas por usuarios. ....	191
<b>Figura 166.</b> Opinión de usuarios sobre chaleco y casco. ....	191
<b>Figura 167.</b> Importancia de los aspectos que obstaculizarían el Sistema BiciQuito.....	192
<b>Figura 168.</b> Consideración de los encuestados en cuanto a la inscripción en el Sistema. ....	192
<b>Figura 169.</b> Consideración de los encuestados sobre la rapidez .....	193
<b>Figura 170.</b> Calificación sobre el estado de las bicicletas.....	193
<b>Figura 171.</b> Calificación de encuestados sobre la atención en las estaciones.....	193
<b>Figura 172.</b> Gráfico comparativo de los resultados obtenidos con encuestas.....	199
<b>Figura 173.</b> Gráfico comparativo de los resultados obtenidos .....	200
<b>Figura 174.</b> Relación entre velocidades promedio de vehículos ligeros .....	206
<b>Figura 175.</b> Esquema funcional del Metrobús-Q. (BRT).....	214
<b>Figura 176.</b> Rutas redundantes de los buses convencionales.....	215
<b>Figura 177.</b> Componentes de la nueva malla para el transporte público integrado. ....	216
<b>Figura 178.</b> Modelo del Nuevo Sistema Integrado de Transporte Público. ....	216



<b>Figura 179.</b> Tiempos de espera para tomar el TP de los usuarios encuestados. ....	217
<b>Figura 180.</b> Conformidad de los usuarios del TP respecto al horario de servicio .....	217
<b>Figura 181.</b> Servicios de los corredores metropolitanos en Lógica de Cremallera.....	219
<b>Figura 182.</b> Bus biarticulado 100% eléctrico que se probó en el DMQ. ....	220
<b>Figura 183.</b> Autobuses diseñados para personas con movilidad reducida. ....	221
<b>Figura 184.</b> Mapa de categorización y dimensionamiento vial del CHQ. ....	222
<b>Figura 185.</b> Mapa de zonas tipológicas del CHQ. ....	223
<b>Figura 186.</b> Mapa de movilidad en el núcleo central del Centro Histórico. ....	224
<b>Figura 187.</b> Mapa turístico del núcleo del Centro Histórico. ....	225
<b>Figura 188.</b> Redondel del coliseo General Rumiñahui. ....	226
<b>Figura 189.</b> Av. Ajaví y Cardenal de la Torre.....	227
<b>Figura 190.</b> Av. Antonio José de Sucre y Antonio Román. ....	227
<b>Figura 191.</b> Av. Amazonas y Naciones Unidas. ....	228
<b>Figura 192.</b> Benchmarking entre escalinatas de Riobamba con otros países.....	229
<b>Figura 193.</b> Mapa de las estaciones y terminales multimodales .....	230
<b>Figura 194.</b> Estaciones de integración multimodal, afluencia de pasajeros.....	231
<b>Figura 195.</b> Trazado de Ciclovía y estaciones hacia el norte de la ciudad.....	232
<b>Figura 196.</b> Trazado de Ciclovía y estaciones hacia el sur de la ciudad. ....	233
<b>Figura 197.</b> Kilómetros de infraestructura vial para bicicleta.....	234
<b>Figura 198.</b> Transporte de bicicletas en buses biarticulados. ....	237
<b>Figura 199.</b> Portabicicletas en transporte público. ....	237
<b>Figura 200.</b> Autopistas para aplicar el “Sticker de circulación”. ....	239
<b>Figura 201.</b> Área donde se aplicaría la tarifa a la congestión .....	242
<b>Figura 202.</b> Área definitiva donde se aplicará la tarifa de congestión. ....	243
<b>Figura 203.</b> Opciones de parqueaderos en la ciudad de Quito. ....	244
<b>Figura 204.</b> Cuatro perspectivas del BSC necesarias para la aplicación de la propuesta. ....	246
<b>Figura 205.</b> Lista de verificación de los servicios ecosistémicos prioritarios .....	251
<b>Figura 206.</b> Tasa Interna de Retorno, método gráfico. ....	262

## RESUMEN

El sector del transporte es la mayor fuente contaminante de Gases de Efecto Invernadero en la ciudad de Quito, y reducirlos es un problema fundamental para asegurar la calidad de vida de las generaciones futuras. Alrededor del mundo ya se han implementado varias estrategias de mitigación que han generado excelentes resultados de reducción de emisiones; estas se han evaluado y se han comparado con lo que se ha hecho y que falta por hacer en la ciudad de Quito. La capital de los ecuatorianos al tener un crecimiento del parque vehicular bastante acelerado, ha generado conflictos en los últimos años en cuanto a reducción de velocidades de circulación, mayores tiempos de viaje, incomodidad al momento de transportarse y deterioro de la calidad del aire; del total de viajes realizados en la ciudad de Quito en un día laborable tan sólo el 15,6% se realiza en modos no motorizados. El alcance de la investigación es presentar un plan estratégico que recoge las estrategias de mitigación investigadas y las replica según se ajusten a la realidad de la ciudad, y con estas se pretende motivar el uso del transporte público, modos de transporte no motorizados y evitar el uso de los vehículos privados, y finalmente se realiza la correspondiente valoración económica que determina la viabilidad del proyecto al tener positivos los índices financieros: VAN, TIR y la Relación Beneficio-Costo.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**
- **CONTAMINACIÓN VEHICULAR**
- **ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN**
- **EVALUACIÓN ECONÓMICA**

## **ABSTRACT**

The sector of the transport is the biggest source of pollution of Greenhouse gases effect in the city of Quito, and to reduce them is a fundamental problem to assure the quality of life of the future generations. Around the world already there have been implemented several strategies of mitigation that have generated excellent results of reduction of emissions; these have been evaluated and have been compared what has been done and that is absent for doing in the city of Quito. The capital city of the Ecuadorians to having had a intensive growth of the traffic, has generated conflicts regarding in reduction of traffic speeds, major times of trip, inconvenience to the moment to be transported and deterioration of the quality of the air; of the total of trips realized in the city of Quito in a working day only 15,6 % carries out in not motorized manners. The scope of the research is to present a strategic plan that collect the strategies of mitigation researched and the replies according to adjust to the reality of the city, and this try to motivate the use of the public transport, manners of transport not motorized and to avoid the use of the private vehicles, and finally there is realized the corresponding economic evaluation that determines the viability of the project on having had the financial indexes positive: VAN, TIR and the Relation Benefit - Cost.

### **KEYWORDS:**

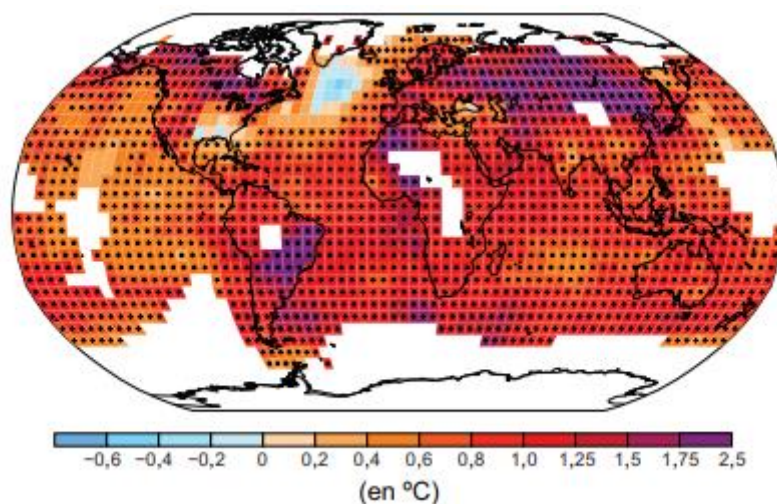
- **METROPOLITAN DISTRICT OF QUITO**
- **VEHICULAR POLLUTION**
- **MITIGATION STRATEGIES**
- **ECONOMIC EVALUATION**

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA

#### 1. Planteamiento del problema

Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático<sup>1</sup>, en su Quinto Informe de Evaluación (AR5 por sus siglas en inglés) se alerta que en los últimos 50 años el mundo ha experimentado el mayor aumento de temperatura sin precedentes, mismo que se visualiza con aumento del nivel de los mares, disminución de los casquetes polares, olas de calor y bajas de temperatura extremas. En este informe se han calculado las tendencias de la temperatura mediante regresión lineal, se ha determinado que alrededor del mundo se han tenido incrementos entre el rango de 0,5°C y 1,3°C como promedio (Ver Figura 1), para determinarlos se ha tenido una estimación fiable del 70%, el 30% restante se encuentra como zonas en blanco en la gráfica por falta de datos.



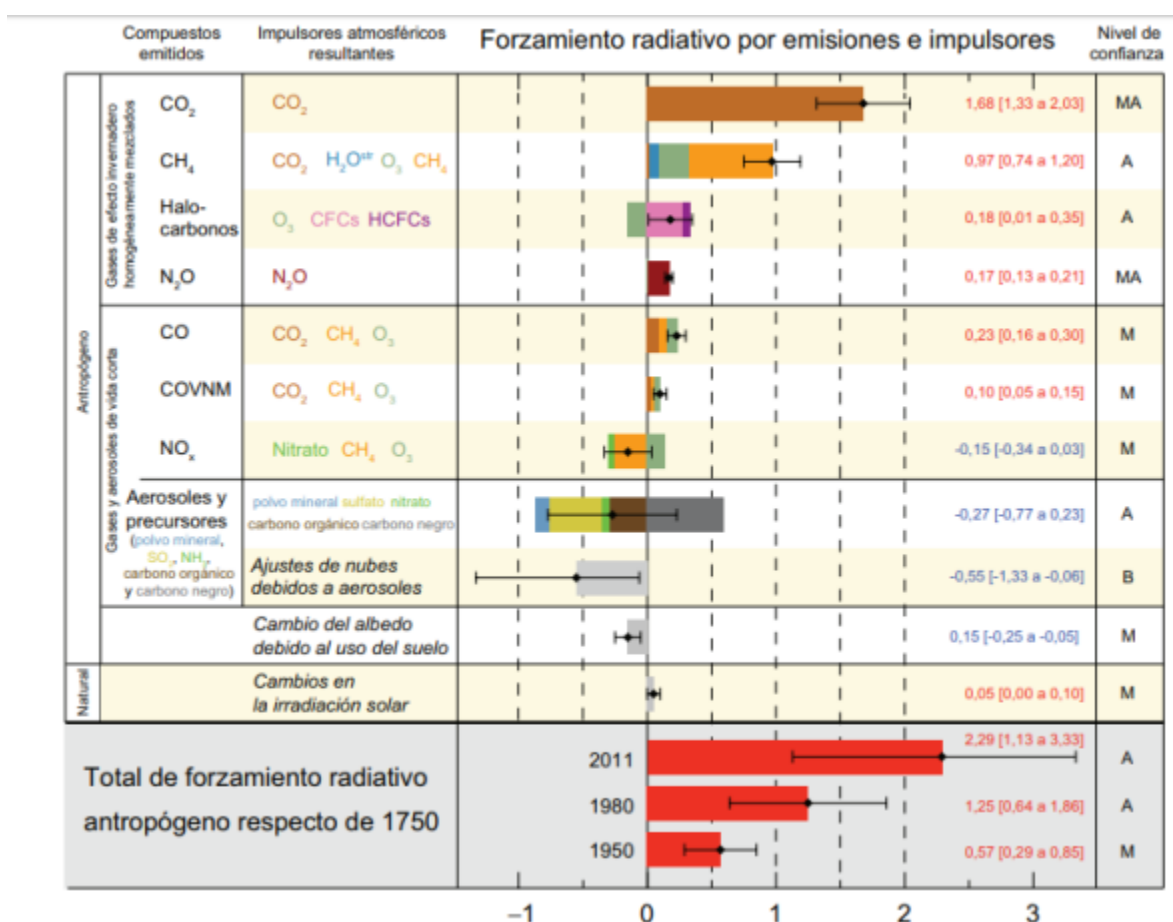
**Figura 1.** Cambio observado en la temperatura en superficie 1901-2012.

Fuente: IPCC, 2013

---

<sup>1</sup> IPCC, creado en 1988 para facilitar evaluaciones periódicas de carácter científico, técnico y socio-económico sobre el Cambio Climático

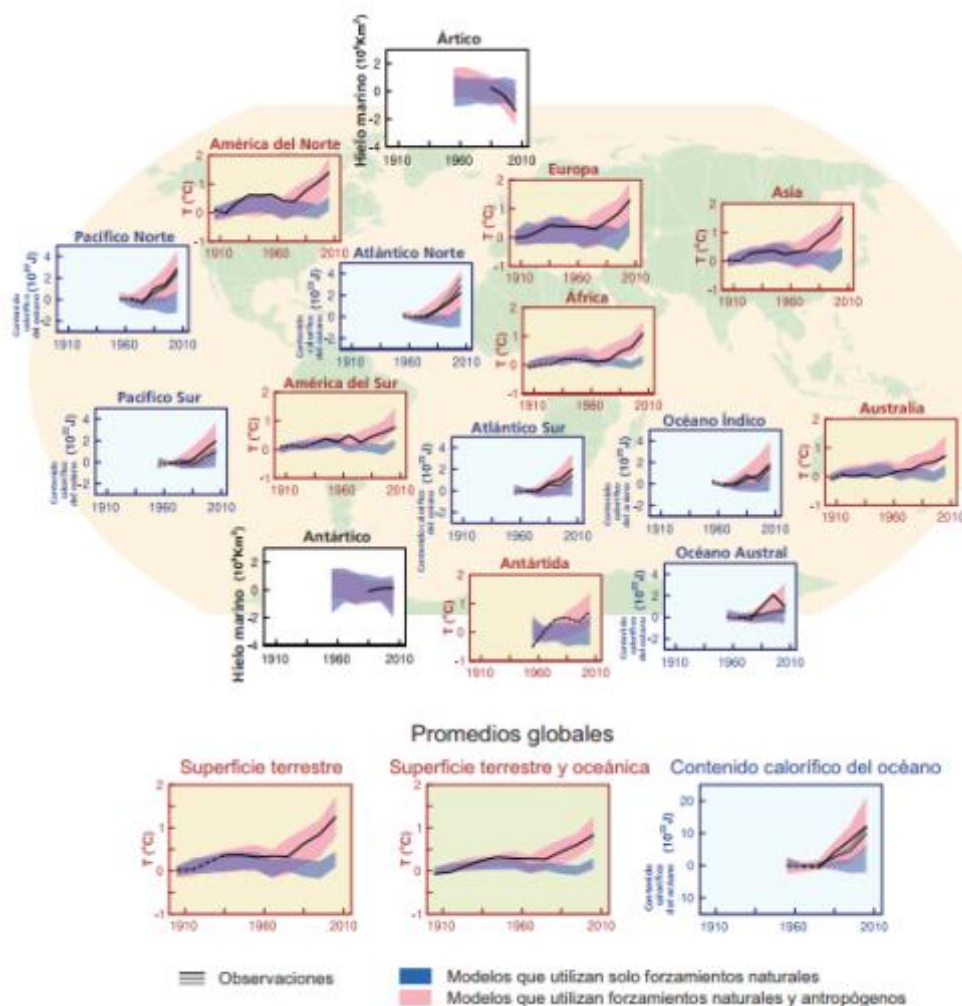
Los impulsores del cambio climático son todos aquellos procesos naturales y antropógenos que alteran el balance energético de la Tierra. El forzamiento radiactivo es el cambio en el flujo neto de energía radiactiva hacia la superficie de la Tierra que se mide en el borde superior de la troposfera, este forzamiento radiactivo es medido por el IPCC con respecto al año 1750, cuando este es positivo produce un calentamiento en la superficie, y cuando es negativo produce un enfriamiento. A continuación se presenta las estimaciones de forzamiento radiactivo en 2011 respecto a 1750 se cada gas emitido por efecto antropógeno y natural con su respetivo nivel de confianza: MA: muy alto, A: alto, M: medio, B: bajo. (Ver Figura 2)



**Figura 2.** Forzamiento radiactivo respecto de 1750.

Fuente: IPCC, 2013

La influencia del ser humano para el cambio climático es clara, los gases de efecto invernadero se encuentran entre los principales causantes y dentro de ellos la emisión de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). En el IPCC se han elaborado modelos climáticos para comprender los patrones y las tendencias de la temperatura, a partir del cuarto informe estos modelos han mejorado pues empiezan a tomar en cuenta la acción del hombre (Ver Figura 3), estos modelos conjugados con observación y retroalimentaciones climáticas generan confianza sobre la magnitud del calentamiento global y se lo entiende como respuesta al forzamiento pasado y futuro.

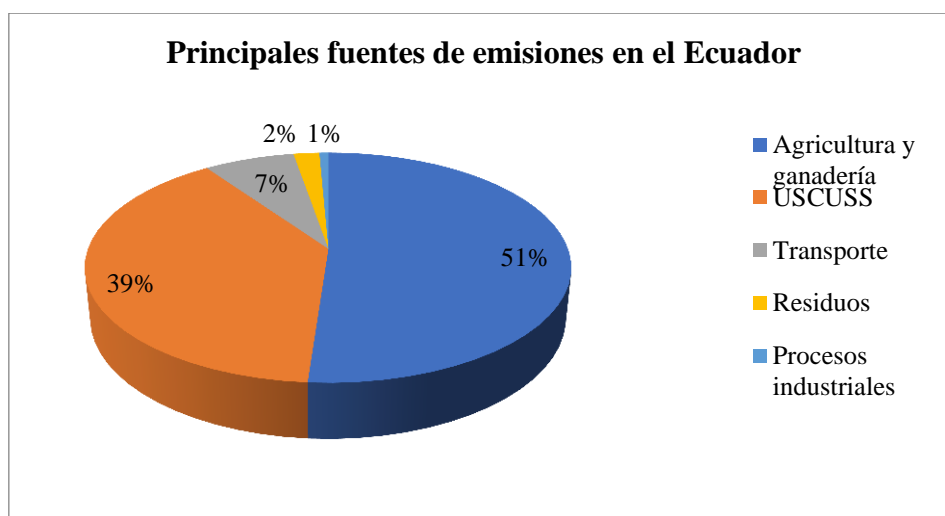


**Figura 3.** Comparación del cambio climático observado y simulado.  
Fuente: IPCC, 2013

Luego del análisis de las causas del cambio climático, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, determina que el sector del transporte es la mayor y más creciente fuente de emisiones de gases de efecto invernadero causantes del cambio climático, estos gases son: dióxido de carbono, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles no metálicos. Al ser el transporte un factor condicionante de primer orden en la calidad de vida y la integración social, es necesaria la mitigación agresiva y sostenida de sus emisiones para asegurar un futuro sostenible. (Barbero & Rodríguez Tornsquit, 2012)

La economía ecuatoriana es vulnerable a los cambios climáticos, pues el perfil productivo depende mayoritariamente del sector agro-exportador primario y las industrias manufactureras asociadas a dicho sector. Con base en esto, el Ecuador debe reducir la fragilidad de su economía frente al cambio climático y adaptarlo a una movilidad baja en carbono que reduzca las emisiones de GEI. Entre los indicadores de emisiones se tiene (Cáceres & Núñez, 2011)

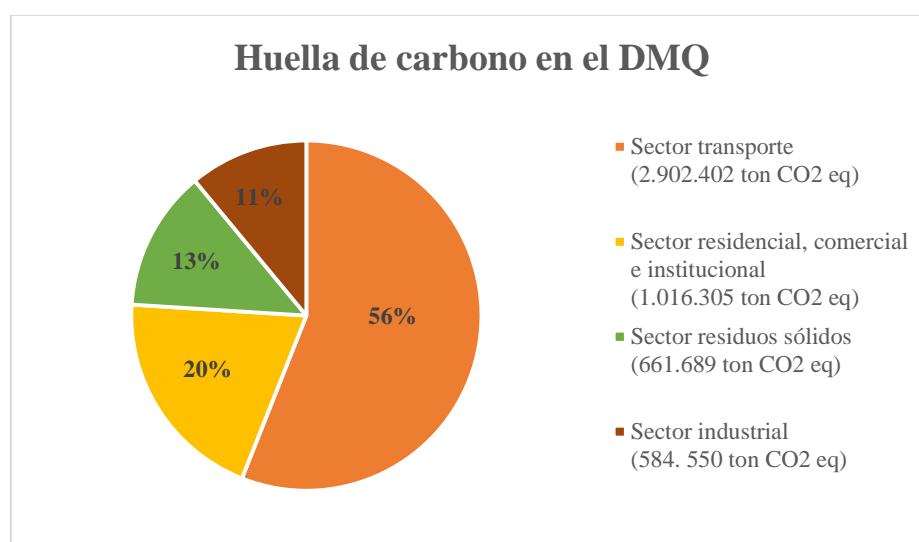
- Las principales fuentes de emisiones son: 51 % de la agricultura y ganadería, 39% del uso del suelo cambio de uso del suelo y silvicultura (USCUSS), 7% transporte, 2% de residuos y 0.7% de procesos industriales (Ver Figura 4).



**Figura 4.** Principales fuentes de emisiones en el Ecuador.  
Fuente: Ministerio del Ambiente.

El Distrito Metropolitano de Quito desarrolló un inventario de emisiones de GEI conforme la metodología estandarizada del IPCC<sup>2</sup>, metodología estandarizada para las ciudades del mundo. La huella de carbono calculada para la ciudad es en total 5.164.946 ton CO<sub>2</sub>eq, distribuida de la siguiente manera: sector transporte con el porcentaje más alto respecto al total de las emisiones (56%) emite 2.902.402 ton CO<sub>2</sub>eq, en segundo lugar, el sector residencial, comercial e institucional con una generación de emisiones de 1.016.305 ton CO<sub>2</sub>e (20%), el sector de residuos sólidos con 661.689 ton CO<sub>2</sub>e (13%) y finalmente con un porcentaje del 11% el sector industrial con 584.550 tonCO<sub>2</sub>eq. (Ver Figura 5). (Secretaría del ambiente., 2011)

La huella ecológica promedio del Distrito Metropolitano de Quito es un 9% más alta que la del Ecuador, y en análisis de sectores; en el transporte el impacto promedio de un quiteño es de 34% más alta que la de un ecuatoriano promedio. (Secretaría del ambiente., 2011)



**Figura 5.** Huella de carbono en el DMQ por sectores.

Fuente: Inventario de Gases de Efecto invernadero 2011.

<sup>2</sup> Metodología del IPCC, a través de la “Guía para los Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del IPCC, revisada a 1996”



## 1.1 Formulación del Problema

Determinación de modos de transporte eco amigables en las parroquias urbanas del Distrito Metropolitano de Quito, con la finalidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del sector del transporte.

## 2. Antecedentes

José A. Barbero & Rodrigo Rodríguez Tornsquist (2012) indican que, para realizar un cambio hacia modos de transporte amigables con el medio ambiente, es decir, con bajas o nulas emisiones de dióxido de carbono, se requiere de disposición al cambio y abrazar nuevos enfoques en las políticas nacionales. Entre las estrategias a aplicarse se tiene:

- Evitar viajes innecesarios por medio de una mayor planificación urbana; organizando el transporte con un mejor uso del suelo.
- Cambio hacia modos de transporte eco-amigables; en transporte urbano, alentar la preferencia del transporte público y minimizar al uso del transporte privado, y en el transporte de cargas, cambio a modos con baja intensidad de carbono y mayor combinación modal.
- Mejorar la eficiencia energética de los vehículos; promover el uso de vehículos híbridos. (Barbero & Rodríguez Tornsquist, 2012)

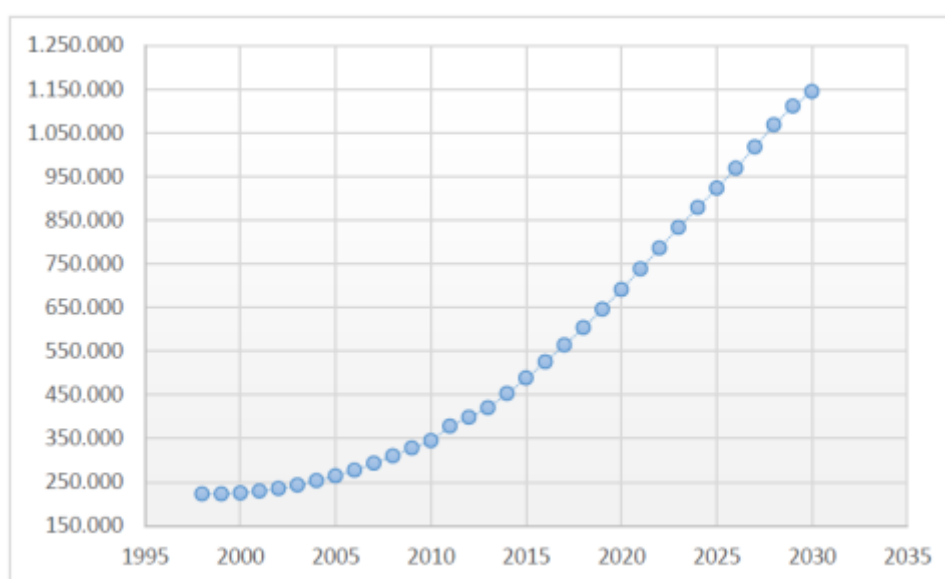
Felix Huber & Michael Falk (2012) señalan que entre los factores claves para reducir de emisiones de CO<sub>2</sub> es la disminución del volumen de transporte motorizado privado, y en el transporte de cargas “servicio de logística de última milla” se deben usar transportes más eficientes pues así se logrará una reducción de 26.4% de estas emisiones. Entre las ciudades precursoras de la mitigación del cambio climático que han logrado objetivos de reducción de gases de efecto invernadero están: Estocolmo (ha aumentado el ciclismo en un 26%),

Ámsterdam (el paseo y el ciclismo constituyen el 24% y el 30% respectivamente de los modos de transporte), Copenhague (sistema de transporte público de alta calidad). (Huber & Falk, 2012)

### 3. Justificación

El sector del transporte es la mayor fuente de contaminación según el Inventario de Emisiones de Gases del Efecto de Invernadero en el Distrito Metropolitano de Quito, realizado en el 2007. (DMQ, 2011)

De acuerdo a los estudios existentes, este sector presenta una tendencia de incremento acelerado, relacionado con la demanda de energía y transporte de la población, pues en los últimos 10 años el parque vehicular a tenidos incrementos entre el 5% y el 10%, lo que ha significado un incremento de entre 15.000 y 35.000 vehículos por año; de seguir con esta tendencia, para el año 2030 la situación de la movilidad podría ser insostenible (Ver Figura 6). (Secretaría de Movilidad, 2014)



**Figura 6.** Evolución y proyección del parque automotor en el DMQ.  
Fuente: Secretaría de la Movilidad

Reducir significativamente las emisiones de este sector debe ser un objetivo principal para la conservación del medio ambiente; y para conseguirlo es necesario implementar políticas y desarrollar iniciativas que limiten el crecimiento de dichas emisiones. Al plantear escenarios potenciales para la ciudad, con la aplicación de políticas y estrategias implementadas en otras partes del mundo, que han tenido resultados satisfactorios; se podrá evaluar la factibilidad de estas en Quito, así como, sus ventajas y desventajas, las barreras que se deben eliminar, etc. Con la finalidad de conseguir este objetivo ambiental.

#### **4. Importancia**

La presente investigación pretende recomendar a las autoridades del Municipio de Quito, en función de las buenas prácticas que funcionan en otras ciudades, algunas alternativas para el desarrollo de una ciudad sostenible, enfocadas en el sector del transporte, las cuales tendrán como objetivo principal la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, limitando así el crecimiento de la huella de carbono en la ciudad. Al aplicar estas propuestas se podrán tener las siguientes oportunidades fundamentales:

- Mejorar nuestro entorno (el ruido, los agentes contaminadores),
- Mejorar la calidad de vida (salud, participación social, seguridad),
- Modificar estructuras urbanas, para un mejor uso del suelo, y;
- Crear nuevos productos y nuevas áreas de negocio en la búsqueda de la eficiencia energética, que busquen la disminución de la huella de carbono, la polución y la contaminación del aire. (Huber & Falk, 2012)

## **5. Objetivos**

### **5.1 Objetivo General**

Evaluar el transporte y la movilidad en el marco del desarrollo sostenible en las parroquias urbanas del Distrito Metropolitano de Quito, mediante la comparación de las políticas de mitigación alrededor del mundo y la situación actual del Distrito, para reducir la emisión de gases de efecto invernadero.

### **5.2 Objetivos Específicos**

- Examinar las estrategias de transporte para la mitigación del cambio climático, implementadas en los países desarrollados, cuyo objetivo es la reducción de las emisiones de dióxido de carbono CO<sub>2</sub>.
- Evaluar el actual sistema de transporte de las parroquias urbanas del Distrito Metropolitano de Quito, con sus consecuentes emisiones de dióxido de carbono.
- Determinar modos de transporte sostenible viables a aplicarse en el Distrito Metropolitano de Quito para enfrentar el cambio climático.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 1. Antecedentes investigativos

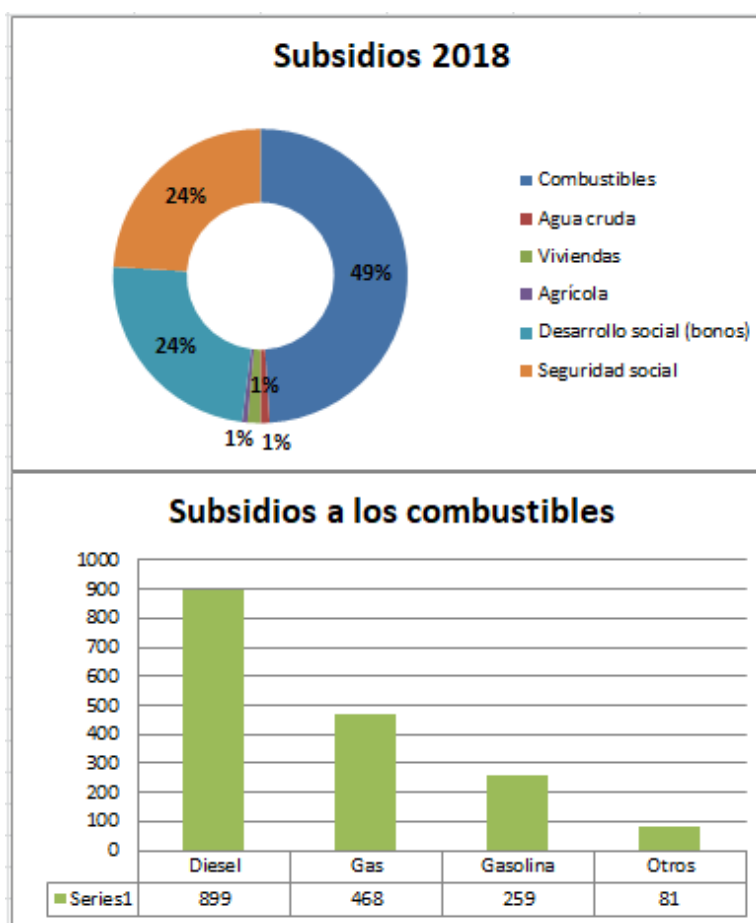
Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en su publicación *“Estrategias de Mitigación y Métodos para la Estimación de las Emisiones de Gases Efecto Invernadero en el Sector del Transporte”* del 2013, en las últimas décadas los países de América Latina y el Caribe han tenido un crecimiento económico y poblacional cuya consecuencia inmediata es la demanda de mejor infraestructura para realizar desplazamientos, viajes más rápidos y minorar las distancias de los viajes; he aquí donde surgen los retos para las políticas a implementarse, pues a su vez, se debe reducir los impactos ambientales negativos asociados con dichas necesidades. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2013)

En este documento se plantea un panorama de las estrategias de Evitar-Cambiar-Mejorar; pues este planteamiento tiene estrategias claves para mitigar la emisión de Gases de Efecto Invernadero como son:

- Mejoras en el transporte público: busca cambiar la preferencia del transporte público con respecto al privado y busca mejorar la eficiencia energética con combustibles bajos en carbono.
- Transporte no motorizado: con un atractivo diseño del espacio destinado para movilidad no motorizada se puede lograr el cambio hacia este modo.
- Precios y subsidios: si las autoridades del Gobierno, ajustarían las tarifas de los combustibles, a los precios internacionales, se optimizaría el uso del vehículo privado y se motivaría la migración a los medios de transporte público. Paralelamente, los responsables de la movilidad de las ciudades, deberán ofertar un servicio de transporte

público de calidad, que desaliente el uso del vehículo privado, para evitar el congestionamiento de las ciudades y el consecuente incremento de contaminación (GEI). En el caso del Ecuador, el presupuesto total por concepto de subsidios a los combustibles para el año 2018 es de \$1.707 millones, es decir el 49% del total de subsidios (\$3.470 millones) (Ver Figura 7). Dentro de los subsidios a los combustibles se tiene el subsidio al diesel, al gas y a la gasolina; el diesel es usado principalmente en los buses de transporte público y para actividades productivas y el transporte de bienes, en ninguno de estos casos es recomendable eliminar el subsidio por el alto costo social que representaría; el gas se utiliza con fines domésticos, sin embargo el actual sistema de subsidio tiene un alto porcentaje de desvío hacia personas que realmente no lo necesitan, cambiar la forma de subsidio a una transferencia mensual del valor a las personas que lo necesiten previo estudio aseguraría que se lo destina de forma correcta; la gasolina también es subsidiada no solo a los grupos más vulnerables, su estudio y consecuente reducción gradual asegurarían reducir estos costes al Estado. (Acosta Burneo, 2018)

Se propone una compensación a los ecuatorianos por estos valores de subsidios que se eliminarán gradualmente por la reducción o eliminación de impuestos generados por la compra de vehículos o repuestos y cumpliendo las reglas macro fiscales que limitan el gasto público. (Acosta Burneo, 2018)



**Figura 7.** Porcentaje de subsidios en el Ecuador 2018, Subsidios a los combustibles en millones de dólares.

Fuente: Presupuesto General del Estado 2018.

- Uso del suelo: la organización de lugares de trabajo, comercio, viviendas, etc. evita los viajes innecesarios y busca que se cambie hacia el transporte público o no motorizado por mayor facilidad.
- Gestión del estacionamiento: al reducir los estacionamientos y colocarlos en lugares apropiados con alto precio acorde se evita el uso de vehículos privados, se alienta al cambio de modos de transporte y mejora el uso del tiempo que se invierte en busca de un estacionamiento.
- Reducción de los viajes al trabajo: los empleadores tienen el papel de organizar las circunstancias e incentivos para sus trabajadores de forma que se reduzca los viajes o cambiando a tele-trabajo (trabajo en casa). El Ministerio del Trabajo en el Ecuador se

encuentra impulsando esta modalidad de empleo mediante los acuerdos ministeriales Nro. MDT-2016-00190 y MDT-2017-0090 y presentando una serie de beneficios para los involucrados que se detallan a continuación en la Tabla 1. (Ministerio del Trabajo, 2017)

**Tabla 1.**

*Beneficios de tele trabajo para los sectores involucrados.*

Para el tele trabajador	Para la empresa	Para la sociedad
-Mejora el ambiente de su vida personal.	-Reduce el espacio físico.	-Disminución en la congestión del tránsito urbano.
-Aumenta la productividad y calidad del trabajo.	-Disminución en gastos de transporte, alimentación y uniformes.	-Reducción en la emisión de gases contaminantes.
-Genera mayor responsabilidad.	-Resultados positivos por logro de metas e indicadores de gestión.	-Optimización del tiempo de movilización.
-Mejora la flexibilidad laboral.	-Ahorro de recursos económicos en la planta física.	-Aumenta oportunidades de trabajo para personas con discapacidad y grupos prioritarios.
-Reduce el estrés y los costos.	-Disminución de permisos por calamidad doméstica.	-Crea un vínculo familiar.
-Facilita la conciliación entre la vida familiar y laboral.		
-Trabajo con comodidad desde el hogar.		
- Más tiempo para cuidar de su salud.	-Personal más productivo.	

Fuente: (Ministerio del Trabajo, 2017)

- Acceso y uso de vehículos automotores: con políticas adecuadas se puede evitar el uso del vehículo privado, promover el uso compartido de automóvil y reducir el congestionamiento existente.
- Gestión y operaciones del sistema: estrategias dirigidas a evitar el uso de combustibles fósiles, tener un mejor mantenimiento de los vehículos, cambiar hacia los nuevos



sistemas de energía eco-amigable y mejorar la circulación de los vehículos a velocidades eficientes.

- Capacidad de las vialidades: una correcta capacidad de las vialidades evitando el congestionamiento como los cuellos de botella por ejemplo permite una circulación más fluida, sin embargo, se debe realizar una evaluación para no aumentar la “demanda inducida”.
- Carga multimodal: con una planeación de combinación modal entre marítimas, de ferrocarril y terrestres para el transporte de cargas y mejorando la eficiencia de combustible en camiones se logra la reducción de los viajes de baja productividad.
- Eficiencia energética vehicular y cambio de combustible: se reduce la emisión de GEI con tecnologías como la reducción del arrastre aerodinámico, la resistencia a la rodadura, motores eficientes, transmisión mejorada, entre otros. Los biocombustibles también se ajustan en este cambio. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2013)

En la publicación del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania titulada *“Transporte y Cambio Climático. Transporte sostenible: Texto de Referencia para formuladores de políticas públicas en ciudades de desarrollo”*, se presentan varios instrumentos que hacen factible la implementación de dichas estrategias políticas (Ver Tabla 2). (Dalkmann & Brannigan, 2010)

**Tabla 2.***Instrumentos de transporte sostenible.*

Instrumento	Aplicación
Instrumentos de Planificación	Planificación de usos del suelo para incentivar el uso del transporte público y no motorizado.
Instrumentos Regulatorios	Normativa de límites de emisiones, límites de velocidades, estacionamientos, asignación del espacio vial, procesos de producción.
Instrumentos Económicos	Impuestos al combustible, a la compra, tarifación vial, tasas y exenciones
Instrumentos de Información	Campañas de sensibilización a la ciudadanía, gestión de la movilidad, esquemas de mercadeo y de manejo racional.
Instrumentos Tecnológicos	Mejora de eficiencia energética, producción más limpia, tecnologías más limpias.

Fuente: (Dalkmann &amp; Brannigan, 2010)

Todos estos instrumentos presentados tienen un alto impacto si son puestos en marcha de forma conjunta; y, dependiendo del instrumento que se está aplicando varía su nivel e intensidad en la aplicación. Los co-beneficios alcanzados al implementar estos instrumentos son mejora en la calidad del aire, mejora en la salud, mejora de la seguridad de personas que se desplazan, mayor accesibilidad a servicios, entre otros.

En los países en vías de desarrollo se mantiene un alto porcentaje de uso de transporte público y no motorizado, por lo tanto, es de vital importancia que se siga manteniendo esta tendencia para equilibrar las emisiones de gases de efecto invernadero. (Dalkmann & Brannigan, 2010)

En este documento se presenta también algunos factores que contribuyen al éxito de la aplicación de estos instrumentos para obtener un transporte sostenible, entre ellos tenemos:

- Arreglos institucionales e involucrados clave: algunas medidas políticas necesitan la aprobación por parte de municipios o autoridades gubernamentales, así como de participantes del mercado del transporte como industrias, usuarios, operadores, etc. es necesaria también la participación de organizaciones no gubernamentales y de prensa y medios de comunicación para las campañas de sensibilización.
- Viabilidad financiera: es fundamental que los instrumentos tengan en cuenta con cuánto dinero disponen las autoridades para ponerlos en práctica, mejor aún si los instrumentos a aplicarse son de bajo costo o incluso pueden generar ingresos públicos; debido a esto, es necesario una evaluación previa y transparente de la implementación de dichos instrumentos.
- Otras consideraciones: el transporte de carga contribuye al congestionamiento, inseguridad y contaminación del medio ambiente y para este sector del transporte también es necesario aplicar instrumentos de mitigación, el transporte aéreo y el marítimo también generan emisiones de CO<sub>2</sub> y para ellos es recomendable hacer un estudio separado de estrategias de mitigación frente a cambio climático. (Dalkmann & Brannigan, 2010)

El Banco Interamericano de Desarrollo siempre capacitando en temas de interés social a personas relacionadas con la toma de decisiones y aplicación de políticas, ha desarrollado e implementado cursos On-Line en su plataforma edX con temas de interés ambientales para la región, dirigidos por especialistas en los temas, con duraciones cortas, y con actividades interactivas para los asistentes a dichos cursos. En el curso Seguridad Vial en América Latina y el Caribe: de la teoría a la acción, se abordan temas que van desde la seguridad vial como problema de desarrollo sostenible hasta seguridad en el medio urbano mediante transporte sostenible. Dentro de este curso se presenta el Informe sobre la situación mundial de

Seguridad Vial de la OMS y se detalla que los siniestros en peatones, ciclistas y motociclistas representan el 49% de muertes anuales, por encima de las muertes registradas por enfermedades catastróficas; esta alarmante cifra nos invita a reflexionar sobre la importancia de tomar acciones frente a la seguridad vial y también al transporte sostenible.

Para reducir la siniestralidad y vulnerabilidad en temas de seguridad vial hay tres factores claves que indican un progreso en estos temas y son: i) priorizar al peatón en el diseño de las vías, ii) entender como inadmisibles la muerte de personas en accidentes de tránsito, y iii) dotar de movilidad segura y sostenible a las ciudades.

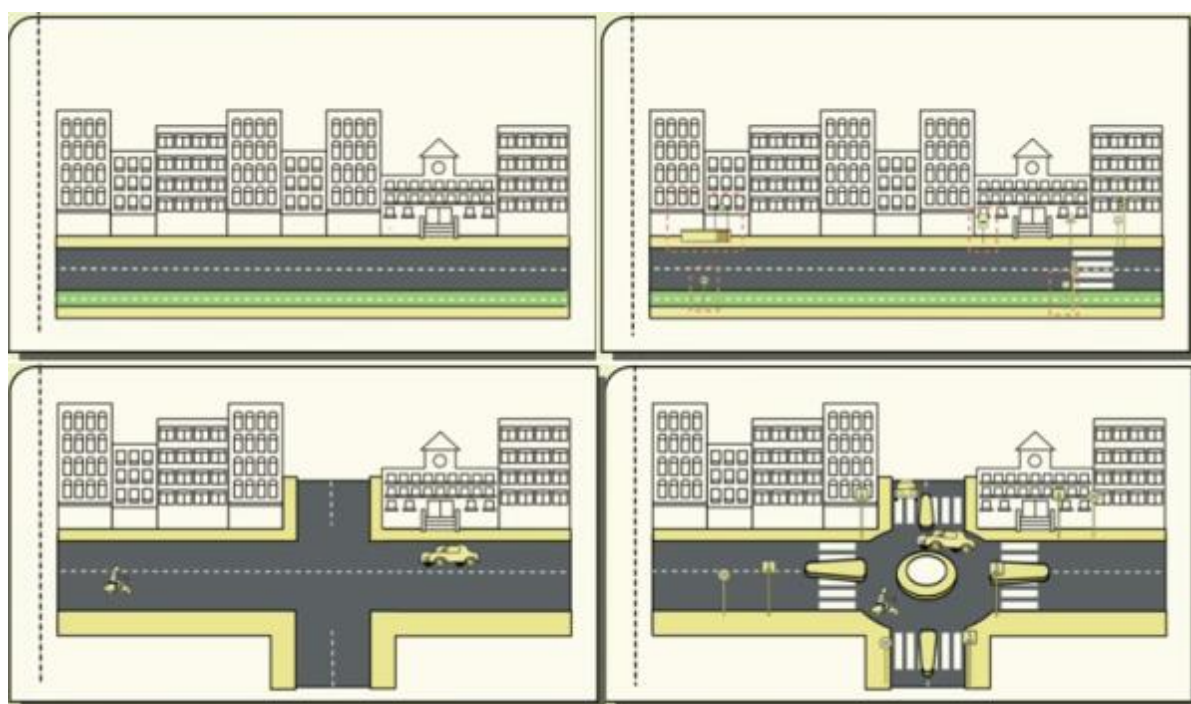
Los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y el decenio de acción para la seguridad vial planteado por las Naciones Unidas en el 2015 (Ver Figura 8), buscan disminuir las muertes por accidentes de tránsito y dotar de infraestructura segura a los grupos más vulnerables, todo esto se lo logrará mejorando ciertas áreas que son el pilar fundamental en la Seguridad Vial como: a) la legislación existente y su aplicación, b) seguridad de los vehículos, c) seguridad en el diseño de la infraestructura vial, y; d) calidad en los datos de los siniestros para toma de decisiones.



**Figura 8.** ODS y medidas del decenio de acción para la Seguridad Vial.

Fuente: (BID, edX, 2017)

En cuanto a la seguridad en el medio urbano mediante un transporte sostenible se destacan los usuarios vulnerables que son aquellos que tienen mayor riesgo de lesión, entre ellos se encuentran los peatones, ciclistas, y motociclistas, para dotarles de seguridad a estos es necesario intervenciones de bajo coste pero de alto impacto social a la vez que se promueve el uso de transporte no motorizado, estas son consideradas actividades sostenibles, pues una actividad sostenible no tiene relación exclusiva con el medio ambiente sino que es una actividad que puede cambiar la cultura del transporte y que es una inversión a futuro. Una actividad sostenible se basa en 3 aspectos fundamentales: i) la prioridad es la seguridad, con agentes que procuren evitar la ocurrencia de siniestros ii) no cometer errores cometidos en otros países o ciudades, y iii) enfocar las actividades hacia grupos vulnerables (Ver Figura 9).



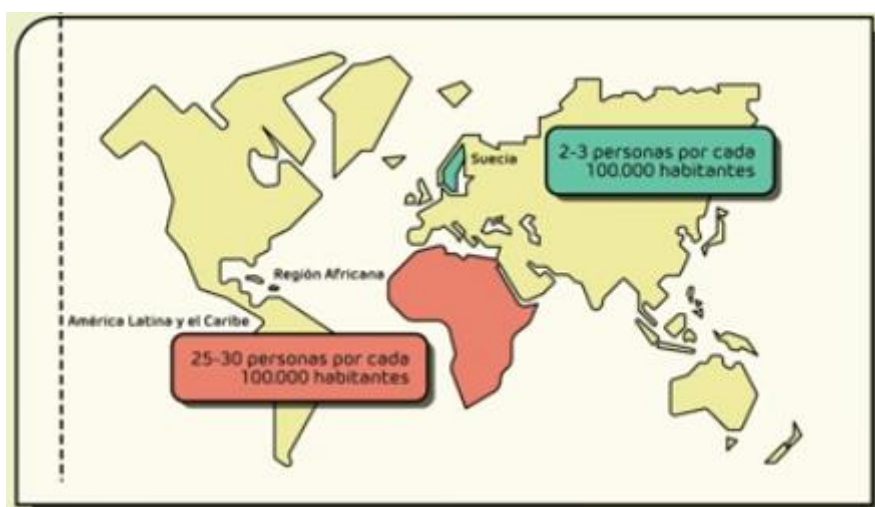
**Figura 9.** Actividades sostenibles para promover la seguridad en el medio urbano.

Fuente: (BID, edX, 2017)

Se prevé que para el 2030 el 70% de la población mundial viva en zonas urbanas y dotar de seguridad para los grupos vulnerables es de vital importancia, como se muestra en la Figura anterior se presentan dos panoramas, en el lado izquierdo se muestra la realidad de muchas

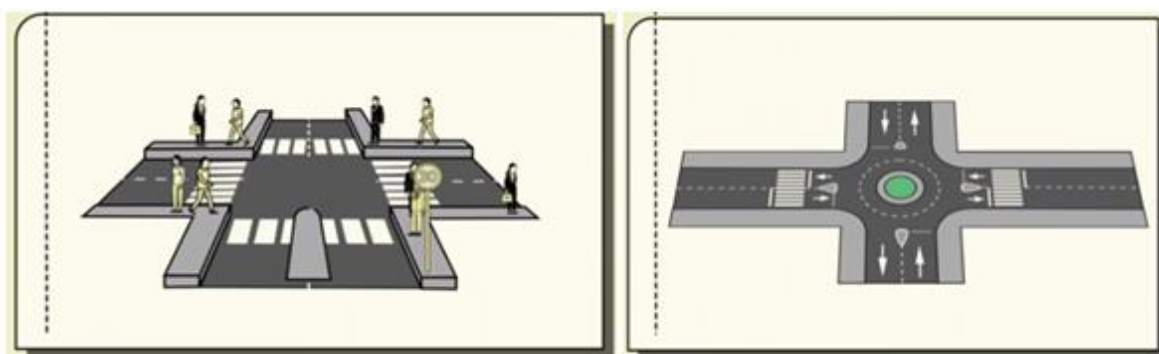
zonas urbanas en América Latina y el Caribe, dichas zonas se encuentran carentes de señalización horizontal y vertical, carentes de infraestructura para que circulen peatones y ciclistas y carentes de infraestructura vial que disminuya las velocidades de circulación y por lo tanto disminuya los siniestros; en el lado derecho se presentan acciones sostenibles en el transporte de bajo coste pero de alto impacto social que con una adecuada señalización y la dotación de la infraestructura necesaria pueden llegar a promover modos de transporte sostenible y reducir la siniestralidad a lo largo de los años.

La Visión Cero es una concepción de seguridad vial creada en Suecia que tiene como principio cero muertes y cero heridos por la necesidad de trasladarse de un lugar a otro, se basa en tres principios fundamentales que son: i) los seres humanos cometes errores, ii) los cuerpos son vulnerables a las velocidades de circulación y, iii) la percepción del riesgo de los seres humanos es imprecisa. En Suecia donde se creó esta visión actualmente el índice de mortalidad por siniestros viales es de 2 a 3 personas por cada 100.000 habitantes, comparado con el índice de países en vías de desarrollo que puede alcanzar cifras de entre 25-30 e incluso hasta más fatalidades por los mismos 100.000 habitantes (Ver Figura 10). En ciudades de América Latina como México y Bogotá ya se ha empezado a tomar la visión cero como la base para sus estrategias de seguridad vial mediante la reducción de velocidades permitidas de circulación, mejorando infraestructura para ciclistas y peatones, trabajando en mejorar las intersecciones peligrosas y aumentando el uso de tecnología para cruce de peatones y ciclistas en intersecciones como el control de las velocidades de circulación (Ver Figura 11).



**Figura 10.** Comparación de cifras de fatalidades en países con y sin Visión Cero.

Fuente: (BID, edX, 2017)



**Figura 11.** Estrategias de seguridad vial para alcanzar la Visión Cero.

Fuente: (BID, edX, 2017)

## 2. Fundamentación teórica

### 2.1 Situación actual de la movilidad en el Distrito Metropolitano de Quito

La última referencia de la situación de la movilidad en el DMQ se tiene en el estudio realizado para la construcción del metro de Quito en el 2011, donde se tiene que la población de Quito es de 2'239.191 habitantes<sup>3</sup>, los cuales generan un total global de 4'600.000 viajes los cuales se reparten en los distintos modos de transporte (motorizados y no motorizados). (Ver Tabla 3). (Secretaría de Movilidad, 2014)

<sup>3</sup> Dato obtenido del Censo del 2010, realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)

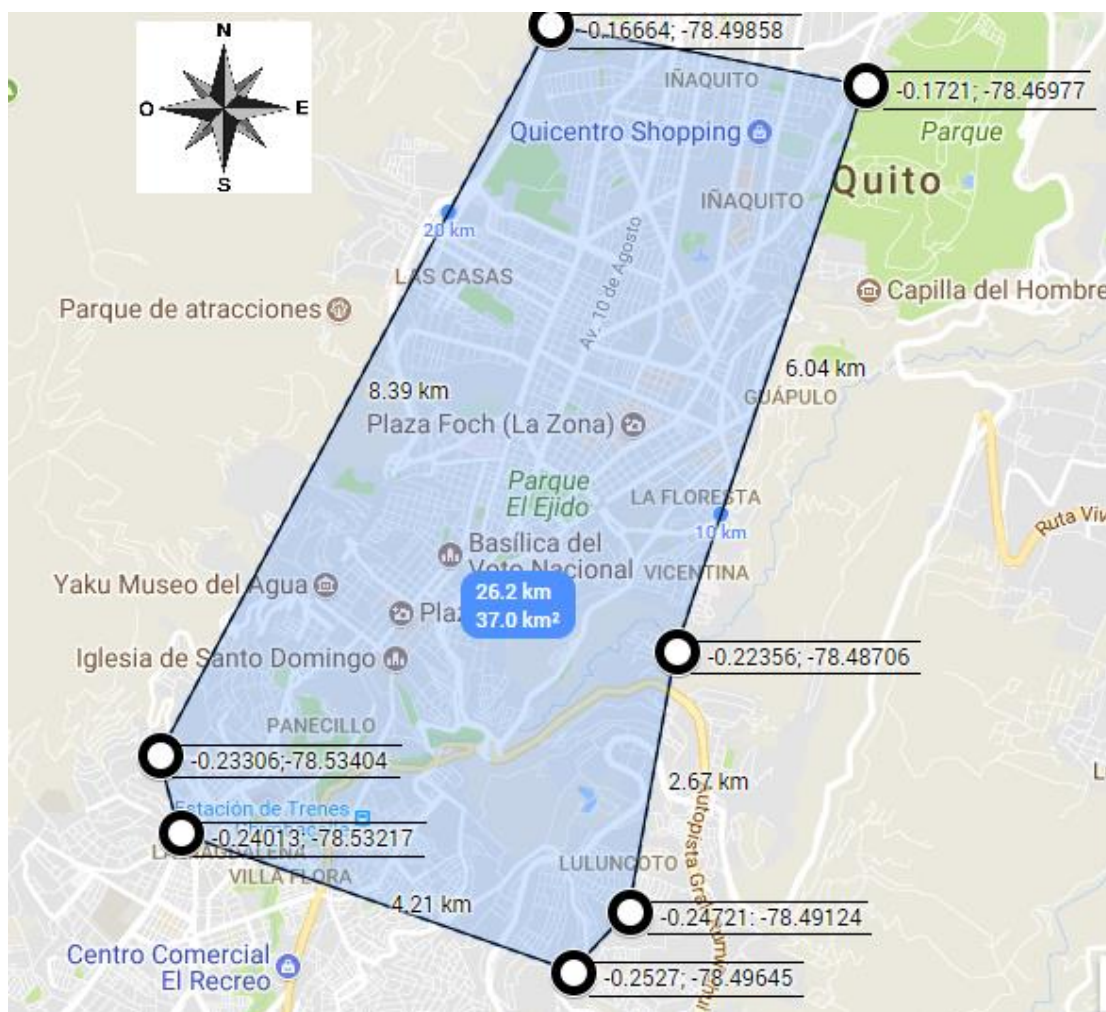
**Tabla 3.***Número de viajes por modo de transporte, proyectados al 2014*

Motorizado	Transporte Público	2'800.000	61.3%
	Transporte Privado	1'050.000	23.0%
No	Peatonal	700.000	15.3%
Motorizado	Bicicleta	15.000	0.3%
Total		4'565.000	100.0%

Fuente: Estudio de movilidad-proyecto Metro de Quito-2011.

El hipercentro de Quito (Ver Figura 12), es la zona donde se concentran la mayoría de las actividades urbanas, según la Secretaría de la Movilidad, esta zona está delimitada de la siguiente manera: al sur: Calle Ambato, al oeste: Av. América-calle Imbabura; al norte: Av. El Inca; al este: Av. 6 de Diciembre-Av. 12 de Octubre-Av. Gran Colombia. Posee un área de 37 km<sup>2</sup> con un perímetro aproximadamente de 26.2 km. (Secretaría de Movilidad, 2014)



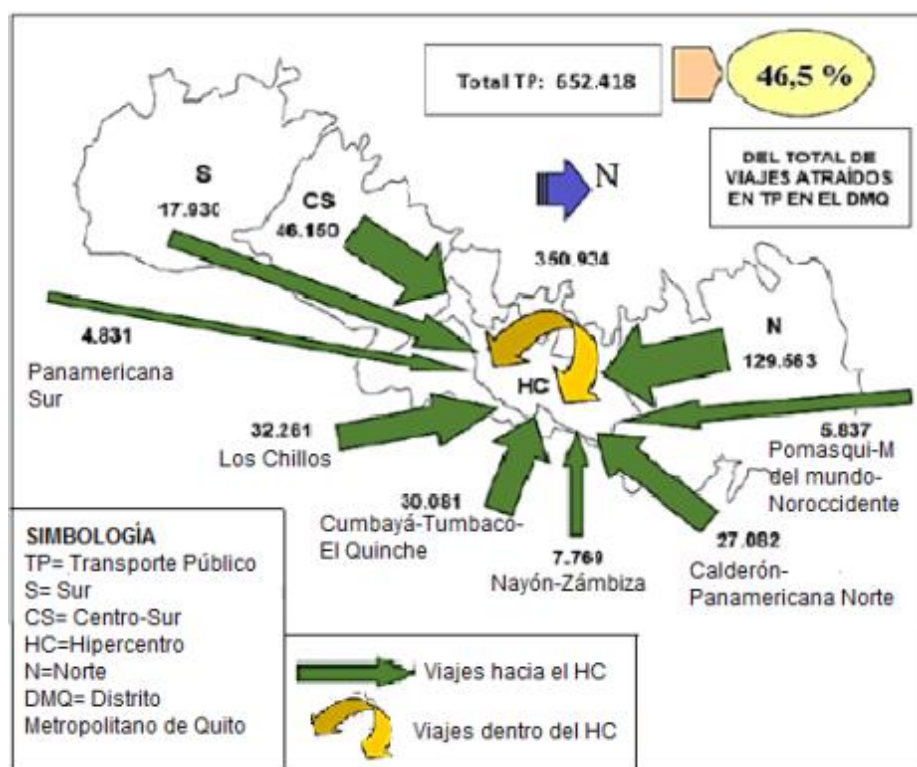


**Figura 12.** Hipercentro de Quito.

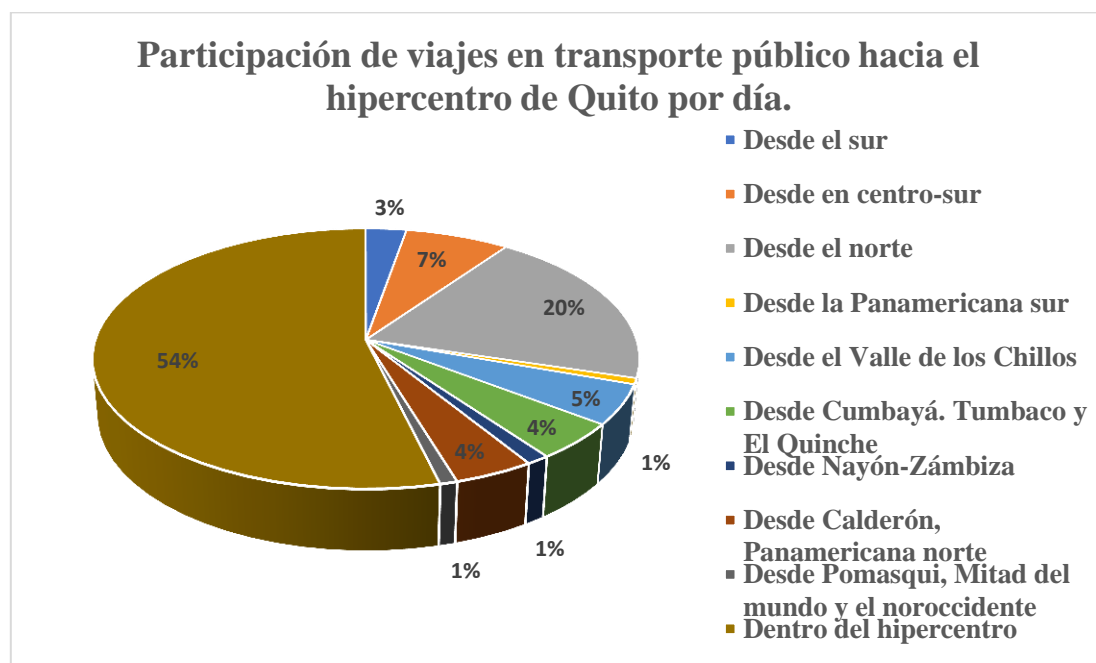
Fuente: Secretaría de movilidad.

Los viajes que se realizan hacia el hipercentro demuestran que el 46.5% de los viajes realizados por el transporte público son hacia esta zona (Ver Figura 13), mientras que el 54% restante se realizan dentro del hipercentro en sí (Ver Figura 14).

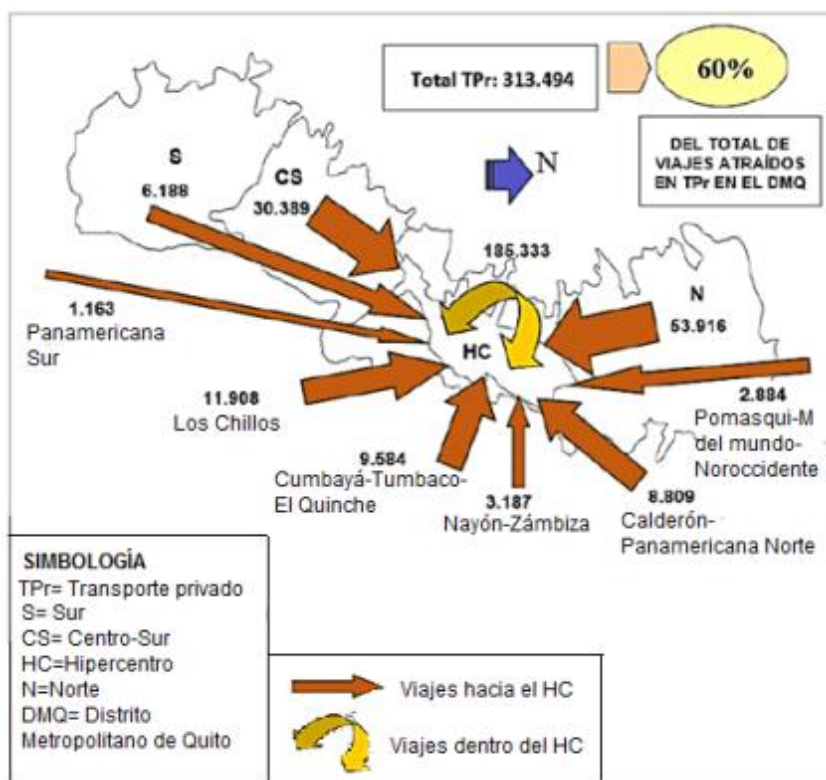
Entretanto, el 60% de los viajes realizados por el transporte privado son dentro del hipercentro mismo (Ver Figura 15), el restante 40% son viajes en transporte privado hacia esta zona. (Ver Figura 16).



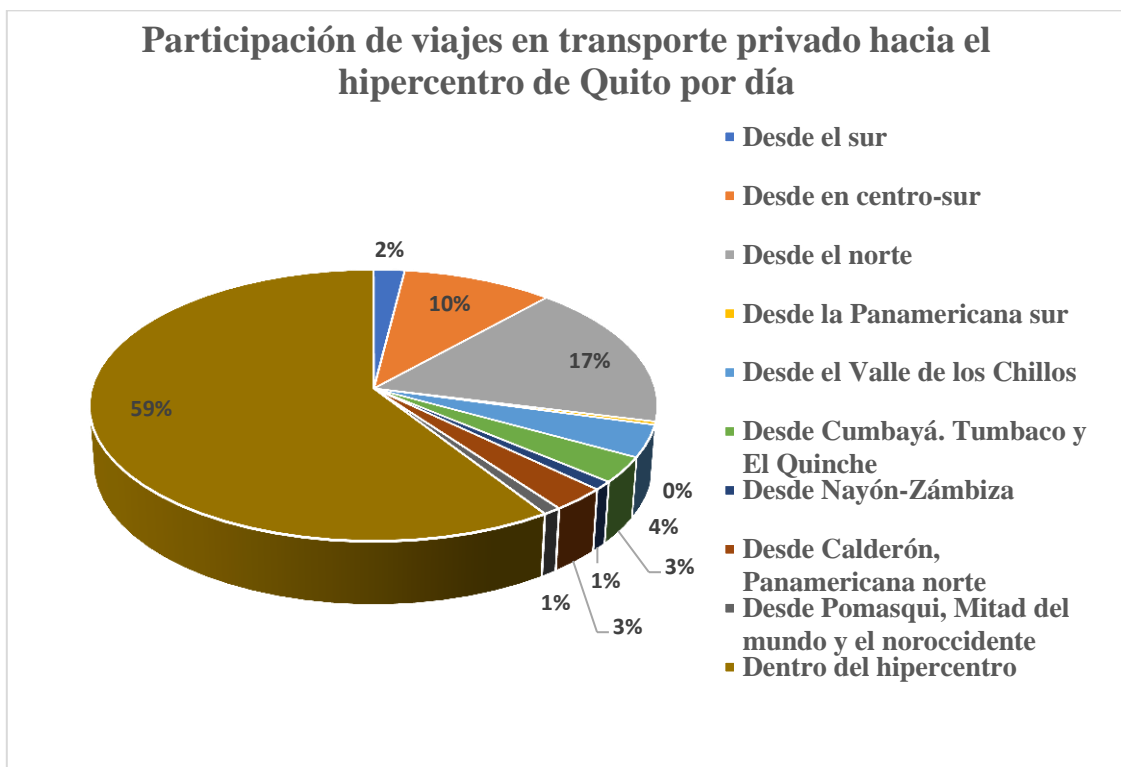
**Figura 13.** Número de viajes por día del transporte público hacia el hipercentro.  
 Fuente: Secretaría de la Movilidad.



**Figura 14.** Participación de viajes en transporte público desde diferentes sitios hacia el hipercentro de Quito.  
 Fuente: Secretaría de la movilidad.



**Figura 15.** Número de viajes por día del transporte privado hacia el hipercentro.  
 Fuente: Secretaría de la Movilidad.



**Figura 16.** Participación de viajes en transporte privado desde diferentes sitios hacia el hipercentro de Quito.  
 Fuente: Secretaría de la movilidad.

Como se demuestra en la Figura 13 y 15, las condiciones de tráfico en esta zona (hipercentro) son de difícil acceso/salida; la ocupación de la infraestructura existente (calzadas, carriles de circulación) se caracteriza por 30% de ocupación del transporte público y el 70% por el transporte privado; el crecimiento vertiginoso del parque vehicular en los años y la limitada capacidad vial son factores que van agravando las congestiones de tráfico.

Un vez que se ha estudiado la movilidad de los quiteños, se llega a la conclusión de que los ciudadanos deben emplear mayores tiempos en los viajes que realizan, por ejemplo en el sector de “El Trébol” (Ver Figura 17), se ha establecido que los tiempos promedio han incrementado en un orden del 7% respecto a los registros del 2008 ya que las velocidades de desplazamiento se han reducido de 19.8 km/h a 14.1 km/h. (Secretaría de Movilidad, 2014)



**Figura 17.** Punto de estudio de movilidad, sector “El Trébol”.

Fuente: Observación de campo.

## 2.2 Transporte público en el DMQ

Sobre la base del estudio de movilidad se ha determinado que se realizan aproximadamente 2'800.000 viajes en transporte público de forma cotidiana, en la Tabla 4, se detalla la participación de cada subsistema de transporte público en dichos viajes al día.

**Tabla 4.***Distribución modal de viajes en los diferentes subsistemas de Transporte Público*

Subsistema de TP	Viajes/día	%
Rutas convencionales	1'720.000	61.4%
Troncales BRT-Corredores	400.000	14.3%
Rutas alimentadoras BRT-Corredores	210.000	7.5%
Buses escolares e institucionales	420.000	15.0%
Servicios informales (busetas, camionetas)	50.000	1.8%
Totales	2'800.000	100.0%

Fuente: Diagnóstico de la movilidad en Quito. (Secretaría de Movilidad, 2014)

La oferta del transporte público no ha tenido variaciones significativas en los últimos 10 años, se han reducido aproximadamente 260 unidades debido a la incorporación de buses articulados en los diferentes corredores de la ciudad (Ver Figura 18). (Secretaría de Movilidad, 2014)

**Figura 18.** Buses articulados en Quito: corredor Oriental Ecovía y corredor Central-Norte.

Fuente: Observación de campo.

Para el 2014 se incrementaron 80 buses articulados, 16 buses a la ruta Inter parroquial “Floresta-Cumbayá” (Ver Figura 19), 4 rutas Inter parroquiales equipadas con 36 minibuses, sin embargo, el transporte público sigue siendo deficiente para la demanda que tiene y para la calidad del servicio que demandan los pasajeros, por estos motivos se ha incrementado la oferta del transporte informal (Ver Figura 20), y el uso del vehículo privado. (Secretaría de Movilidad, 2014)



**Figura 19.** Buses de la ruta inter-parroquial “Floresta-Cumbayá”.  
Fuente: Observación de campo.



**Figura 20.** Transporte informal en la Av. Simón Bolívar.  
Fuente: Observación de campo.

### **2.3 Gestión del tráfico en el DMQ**

La gestión del tráfico identifica los factores para que un desplazamiento vial tenga condiciones de fluidez, seguridad y confort en sus usuarios, entre estos factores se tiene: la geometría, la capacidad vial, los dispositivos de control de tráfico, la señalización, las características de los vehículos, entre otro, mismos que determinan el tiempo de viaje que realizan los ciudadanos.

La velocidad de circulación en el DMQ ha disminuido de 19.9 km/h hasta 14.1 km/h, debido a los altos niveles de congestión que presenta la ciudad y al incremento del parque automotor, mismo que ha crecido en el orden del 7% (30.000 vehículos por año). Bajo estas premisas se determinó en el 2018 que el nivel de saturación de la red vial principal del DMQ

era del 17%, en el año 2015 del 32% y se proyecta que para el 2025 la saturación será de un 54%; razón por la cual a partir del 2010 se incrementó la medida conocida como “pico y placa”<sup>4</sup>, lo cual tuvo efectos positivos los primeros meses, pero en la actualidad ha sido el detonante de una “demanda inducida”.

La demanda de estacionamientos, tiene relación directa con el crecimiento del parque vehicular, y es un problema más agudo en los sectores donde se tiene oferta de servicios. En el DMQ los estacionamientos se regulan en la vía pública y fuera de ella a través de 3 servicios:

- La red de estacionamientos en Parques de Quito: 2.368 plazas. (Ver Figura 21)
  - Estacionamiento en edificios del centro histórico: 1.927 plazas. (Ver Figura 22)
  - Estacionamiento Rotativo Tarifado “Zona Azul”: 8.572 plazas. (Ver Figura 23)
- (Secretaría de Movilidad, 2014)



**Figura 21.** Red de estacionamientos en el parque “La Carolina”.

Fuente: Observación de campo.

---

<sup>4</sup> Medida de restricción de circulación en los horarios: 07h00 a 09h30 y 16h00 a 19h30 por día, según el último dígito de la placa vehicular.



**Figura 22.** Estacionamientos en edificios del centro histórico: Estacionamiento Montúfar 2 y Estacionamiento Cadisan.  
Fuente: Observación de campo.



**Figura 23.** Estacionamiento rotativo tarifado “Zona Azul”.  
Fuente: Observación de campo.

A partir del año 2014, se ha implementado en el DMQ el Centro de Gestión de la Movilidad (CGM), centro integrado donde convergen la Secretaría de la Movilidad, la Agencia Metropolitana de Tránsito (AMT), la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (EPMMOP) y la Agencia Nacional de Tránsito (ANT), el objetivo de este centro es mitigar y optimizar los desplazamientos, mediante la coordinación, la utilización de



cámaras de monitoreo y la central de semaforización. (Ver Figura 24). Dentro de este centro funciona el sistema de Foto multas y Foto radares. (Agencia Metropolitana de Tránsito, 2017)



**Figura 24.** Centro de Gestión de la Movilidad. Ubicado en Av. Dr. José Fernández Salvador, sector del Parque Inglés.

Fuente: Observación de campo.

Este centro tiene un Sistema Centralizado de Semaforización Adaptativo, el cual permite regular de forma automática los tiempos de semaforización en las diferentes intersecciones dependiendo del volumen vehicular que por ahí circula (Ver Figura 25). Este sistema cuenta con 1.557 Cámaras de Video Detección (CVD) mismas que se localizan en aproximadamente 660 intersecciones ubicadas en la red principal de la ciudad. También se cuenta con 190 Cámaras de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) las cuales filman los principales corredores viales que sirven para evaluar y aplicar soluciones para mejorar la movilidad. (Quito Informa, 2017)



**Figura 25.** Sistema centralizado de semaforización adaptativo ubicado en el sector “La Marín”.

Fuente: Observación de Campo.

### **3. Fundamentación conceptual**

#### **3.1 Movilidad urbana**

La movilidad urbana es una necesidad básica de todas las personas, misma que debe ser satisfecha de forma que los desplazamientos que se realizan para acceder a los diferentes servicios no tengan efectos negativos en la calidad de vida, ni el crecimiento económico, cultural, educativo, etc. de todos los ciudadanos; ya que, es un derecho fundamental que de ser garantizado en igualdad de condiciones a toda la población. (Mataix González, 2010)

A diferencia del término “transporte”, la movilidad urbana brinda un panorama amplio de los desplazamientos de los individuos en su realidad socioeconómica y espacial (edad, género, categoría socio laboral, entre otros); esto se debe principalmente a que el transporte se limita a evidenciar una relación entre oferta y demanda, mientras que la movilidad urbana centra su problemática en el individuo y su entorno, y esto permite tomar en cuenta a personas de escasos recursos que viven en sectores periféricos. Centrarse en estos factores permite conocer como las transformaciones de la sociedad y el desarrollo de las urbes han afectado a

la movilidad de las personas tanto en inversión de tiempo y dinero en desplazamientos, como en la crisis del transporte público. (Montezuma, 2003)

### **3.2 Conflictos de la movilidad**

El modelo actual de movilidad se encuentra marcado por la “cultura del coche” y ajustado por un modelo de urbe de carácter expansivo. La mayoría de los problemas derivados de este actual modelo de movilidad se producen y mantienen dentro de las urbes, sin embargo, hay otros de mayor trascendencia como la emisión de gases de efecto invernadero que repercuten a escala global. (Mataix González, 2010)

Entre los problemas asociados con la movilidad urbana se tiene:

El consumo de energía: el problema ambiental más grave asociado con el transporte actual es su dependencia en aproximadamente el 98% de energías fósiles no renovables y el daño ambiental vinculado con la producción, transformación y consumo final de dicha energía. En el 2003 la demanda mundial de petróleo superó los 10.500 millones de toneladas equivalentes, del total de consumo de petróleo, el 80% es el transporte por carretera, dentro de este sector los vehículos livianos usan el 80% de la gasolina y los camiones el 75% de diesel. (Lizárraga Mollinedo, 2006)

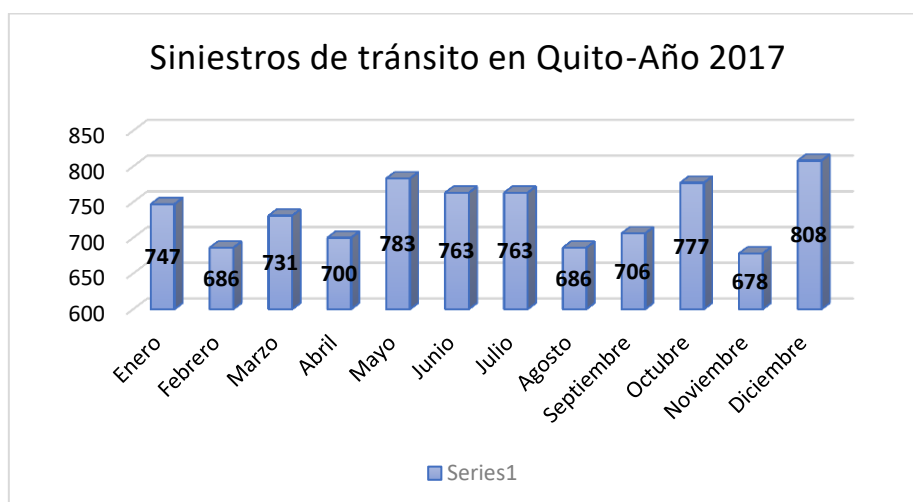
Contaminación atmosférica: el sector del transporte es el principal responsable del efecto invernadero por sus altas emisiones de CO<sub>2</sub>, en los modelos de cambio climático se prevé que para el 2100 la temperatura promedio se incrementará en un 2% respecto a 1990. (Martínez Ataz & Díaz de Mera Morales, 2014)

Como media, el transporte público emite un 95% menos de monóxido de carbono, un 90% menos de compuestos orgánicos volátiles y un 45% menos de dióxido de carbono y óxido de nitrógeno por pasajero/kilómetro que los vehículos particulares. Un estudio similar

desarrollado en la ciudad de Sao Paulo, Brasil demostró que un autobús a diesel con un promedio de 45 pasajeros en el cual tan solo viajen 2 pasajeros emite aún menos CO<sub>2</sub> que un vehículo particular ocupado por una sola persona. (UITP, 2003)

Ruido: la Organization for Economic co-operation and Development (OECD) estima que 130 millones de personas están expuestas a un ambiente sonoro de más de 65 Db (decibeles), de estas personas 300 millones sienten incomodidad acústica y esta proviene en un 80% de los vehículos motorizados, es decir, el tráfico urbano es uno de los mayores contaminantes acústicos a nivel mundial. (Martínez Sandoval, 2005)

Accidentes y seguridad: en las zonas urbanas el predominio del automóvil implica un alto riesgo de accidentes, es más probable sufrir un accidente dentro de la ciudad que en las carreteras principales. (Mataix González, 2010). Según la ANT, en Quito se registran un promedio de 24 accidentes por día, conforme las estadísticas del 2017, en la tabla de siniestros de tránsito según cantones, en Quito se registran un promedio de 735 accidentes cada mes. (Ver Figura 26)



**Figura 26.** Siniestros de tránsito mensuales registrados en Quito en el año 2017.  
Fuente: Agencia Nacional de Tránsito.

Congestión vehicular: la congestión es causada principalmente por el uso del vehículo privado cuya propiedad se ha masificado en los últimos años en América Latina. Este problema se agrava cuando se tienen problemas de diseño y mantenimiento vial. Los costos que se derivan de las congestiones diarias en las urbes son elevados, en un ejemplo conservador si se aumenta 1 km/h en velocidad promedio de los vehículos privados y 0.5 km/h en velocidad promedio del transporte público se tendría como efecto inmediato la reducción de los tiempos de viaje y costos de operación por un valor equivalente al 0.1% del producto interno bruto (PIB). Dichos datos nos servirán posteriormente para la valoración económica del proyecto. (Bull, 2003)

### **3.3 Políticas de movilidad sostenible**

La movilidad sostenible prioriza la accesibilidad sobre la movilidad y el transporte, promoviendo un modelo de ciudad más organizado y compacto en el cual los desplazamientos sean más cortos y rápidos, de manera que el transporte público y los modos de transporte no motorizado sean preferidos por los ciudadanos.

Las políticas de movilidad urbana sostenible surgen de una combinación de objetivos estrechamente relacionados con la transformación física, social y económica de las urbes, alineadas con la dimensión económica, social y ambiental del desarrollo sostenible, buscan proponer un modelo que reduzca los antagonismos de la actual movilidad. (Mataix González, 2010)

## **4. Fundamentación legal**

El presente trabajo busca el cumplimiento de varios artículos expuestos en leyes y ordenanzas de Ecuador y Quito respectivamente que velan por el cumplimiento de los

derechos tanto de los seres humanos como de la naturaleza que nos rodea. A continuación, se realiza una revisión de dichas leyes y ordenanzas.

#### **4.1 Constitución de la República del Ecuador 2008**

La Constitución de la República del Ecuador del 2008 en su Título II: Derechos, Capítulo segundo: Derechos del buen vivir, Sección segunda: Ambiente sano; expone en el Art. 14 que la población tiene derecho a vivir en un ambiente sano que se encuentre ecológicamente equilibrado, garantizando su sostenibilidad, así como también declara que es de interés público la preservación y remediación del medio ambiente; además, en el Art. 15 se determina que el Estado promoverá el uso de tecnologías limpias y energías alternativas no contaminantes. (Asamblea Constituyente, Constitución del Ecuador, Reforma, 2008)

#### **4.2 Ley de Gestión Ambiental**

La ley de gestión ambiental en su Título II: del régimen institucional de la gestión ambiental, Capítulo primero: del desarrollo sustentable; expone en el Art. 7 que la gestión ambiental se encuadran dentro de las políticas de desarrollo sustentable que se exponen en el Plan Ambiental Nacional, este plan se encarga de gestionar la adaptación al cambio climático mediante tres estrategias puntuales: mitigar los impactos del cambio climático, implementar el manejo del riesgo producido por estos cambios climáticos, y; reducir las emisiones de GEI en los sectores productivos y sociales. (MAE, 2009)

#### **4.3. Ley orgánica de Transporte terrestre, Tránsito y Seguridad Vial**

La ley de Transporte terrestre, Tránsito y Seguridad Vial en su Título I: de los organismos del transporte terrestre, tránsito y seguridad vial, Capítulo tercero: de las competencias de los Gobiernos Autónomos Descentralizados regionales, municipales y metropolitanos; expone en

el Art. 30.5 determinar que los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales deben velar por el cumplimiento de la Constitución y de los planes de transporte terrestre nacional, así como planificar, regular y controlar las actividades del transporte terrestre, del transporte público de pasajeros, las vías públicas, entre otras; tienen autonomía en cuanto a implementar o concesionar centros de revisión vehicular para controlar el estado mecánico, la emisión de gases, elementos de seguridad, el ruido de los medios de transporte terrestre. (Asamblea Constituyente, Ley Orgánica de Transporte terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, 2014)

#### **4.4 Plan maestro de movilidad**

El Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025 en la segunda parte: Las Propuestas del Plan. Capítulo 2: Líneas directrices del plan expone que los principios en los que se basa en PMM son la libertad pues todos los ciudadanos tienen derecho a desplazarse de la forma que ellos decidan, a la equidad pues todas las personas deben tener el mismo acceso a los sistemas de transporte, inclusión asegurando el acceso al sistema de movilidad a los grupos vulnerables, eficiencia en las operaciones de los desplazamientos y medio ambiente saludable. Así mismo, se jerarquiza la prioridad de circulación en el Distrito de la siguiente manera: peatón, modos no motorizados, transporte público, transporte de mercancías y servicios y transporte motorizado privado (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Empresa municipal de movilidad y obras públicas, & Gerencia de planificación de movilidad, Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025, 2009)

## **5. Sistemas de variables**

Las variables planteadas en el presente proyecto son:

Variable independiente: Estrategias de transporte sostenible

Variable dependiente: Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero

Variable dependiente: Sistemas de transporte sostenible que mitigan el cambio climático

### **5.1 Definición nominal**

Las estrategias de transporte sostenible son mecanismos implementados por las autoridades competentes, encaminados al cambio de modos de transporte motorizado hacia transportes eco amigables; aplicando conceptos de seguridad vial y buscando la mitigación de los efectos del cambio climático.

La reducción de emisiones de GEI son la respuesta inmediata a los cambios hacia modos de transportes energéticamente eficientes o no motorizados, bajando los niveles de GEI, mismos que se producen por la quema de combustibles y dependen de la energía necesaria para circular y a la eficiencia del motor.

Los sistemas de transporte sostenible que mitigan el cambio climático son modos de transporte eco-amigables o también conocidos como “verdes” pues no implican quema de combustibles para su desplazamiento, por ejemplo: transportación manual, bicicletas o transporte eléctrico.

### **5.2 Definición operacional**

Para medir las estrategias de transporte sostenible se usa indicadores multivariados que dan un panorama de la movilidad actual en los países precursores del cambio climático,



dejando en evidencia los indicadores en los cuales se debe trabajar en la ciudad de Quito, estos indicadores son: los patrones de movilidad, el sistema de transporte público y el modelo urbano.

Actualmente Quito se encuentra impulsando acciones a favor de la eliminación de las emisiones de gases de efecto invernadero, que van desde el control de estos gases periódicamente mediante cuantificaciones y mediciones, hasta foros técnico-académicos con la finalidad de promover el conocimiento social y tomar medidas para conducir a Quito hacia la sostenibilidad, tal es así que se llevó a cabo el Foro Internacional sobre Movilidad desarrollado en Quito el 31 de julio del 2018 y cuyas ideas claves se desarrollan en el siguiente capítulo como parte de la Revisión bibliográfica del sector del transporte frente al cambio climático en América Latina.

Para cuantificar la reducción de gases de efecto invernadero en la ciudad de Quito se evalúan los datos históricos de vehículos particulares y las cantidades de dióxido de carbono emitidas, con la finalidad de obtener una línea estadística que refleje la tendencia de estas emisiones a través de los años con los datos que se posea.

Para medir los sistemas de transporte sostenible que mitigan el cambio climático en la ciudad de Quito se usarán indicadores como: el reparto del viario público para el peatón, este indicador se expresará con la variable “Vpeatones”, mismo que utiliza la “V” de viario y “peatones” que hace referencia a los mismos. Esta variable expresa el porcentaje de viario público destinado a los peatones con respecto al área total, representa el espacio que permite garantizar la funcionalidad urbana y una nueva concepción del espacio público donde se contempla una movilidad compatible con la accesibilidad urbanística, la red peatonal, los caminos temáticos, la movilidad, la salud y el diseño urbano. Como un ejemplo de un excelente reparto del viario público para el peatón se tiene a la ciudad de Hamburgo en

Alemania, misma que en el 2011 fue nombrada como la capital verde de Europa (Ver Figura 27).



**Figura 27.** Pasarelas peatonales en Hamburgo, Alemania.  
Fuente: Grupo Edisur.

Otro indicador para medir los sistemas de transporte sostenible es la proximidad al préstamo de bicicletas, para ello se utilizará la variable “Ppbici”, cuyas siglas significan “P” proximidad “p” de préstamo “bici” de bicicletas. Esta variable mide la proporción de la población que tiene acceso a la bicicleta, como se encuentra la interconexión de la red de bicicletas con el acceso al transporte público y como esta población valora la calidad del servicio, Copenhague es una ciudad ejemplo del uso de bicicleta, pues más del 50% de su población realiza sus actividades cotidianas a pie o en bicicleta, fue de las primeras ciudades en el mundo que contó con zonas libres de autos (Ver Figura 28); como último indicador, se mide el porcentaje de vehículos con eficiencia energética respecto del total en las parroquias urbanas de Quito.



**Figura 28.** Ciudad de Copenhague, Dinamarca.  
Ejemplo mundial en el uso de la bicicleta.  
Fuente: Revista GQ.

## 6. Hipótesis

El Distrito Metropolitano de Quito es una ciudad sostenible, que ha aplicado políticas de movilidad amigables con el medio ambiente y, por tanto, su sistema de transporte emite cantidades reducidas de gases de efecto invernadero.

### 6.1 Planteamiento de la hipótesis

¿Es Quito una ciudad sostenible, con modos de transporte eco amigables y con bajos niveles de contaminación emitidos por el sector del transporte?

### 6.2 Planteamiento de la hipótesis de trabajo y nula

Hipótesis nula (H0): El Distrito Metropolitano de Quito cuenta con estrategias políticas que preservan el medio ambiente; cuyo sistema de transporte tiene baja afectación en el cambio climático.

Hipótesis alterna (H1): El Distrito Metropolitano de Quito no se ha planteado Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), y, por tanto, el sector del transporte no se encuentra preparado para la mitigación del cambio climático ya que emite altos niveles de gases de efecto invernadero.

## 7. Cuadro de operacionalización de las variables

A continuación, en la Tabla 5, se presenta el cuadro de operacionalización de las variables con respecto a los objetivos antes presentados.

**Tabla 5.**  
*Cuadro de operacionalización de las variables*

Objetivos	Variable	Indicadores	Instrumento
Examinar las estrategias de transporte para la mitigación del cambio climático, implementadas en los países desarrollados, cuyo objetivo es la reducción de las emisiones de dióxido de carbono CO <sub>2</sub> .	Estrategias de transporte sostenible	los patrones de movilidad del sistema de transporte público el modelo urbano.	Lista de chequeo Codificación de datos
Evaluar el actual sistema de transporte de las parroquias urbanas del Distrito Metropolitano de Quito, con sus consecuentes emisiones de dióxido de carbono.	Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	Datos históricos de vehículos particulares y las cantidades de dióxido de carbono emitidas	Entrevista Visualización de datos
Determinar modos de transporte sostenible viables a aplicarse en el Distrito Metropolitano de Quito para enfrentar el cambio climático.	Sistemas de transporte sostenible que mitigan el cambio climático	Reparto del viario público (Vpeatones) Proximidad al préstamo de bicicletas (Ppbici) Vehículos con eficiencia energética	Encuestas Observación

## **CAPÍTULO III**

### **INVESTIGACIÓN**

#### **1. Modalidad de la investigación**

La presente investigación es de carácter científico, dentro de esta modalidad se utilizará metodología descriptiva, puesto que se trabaja sobre una realidad de hecho que presenta la movilidad en Quito; la característica fundamental de esta modalidad de investigación es presentar una interpretación correcta de la realidad, para ello se incluirán estudios de tipo: encuestas, exploratorios y de correlación.

#### **2. Tipos de investigación**

El análisis descriptivo pretende mostrar la realidad de la movilidad actual en las parroquias urbanas del DMQ, mediante una proyección del último estudio de movilidad realizado para la ciudad por la empresa Metro de Quito en el año 2011

La investigación mediante encuestas se aplicará a una muestra representativa de ciudadanos cuyo transporte diario sea la bicicleta, de aquí se busca recoger datos para describir actividades cotidianas y obtener opiniones para plantear propuestas sustentables de mejora e impulso al uso del transporte no motorizado (bicicleta).

El estudio exploratorio y de correlación realiza una observación de campo en la ciudad de Quito a fin de determinar las condiciones actuales de la infraestructura vial y la forma de movilizarse de los ciudadanos; a su vez, esta observación se correlaciona y compara con la forma de movilizarse de los ciudadanos de países precursores de la mitigación del cambio climático y sus niveles de contaminación.

### **3. Diseño de la investigación**

Posee un carácter comparativo y cualitativo puesto que efectúa una comparación entre la movilidad de países precursores de la mitigación del cambio climático y el Distrito Metropolitano de Quito; para analizar y sintetizar sus diferencias y similitudes llegando a un conocimiento general y profundizado de la realidad, también recoge información basada en la observación de comportamientos naturales de los usuarios de diferentes modos de transporte, así como la aplicación de encuestas a los usuarios del transporte no motorizado para obtener opiniones para una correcta aplicación de estrategias que impulsen el uso de este tipo de transporte.

En resumen, el diseño de la presente investigación científica tiene los siguientes componentes: 1) Planteamiento del problema, 2) Formulación de la hipótesis, 3) Fase exploratoria (diagnosticar, examinar, definir, clasificar, caracterizar, comparar, analizar, describir e identificar), 4) Recopilación de información, 5) Obtención de resultados.

Las variables que se han involucrado en este proceso son: i) estrategias de transporte sostenible, ii) reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, y iii) sistemas de transporte sostenible que mitigan el cambio climático. Estas tres variables se relacionan con la fase exploratoria pues es aquí donde se indaga sobre cada una de ellas para finalmente obtener los resultados que nos demostrará si se cumple o no la hipótesis planteada.

### **4. Niveles de la investigación**

La presente investigación se basa en 4 niveles de investigación, estos son: exploratorio, descriptivo, relacional y aplicativo (Ver Figura 29). El nivel exploratorio es la base de la investigación, pues es aquí donde se realizarán observaciones de campo, estudios de entorno y análisis sectoriales para evaluar la actual situación del transporte en el DMQ, una vez que se

ha realizado una exploración del entorno, se procede al nivel descriptivo: en el cual se dará a conocer las realidades observadas. El nivel relacional se refiere a la comparación entre las políticas para una movilidad sostenible aplicadas alrededor del mundo, y las políticas que se pueden aplicar o mejorar en el DMQ. Finalmente, con el nivel aplicativo se plantean recomendaciones a las autoridades competentes para buscar estrategias de movilidad sostenible en Quito.



*Figura 29.* Niveles de investigación a aplicarse en el presente trabajo.

## 5. Recolección de datos

La recolección de datos se refiere al uso de varias técnicas y herramientas para obtener información sobre un tema en específico que el investigador estime oportunas para lograr el objetivo planteado. Todos estos instrumentos se aplicarán en un momento en particular a lo largo de la investigación dependiendo de las necesidades de la misma.

### 5.1 Revisión bibliográfica del estado del cambio climático a nivel mundial

El Banco Mundial es una organización que busca acabar con la pobreza extrema y promover una prosperidad compartida a través de cinco instituciones que la conforman, se realizan publicaciones periódicas en varios temas de interés social, a la vez que se promueven proyectos, investigaciones, actividades de aprendizaje y obtención de datos para las mismas. Dentro de sus publicaciones se encuentra el “Atlas de objetivos de desarrollo sostenible desde los indicadores de desarrollo del mundo 2018”, para el Banco Mundial se han planteado 17

objetivos de desarrollo sostenible que son: i) no pobreza, ii) cero hambre, iii) salud y bienestar, iv) educación de calidad, v) igualdad de género, vi) agua limpia y sanidad, vii) energía limpia y accesible, viii) trabajo decente y crecimiento económico, ix) industria, innovación e infraestructura, x) reducción de desigualdades, xi) ciudades y comunidades sostenibles, xii) consumo y producción responsable, xiii) acción climática, xiv) vida bajo el agua, xv) vida en la tierra, xvi) paz, justicia e instituciones fuertes, y, xvii) asociación para el desarrollo global (Ver Figura 30).



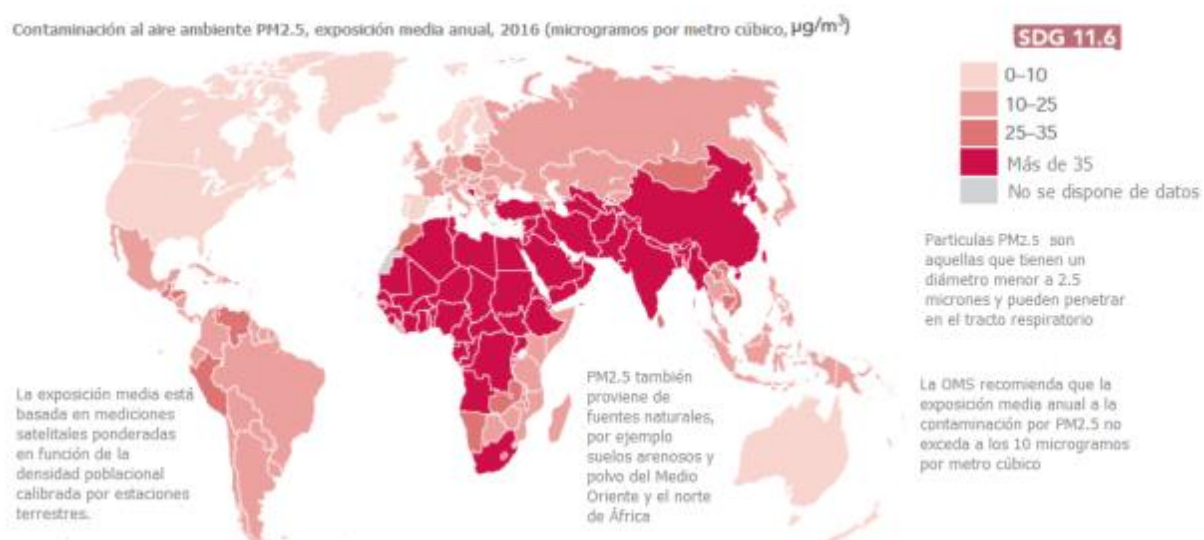
**Figura 30.** Objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas.

Fuente: Naciones Unidas, 2016

Dentro del indicador de ciudades y comunidades sostenibles se muestra la realidad de la población alrededor del mundo, desde el año 2008 la mayoría de la población mundial está viviendo en áreas urbanas, solo en el sur y este de Asia y la África sub-sahariana se mantiene



aún mayor la población en áreas rurales que urbanas. En América Latina y el Caribe la población urbana ha aumentado alrededor de un 12% desde el año 1980 hasta el 2016. Muchos países exceden los niveles seguros de polución de material particulado ( $PM_{2.5}$ ), industria, transporte y uso doméstico de los combustibles sólidos son las principales causas de contaminación (Ver Figura 31).



**Figura 31.** Contaminación ambiental de  $PM_{2.5}$  (microgramos por metro cúbico).

Fuente: (The World Bank, 2018)

Ecuador contamina entre 10 y 25 microgramos por metro cúbico de material particulado  $PM_{2.5}$  anualmente, lo cual sobrepasa la recomendación de la Organización Mundial de la Salud, sin embargo no alcanza niveles tan alarmantes como los de África y el Medio Oriente que se deben también a sus condiciones naturales. La contaminación ambiental es también causante de muchas consecuencias adversas, incluyendo el riesgo de muerte prematura (Ver Figura 32).



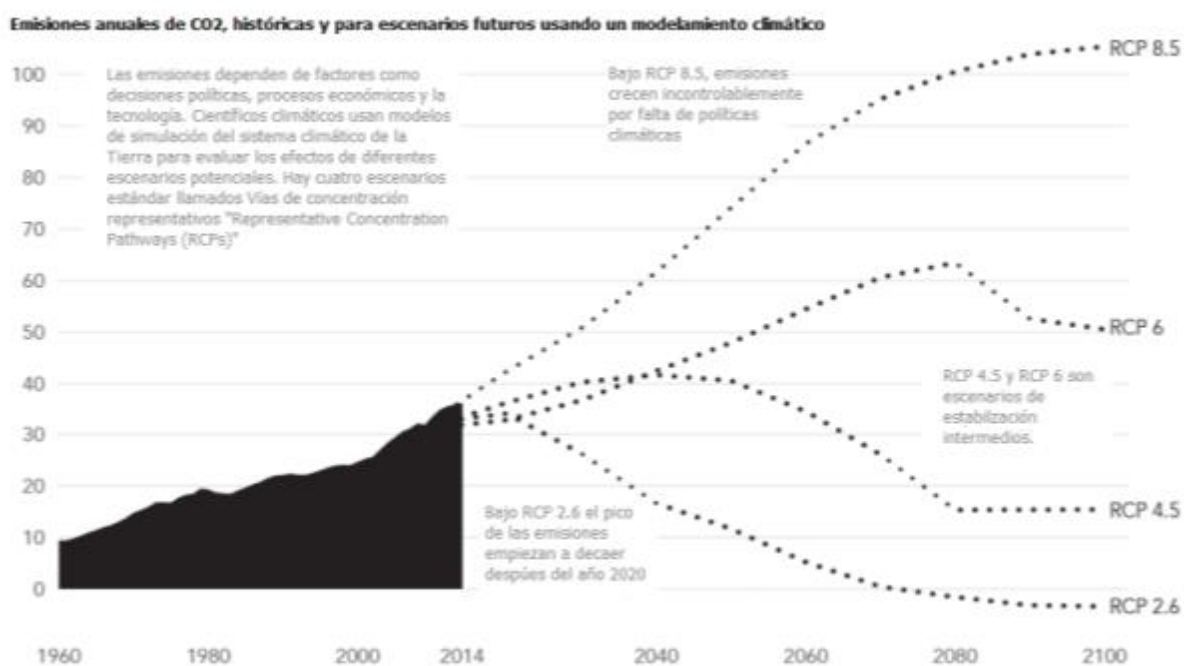
**Figura 32.** Muertes atribuidas a la contaminación ambiental, 2012.

Fuente: (The World Bank, 2018)

En resumen, el costo de vidas humanas que son atribuibles a la contaminación del aire tienen también un costo económico en sus países. Según la publicación en la Revista Médica Electrónica, publicada por SCielo, en el sur de Asia y en África sub-sahariana las pérdidas por ingreso de trabajo exceden al equivalente del 1% del PIB y resulta más alta la contaminación de  $PM_{2.5}$  que de la contaminación ambiental de casa. En otras regiones (incluida América Latina y el Caribe) las pérdidas son menores pero casi enteramente atribuibles a la contaminación ambiental de  $PM_{2.5}$ . (Marreno Marreno, Petersson Roldán, Gutiérrez Loza, & Arozarena Fundora, 2012)

Dentro del indicador de Cambio Climático el Banco Mundial mantiene como premisa que es necesario tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus impactos, el Dióxido de Carbono ( $CO_2$ ) es la principal causa del cambio climático y su emisión ha estado creciendo constantemente en los últimos años y su concentración en la atmósfera también está creciendo a un ritmo muy acelerado lo cual causa el calentamiento global. Estados Unidos y China son los países que registran más emisiones de  $CO_2$  al ambiente.

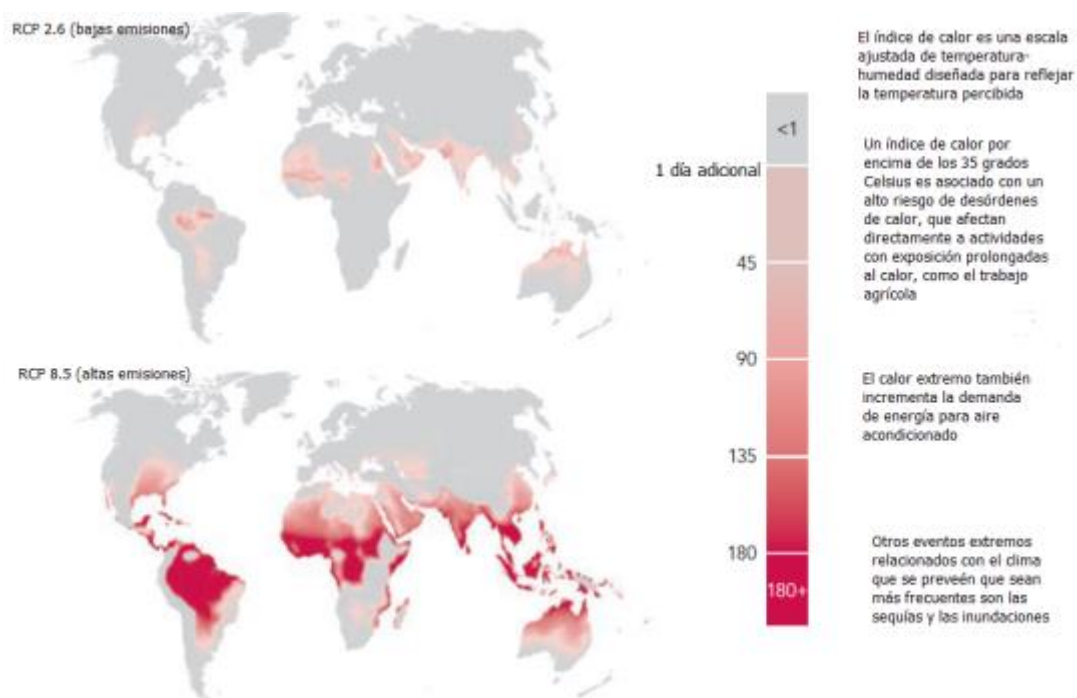
El cambio climático es inevitable, pero el grado de cambio depende de las futuras emisiones de CO<sub>2</sub> que se envíen al ambiente así como de otros gases de efecto invernadero. A continuación se presentan varios escenarios ambientales utilizando modelos climáticos que dependen de las emisiones de los GEI (Ver Figura 33)



**Figura 33.** Escenarios potenciales de emisiones de CO<sub>2</sub> y cambio climático.

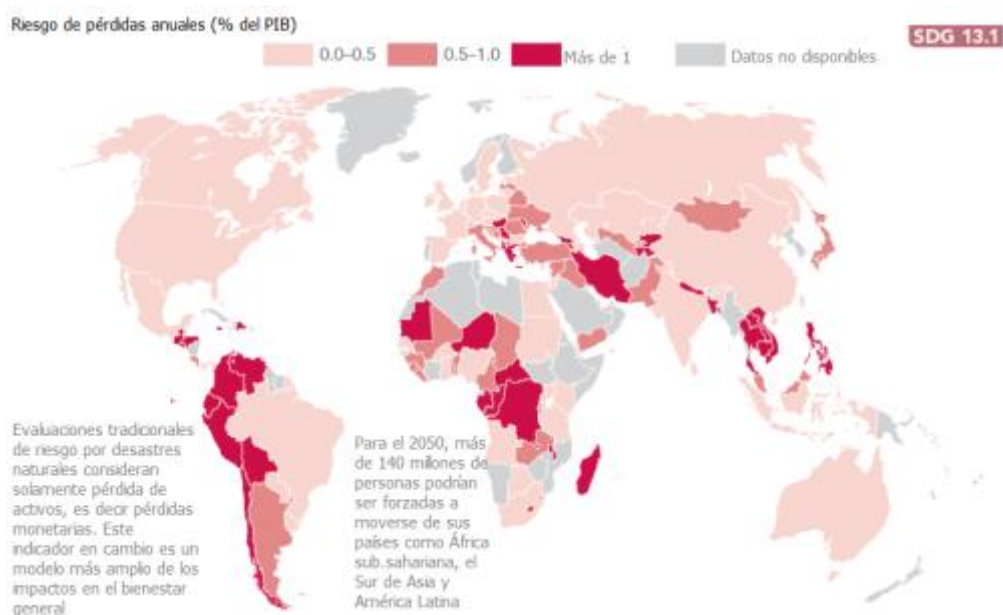
Fuente: (The World Bank, 2018)

A continuación se presentan dos escenarios potenciales respecto a las consecuencias del cambio climático, de tener bajas emisiones de CO<sub>2</sub> las consecuencias climáticas no serán extremas, pero en caso de seguir con las tendencias de crecimiento constante de emisiones de GEI al ambiente los científicos predicen climas extremos con temperaturas que podrían afectar la salud humana y la producción agrícola alrededor del mundo (Ver Figura 34)



**Figura 34.** Días adicionales al año con temperatura mayor a 35°C, proyección para 2080-99.  
Fuente: (The World Bank, 2018)

El riesgo de sufrir desastres naturales por el cambio climático es aún mayor en las naciones pobres, se mide a través de las pérdidas anuales como un porcentaje del PIB, Ecuador se encuentra entre los países que sufrirán pérdidas de más del 1% del PIB anual. (Ver Figura 35).



**Figura 35.** Riesgo de pérdidas anuales. (% del PIB).  
Fuente: (The World Bank, 2018)

El sector del transporte es una fuerza motriz indispensable para el desarrollo de las naciones, ya que al ser el nexo entre las personas y la educación, salud y suministro de bienes y servicios genera oportunidades para los sectores vulnerables y habilita a que las economías sean más competitivas. Este sector es crucial para reducir la pobreza e impulsar la prosperidad, no obstante es imperioso correlacionar el desarrollo de este sector con el cambio climático, la organización urbana, la accesibilidad y asequibilidad, seguridad vial y la contaminación atmosférica.

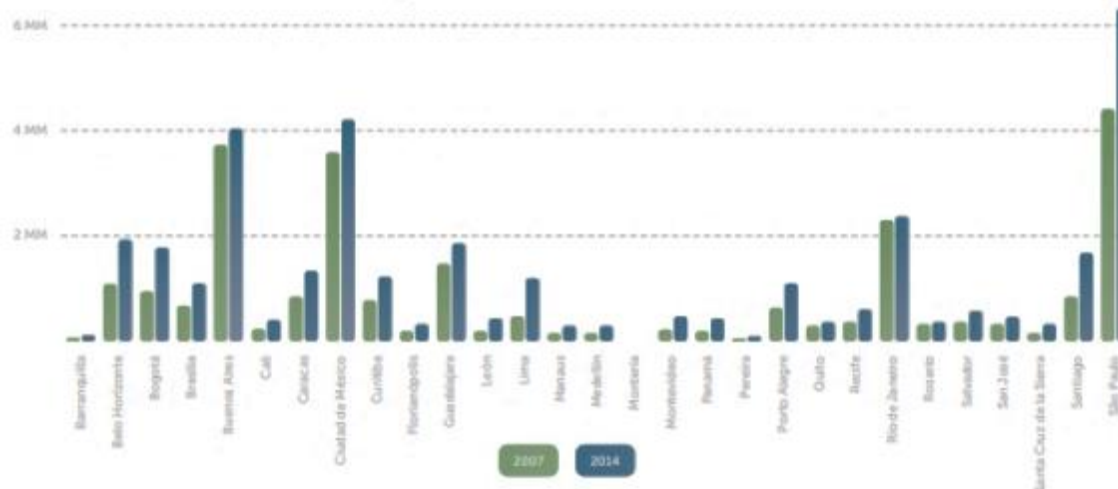
Según estudios realizados por el Banco Mundial el transporte representa alrededor del 64% del consumo mundial de petróleo, 27% del consumo total de energía y 23% de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub>, si no se frena el crecimiento desmedido del parque automotor estas cifras también se verán afectadas con un aumento extraordinario. Para el año 2050 en las ciudades se estima que vivirán cerca de 5.400 millones de personas, por lo tanto la cantidad de vehículos en las ciudades se duplicará y llegará a cerca de 2.000 millones. Se estima que 1.000 millones de personas no tienen acceso a carreteras transitables sobre todo en los países de bajos ingresos, esto afecta directamente a los pobres por su elevado costo para movilidad lo cual reduce sus ingresos. En temas de seguridad vial se calcula que 1.250 millones de personas mueren y hasta 50 millones sufren de lesiones en accidentes de tránsito, el 90% de las víctimas se encuentran en países de ingresos bajos y medios, donde sin embargo se concentra tan solo la mitad del parque automotor del mundo, esto demuestra que en estos países aún falta mucho por trabajar en la priorización de los grupos vulnerables y cultivar la cultura de respeto al peatón y al ciclista. Finalmente, la contaminación atmosférica derivada del transporte motorizado es causante de 185.000 muertes al año por causas de enfermedades cardiovasculares y pulmonares. (Banco Mundial BIRF-AIF, 2017)

## **5.2 Revisión bibliográfica del sector del transporte frente al cambio climático en América Latina**

La falta de información y las limitaciones de conocimiento climático a nivel de la región han significado un avance lento en temas de transporte sostenible según el Banco de Desarrollo de América Latina, ya que hasta el año 2000 no existían observatorios de movilidad urbana y los datos se basaban únicamente en autoridades municipales o nacionales que proveían unos datos muy dispersos, en el año 2003 Brasil es el primer país de América Latina en crear el “Sistema de Informaciones de Movilidad Urbana” por la ANTP, en el año 2007 se crea el OMU (Observatorio de Movilidad Urbana de América Latina de CAF).

En la actualidad gracias a la creación del OMU se conocen los siguientes datos: i) el sistema vial de las 29 áreas que conforman el OMU tiene cerca de 277.000 km, sin embargo tan solo el 0.8% de las vías son exclusivas para transporte colectivo y solo el 1,2% es destinada para los ciclistas, ii) los vehículos disponibles para la movilidad son cerca de 4,7 millones, de los cuáles 43 son automóviles y motocicletas y 380.000 son de transporte colectivo con diferentes capacidades, iii) en vehículos de uso individual se genera la emisión diaria de 2.300 toneladas de contaminantes locales (sin contar el CO<sub>2</sub>), y de 1.300 toneladas de CO<sub>2</sub>, iv) en el transporte colectivo las emisiones diarias son de 1.300 ton de contaminantes locales y 73.000 ton de CO<sub>2</sub>. (CAF. Banco de Desarrollo de América Latina, 2018)

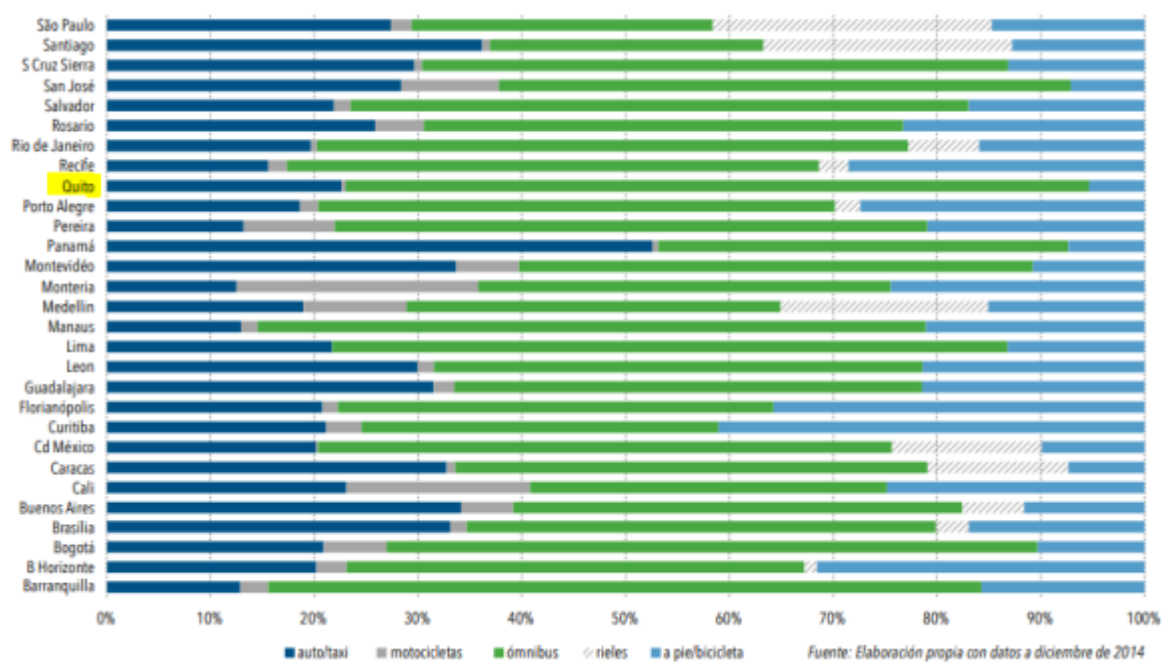
La flota de vehículos en cada ciudad se compara entre los datos del año 2007 y el año 2014, produciéndose el mayor aumento del parque automotor en ciudades como Sao Paulo, Buenos Aires, México y Río de Janeiro, cuyo aumento también se debe en parte a su gran área de cada metrópoli (Ver Figura 36).



**Figura 36.** Crecimiento del parque automotor en ciudades de América Latina.

Fuente: (CAF. Banco de Desarrollo de América Latina, 2018)

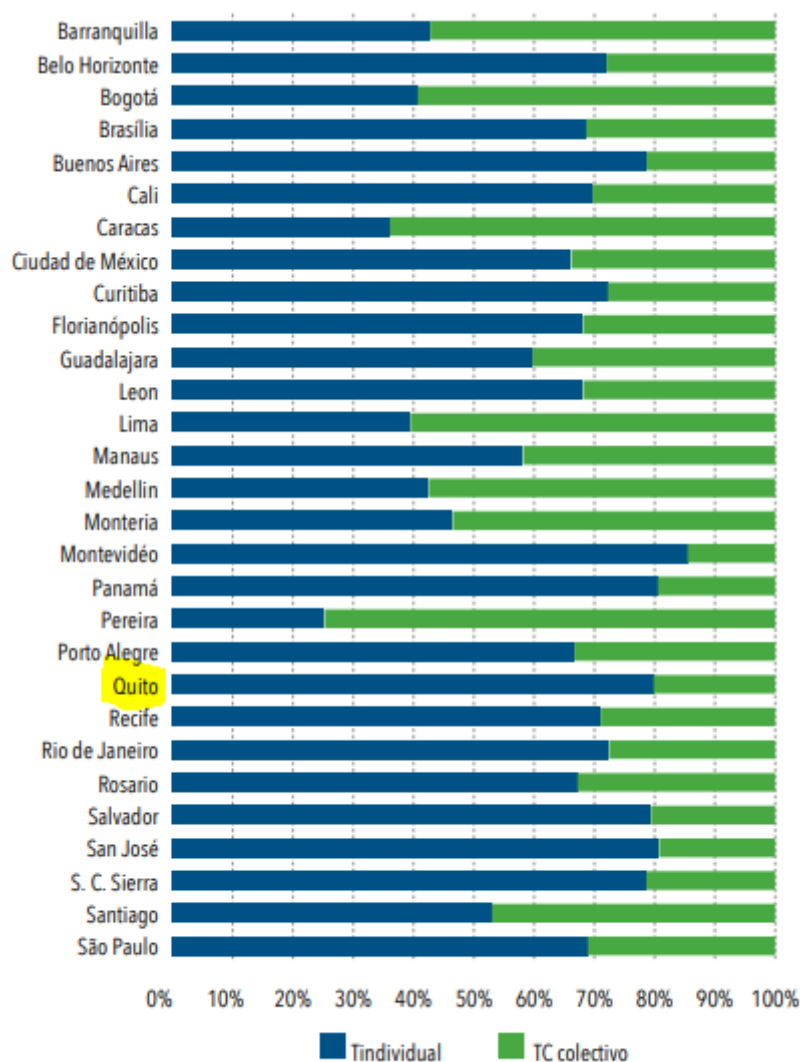
Otro factor que afecta a la movilidad de las personas es el consumo de tiempo que representa cada viaje que realizan, se han estimado los tiempos necesarios tanto en transporte individual como colectivo en las 29 áreas de análisis, según los análisis la mayor parte del tiempo, un 58% del total es consumido por el transporte colectivo, lo cual invita a pensar que la necesidad de vías de uso exclusivo para el transporte colectivo puede significar una solución a minorar los tiempos de viaje de los ciudadanos (Ver Figura 37). En la ciudad de Quito el tiempo consumido por el transporte colectivo es de los más altos que se observan en la región, si se considera el área urbana de Quito que es relativamente pequeña comparada con otras ciudades y por lo tanto los tiempo de viaje deberían ser menor se hace evidente la necesidad de implantar más unidades de Sistema BRT, más carriles exclusivos y eliminar las rutas recurrentes.



**Figura 37.** Consumo de tiempo en el transporte individual, colectivo y no motorizado.  
Fuente: (CAF. Banco de Desarrollo de América Latina, 2018)

Las fuentes de energía utilizadas en estas 29 áreas son: gasolina, alcohol, diésel, GLP, GNV y electricidad, las de uso más común son gasolina y diésel para el transporte individual y colectivo respectivamente, la mayor parte del consumo de energía (65% promedio) se debe al transporte individual; este estudio revela que los automóviles consumen alrededor del 46,8% (Ver Figura 38). La ciudad de Quito tiene unos de los porcentajes más altos de consumo de energía por el transporte individual, esto se relaciona con el grave problema de congestión que se tiene en la ciudad. (CAF, 2016)



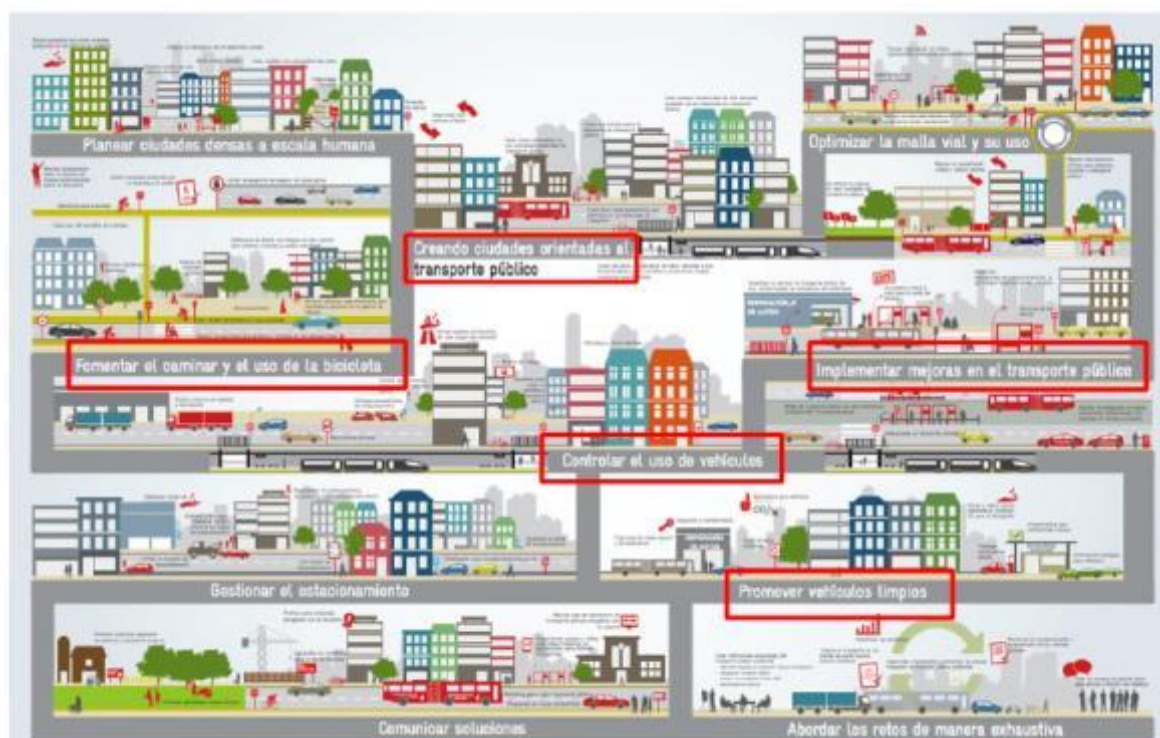


**Figura 38.** Consumo diario de energía equivalente por modo (TEP/día), por área.  
Fuente: (CAF, 2016)

Los temas de movilidad en las ciudades son principales temas de discusión y de investigación, el acercamiento hacia estos temas permite la investigación científico-técnica y la correlación con personeros políticos para conducir a estos temas hacia la sostenibilidad, tal es así que en la ciudad de Quito también se realizan congresos y foros abiertos para tratar temas de movilidad, que en su mayoría cuentan con expositores de renombre y científicos empapados en el tema; tal es así que en Foro Internacional sobre Movilidad en las Ciudades,

desarrollado en Quito el 31 de julio del 2018 con expositores nacionales e internacionales se han recopilado los siguientes datos relevantes y de interés.

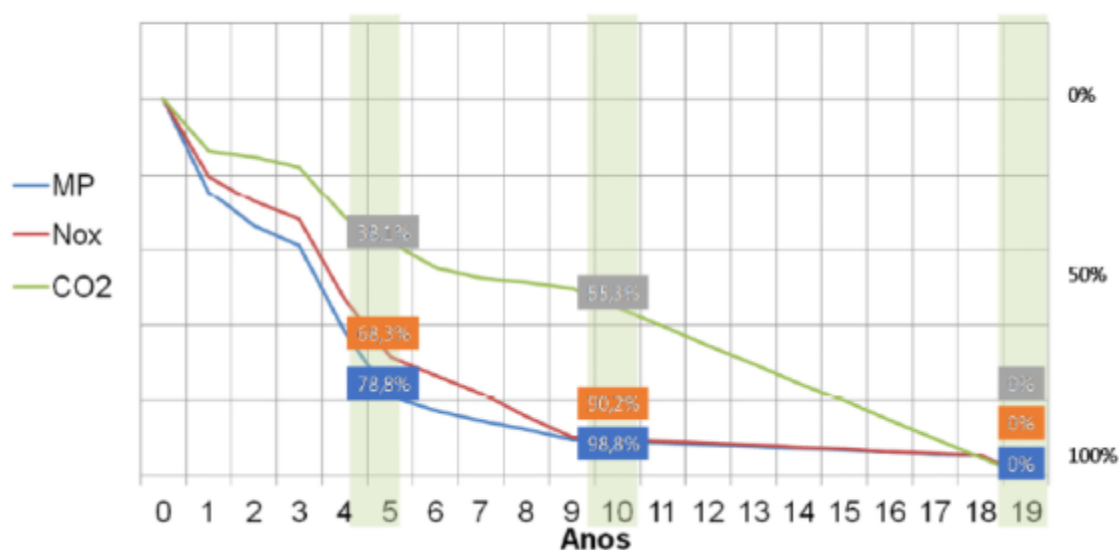
Para Olivia Aroucha (Brasil) planificar adecuadamente un concepto de movilidad urbana requiere la intervención de todas las áreas que la comprenden, que son: medio ambiente, salud, derecho a la ciudad, generación de empleo y renta, ciudadanía, vivienda, fuentes de energía y sin lugar a dudas la integración de todos los medios de transporte en especial los públicos. Para aplicar un concepto de movilidad sostenible es necesario planear ciudades densas y en escala humana, crear ciudades orientadas al transporte público, optimizar la malla vial y su uso, fomentar la caminata y el uso de la bicicleta, implementar mejoras en el transporte público, controlar el uso de los vehículos privados, gestionar los estacionamientos, promover el uso de vehículos no contaminantes, comunicar soluciones y abordar todos estos temas de manera exhaustiva, todo esto se conoce como los principios de la movilidad sostenible (Ver Figura 39).



**Figura 39.** Principios de la movilidad sostenible.

Fuente: Foro internacional sobre movilidad en las ciudades, Olivia Aroucha.

Brasil se caracteriza por tener la longitud más grande km de Ciclovía en la región, el uso de energías alternativas (biodiesel, vehículos eléctricos e híbridos, y biometano), servicio de transporte público nocturno, áreas de tráfico calmado, 31 terminales de integración de transporte público; con estas medidas se pronostica reducir sus emisiones de GEI de la siguiente manera (Ver Figura 40)



**Figura 40.** Predicciones de emisión de GEI en Brasil para los siguientes 20 años.  
Fuente: Foro internacional sobre movilidad en las ciudades, Olívia Aroucha, 31 de julio 2018.

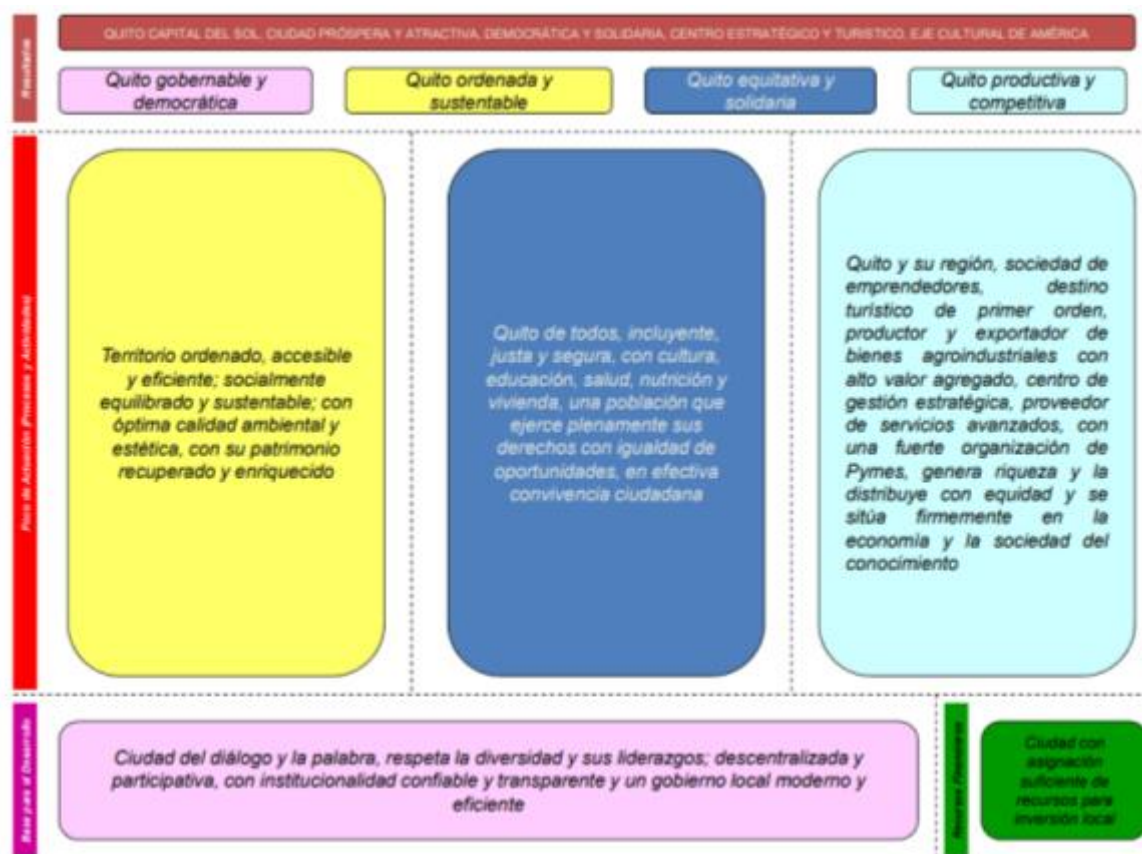
Para Arturo Villareal de Colombia el primer paso para innovar en el transporte público es el uso de tecnologías de la información pues a los usuarios no les interesa conocer sobre los tecnicismos del transporte, sino que se respete su tiempo, llegar puntuales a su destino y que los buses cumplan con las frecuencias establecidas; para ello es necesario la implementación de un control de flota, este no se implementa para hacer un seguimiento vehicular, sino para garantizar que los usuarios son recogidos y dejados a tiempo, planificar el uso de la flota, evaluar los niveles de ocupación de la flota e informar al usuario de cualquier novedad.

El modelo ITVU no es un producto de software sino una hoja de ruta que permite planificar el transporte público a través de: i) planeación de la oferta, ii) planeación de la

operación, iii) planeación de los recursos, iv) manejo de la tarifa, v) gestión de la flota y vi) evaluación.

Desde Quito se contaron con dos expositores locales, Alfredo León como designado de la Secretaría de la Movilidad y Paco Moncayo con su disertación *Ciudades exitosas*. Para Paco Moncayo se debe crear un modelo de ciudad exitoso donde la ciudad sea un espacio de conflicto-cooperación, orientado al servicio de la sociedad donde los beneficiarios sean toda la población, con un criterio descentralizador, un sistema político basado en la democracia participativa y sobre todo un ambiente sostenible. Para lograrlo es necesaria la participación activa de 4 sectores estratégicos que son el sector público, académico, empresarial y social; la cooperación de estos y el trabajo colaborativo nos puede conducir a Quito a ser una ciudad exitosa.

La visión de las ciudades que se planteó en el Congreso Hábitat III de las Naciones Unidas, realizado en la ciudad de Quito entre el 17 y el 20 de octubre del 2016, es que sean ciudades inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles, esto se puede lograr mediante tres compromisos transformadores que son: i) luchar contra la pobreza sin olvidar a nadie, ii) prosperidad urbana y oportunidades para todos, iii) ciudades y asentamientos humanos ecológicos y resilientes. La nueva agenda urbana prepara planes de acción con intervención en 3 niveles, a) revitalizar la planificación y el diseño urbano, b) reforzar las instituciones, las leyes y las normas y c) fortalecer el desarrollo económico social. Para lograr estos objetivos la ciudad de Quito tiene una planeación estratégica que va desde la estrategia a la acción, a continuación se plantea de forma resumida sus compromisos transformadores (Ver Figura 41), y los temas de transporte sostenible se enmarcan en la línea de acción *Quito ordenada y sustentable* donde se destaca que se busca tener una óptima calidad ambiental y ser socialmente equilibrado y sustentable.

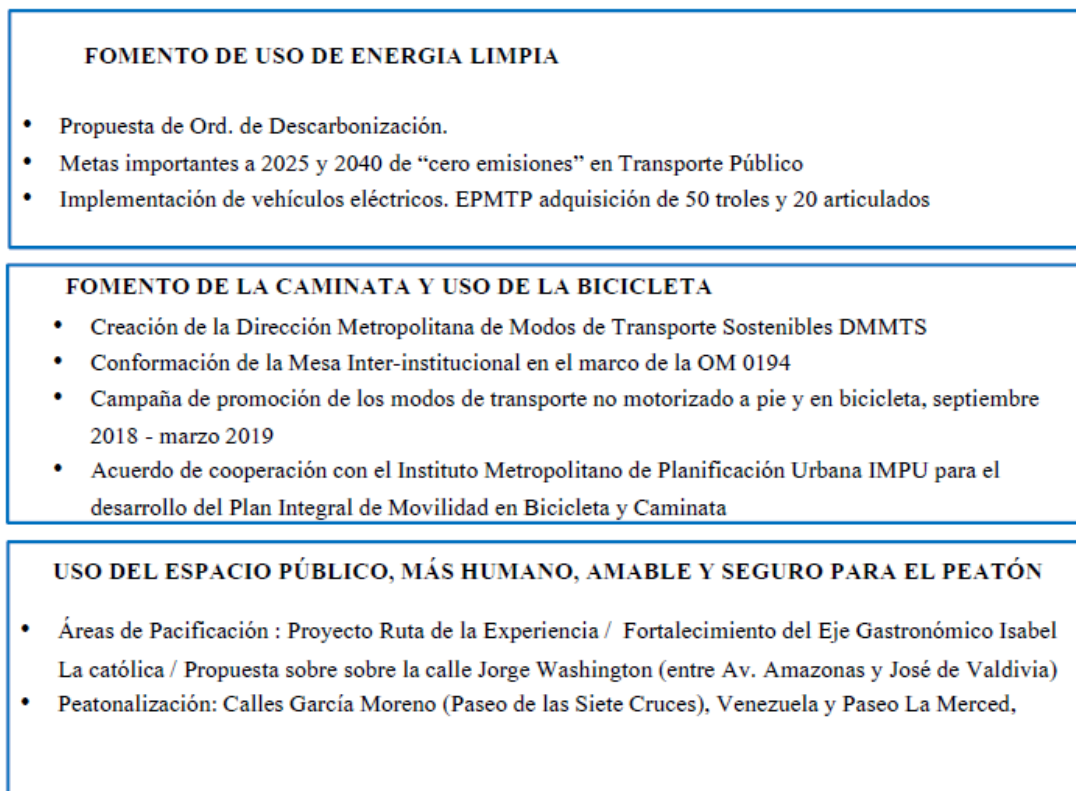


**Figura 41.** Compromisos transformadores para la ciudad de Quito.

Fuente: Foro internacional sobre movilidad en las ciudades, Paco Moncayo, 31 de julio 2018.

Según Alfredo León, designado de la Secretaría de la Movilidad, dentro del Cabildo se encuentran realizando varias acciones que promueven una movilidad urbana sostenible, la implementación del Metro de Quito es una acción que conlleva a otras en un futuro muy cercano, estas son: un sistema integrado de transporte, reestructuración de rutas y estaciones intermodales que buscan promover e impulsar el uso del transporte público. En la actualidad se han planteado ya varias estrategias desde la Secretaría de la Movilidad, estas se centran en tres ejes: i) fomento de la energía limpia, ii) fomento de la caminata y uso de la bicicleta, y iii) uso de espacio público, más humano, amable y seguro para el peatón. Cada una de las propuestas se detalla a continuación en la Figura 42.

## DÓNDE ESTAMOS...



**Figura 42.** Estrategias para movilidad sostenible planteadas por la Secretaría de la Movilidad.  
Fuente: Foro internacional sobre movilidad en las ciudades, Alfredo León, 31 de julio 2018.

### 5.3 Revisión bibliográfica de las buenas prácticas de reducción de emisiones de dióxido de carbono del sector del transporte

A continuación se realiza una revisión global de las políticas implementadas para mitigar las emisiones en diferentes partes del mundo, que han significado un referente para el resto del mundo, posteriormente en el Capítulo 4 se realiza una comparación una a una y revisión de lo aplicado en la ciudad de Quito.

La reducción de la contaminación ambiental causada por el sector del transporte es un problema que preocupa a las autoridades a nivel mundial. Desde el año de 1992 cuando se realizó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático; desde entonces se han venido realizando esfuerzos globales para la reducción de estas emisiones y

su consecuente impacto en el cambio climático. El 11 de diciembre de 1997, se firma el Protocolo de Kyoto, el cual consta de dos períodos de compromiso, el primero comenzó en 2008 y finalizó en 2012, y el segundo se encuentra en vigencia desde enero del 2013 hasta el 2020. (ONU, 2015)

A raíz de estos esfuerzos gubernamentales se han promovido políticas de reducción de la contaminación que han alcanzado grandes objetivos de cambio de modos de transporte, lo que los ha convertido en ejemplos de buena práctica a nivel mundial. Entre estos se puede mencionar medidas en la gestión y demanda fiscal, medidas para cambio comportamental, tecnologías limpias, medidas de adaptación y medidas de mitigación en la infraestructura vial.

### **5.3.1 Medidas en la gestión y demanda fiscal**

La mitigación de los gases de efecto invernadero debido al sector del transporte se hace posible de dos maneras: i) Reducción de la demanda del tráfico, y la reducción de la capacidad contaminante de los vehículos, es posible alcanzar estos objetivos mediante políticas fiscales (como el impuesto a la circulación y tarifas de congestión), las medidas del uso de suelo y las medidas de parqueo; todas estas son factores claves en la oferta y la demanda de la movilidad, y a su vez promueven un cambio modal en el transporte. ii) Uso de fuentes de energía más limpias o de un uso de energía más eficiente para mover a un vehículo. Fiscalmente, estos objetivos pueden ser alcanzados por medio de sobrecargos o descuentos a los propietarios de vehículos dependiendo del nivel de contaminación de los mismos. (World Road Association, 2014)

**Impuesto a la circulación y tarifas a la congestión:** Este enfoque propone el desarrollo de sistemas de cobro basados en el número de kilómetros viajados, mismos que tienen cargos diferenciales dependiendo de la eficiencia del vehículo, la capacidad de la vía o la hora del día

(congestión), pese a que la aplicación de estas políticas signifique una reducción significativa de los gases de efecto invernadero, estas no tienen un alto nivel de aceptación de los ciudadanos.

En países como Alemania, Austria y Suiza se paga el impuesto al rodaje aplicado para el transporte pesado. En Austria, para manejar un vehículo es imprescindible contar con una viñeta “Vignette” colocada en el parabrisa delantero del mismo, en caso de ser un vehículo pesado (de más de 3.5 toneladas) el conductor debe pagar por la viñeta Go-Box (Ver Figura 43). Esta viñeta pasa por un lector de peaje, y se mide automáticamente la longitud del trayecto y se deduce el importe del peaje directamente de una tarjeta de prepago (Pre-Pay) o posteriormente de una tarjeta de crédito o débito (Post-Pay), esta cuantía varía dependiendo del número de ejes y kilómetros recorridos. (Austria. Llegar y vivir, 2015)



**Figura 43.** Señalización vertical, uso obligatorio de viñeta para poder utilizar las vías de Austria.

Fuente: Peter Probst. Alamy Stock Photo



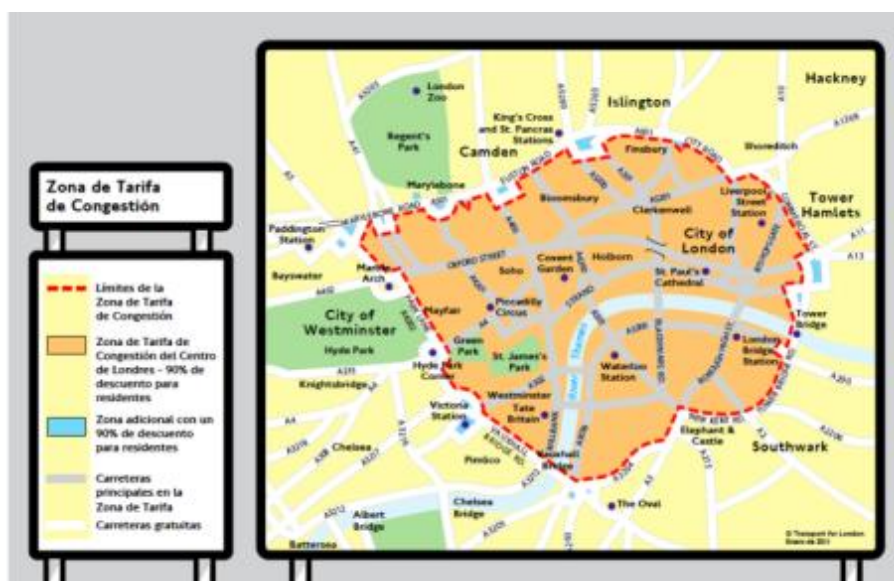
En ciudades como Singapur, Londres, Estocolmo y Trondheim se aplican los cargos a la congestión, estas tarifas son fundamentalmente recargos económicos por circular por ciertas zonas dentro de cada ciudad donde se concentran las mayores actividades comerciales, están vigentes de lunes a viernes, en horario de 7 am hasta 6 pm (Ver Figura 44); y buscan reducir la demanda vehicular. Entre los resultados alcanzados a través de esta política se tiene: disminución de la congestión en Londres del 30%, disminución del número de vehículos privados entrando a esta zona en Londres 21%, en Estocolmo 29%, disminución de los niveles de contaminación del aire en Londres (12% de CO<sub>2</sub> y PM<sub>10</sub>) y Estocolmo (18% de PM<sub>10</sub>). (EPOMM, 2015)

En Londres, el valor a retribuir al Estado por circular en esta zona es de €11.50, los residentes dentro de esta zona tienen el 90% de descuento (Ver Figura 45)



**Figura 44.** Señalización vertical de zona con tarifas por congestión en Londres.

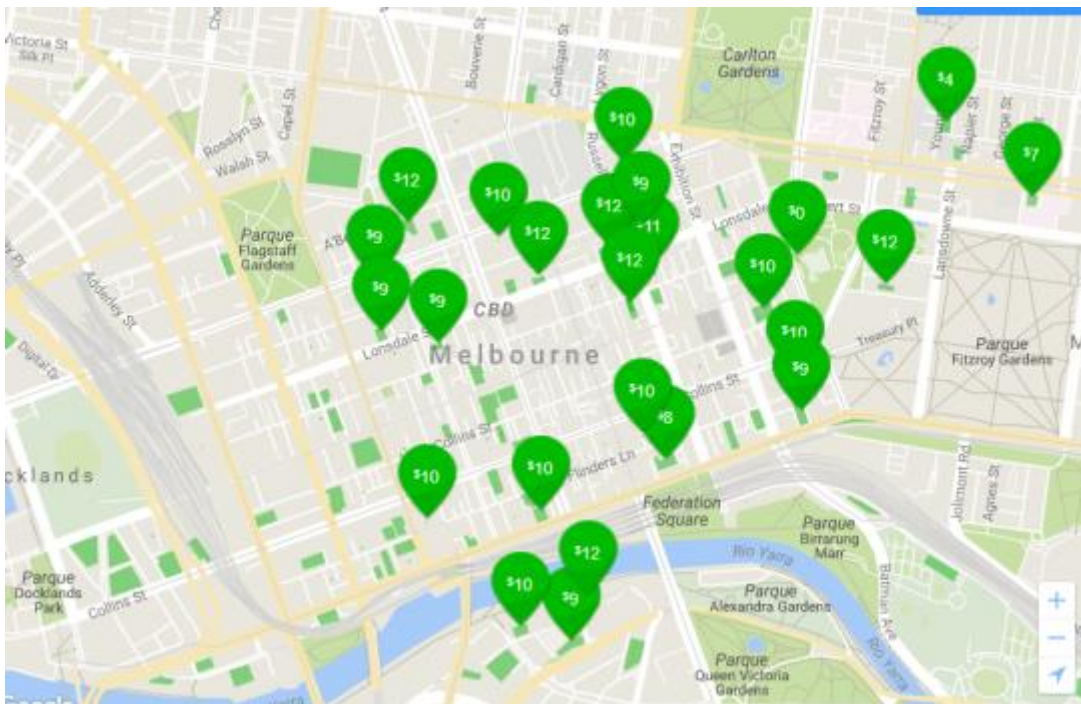
Fuente: Trucos Londres.



**Figura 45.** Mapa de la zona central de Londres con las tarifas por congestión.

Fuente: Trucos Londres

**Costos de parqueo:** esta política fomenta restringir los lugares de libre estacionamiento dentro de zonas urbanas o densamente pobladas, a través de costos al parqueo; para ello se tiene zonas de parqueo controlado donde se tiene una alta demanda del mismo. Desde el 2006 se aplicó esta ley en Australia, específicamente en la ciudad de Melbourne CBD (Central Business District) y muchas ciudades alrededor del mundo han aplicado estas prácticas, en Melbourne las zonas de parqueo se concentran en el hipercentro, sitio donde se concentran las zonas administrativas; sus precios varían dependiendo de la zona (Ver Figura 46) y para realizar estos pagos se encuentran máquinas en cada avenida. (World Road Association, 2014)



**Figura 46.** Zonas de parqueo con sus respectivos costos en Melbourne-Australia.  
Fuente: Inrix Parkme

**Incentivos para los vehículos con bajas emisiones:** Países como Austria, Bélgica, Canadá, Chipre, República Checa, Dinamarca, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, Japón, Luxemburgo, Los Países Bajos, Noruega, Portugal, España, Suecia, Suiza, Reino Unido y los Estados Unidos de América han introducido subsidios en forma de reducción en los peajes o en impuestos a los compradores de carros que adquieran vehículos con bajas emisiones, así como una estimulación económica a la industria automotriz para la creación de autos con estas características y promover el cambio de vehículos viejos por otros modernos.

### 5.3.2 Medidas de cambio comportamental

Estas medidas buscan influenciar en la demanda futura del uso del vehículo privado. El comportamiento de las personas es fruto de sus diferentes necesidades, deseos y posibilidades; la movilidad es una necesidad a nivel global que se convierte en un problema cuando se deben recorrer grandes distancias para realizar las diferentes actividades de los ciudadanos. Este

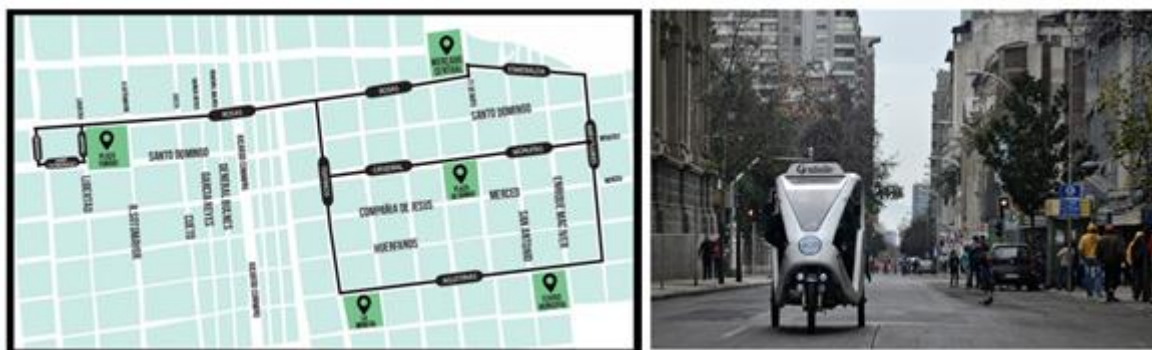
cambio comportamental o cambios hacia modos de transporte eco amigables representa un reto para las autoridades.

**Expandir e impulsar los servicios del transporte público:** Para impulsar el transporte público hay que aplicar medidas que lo hagan atractivo para los ciudadanos por encima de su vehículo propio, tales como: expansión del transporte público (incremento de rutas de cobertura, aumento de horarios de rutas), mejora de la comodidad (eliminar la discriminación para personas con impedimentos físicos, promover la amabilidad en los conductores y azafatas), provisión de vehículos adecuados (transporte con alta eficiencia energética, transporte con alta capacidad de pasajeros), y; aumento de la conciencia pública mediante campañas de concientización, educación al respecto, manejo de buenas relaciones públicas y de administraciones de movilidad.

En Latinoamérica una de las ciudades con mejor servicio de transporte público es Bogotá en Colombia mediante el SITP (Sistema Integrado de Transporte Público) organizado y gestionado por TRANSMILENIO S.A.; el objetivo de la integración de este sistema es lograr una cobertura del 100% (Ver Figura 47), equilibrar la demanda de buses en todas las zonas y tecnificar la flota para reducir la accidentabilidad y mejorar la accesibilidad. Este sistema cuenta con varios servicios de transporte que son (Ver Figura 48): Transmilenio (para movilizarse en las troncales de la ciudad), alimentador (para ir desde los barrios hasta estaciones intermedias y portales), urbano (para movilizarse en las principales vías de la ciudad), complementario (para ir desde y hacia zonas aledañas), especial (para ir desde y hacia zonas periféricas de la ciudad), y ciclo parqueaderos. (Transmilenio S.A., 2012)



**Transporte público innovador:** Chile es de los países de América Latina que más avanzado se encuentra en temas de movilidad urbana sostenible, entre sus productos innovadores se encuentran el Bmov-Trici, que es un sistema integrado de triciclos que circulan por el centro histórico de Santiago de Chile de forma gratuita (Ver Figura 49), se utiliza para personas con movilidad reducida, embarazadas, adultos mayores y turistas que mientras circulan por el centro histórico escuchan reseñas de los lugares que visitan. Estos vehículos no contaminan ya que funcionan con un motor de electricidad y mediante el pedaleo del conductor se pueden llegar a velocidades de circulación de 20 km/h. (Martínez Gaete, 2016)



**Figura 49.** Bmov-Trici, triciclo de Santiago de Chile.

Fuente: (Martínez Gaete, 2016)

Los ascensores de Valparaíso fueron creados en el año 1833, en la actualidad se mueven con energías más sostenibles con el medio ambiente pues lo hacen mediante electricidad, forma parte de la red de transporte público y utiliza la misma tarifa integrada (Ver Figura 50). Sirve específicamente para la población que vive en las alturas de los cerros de pendiente muy pronunciada, las autoridades están buscando darle un giro turístico a este servicio en la actualidad. (Martínez Gaete, 2016)



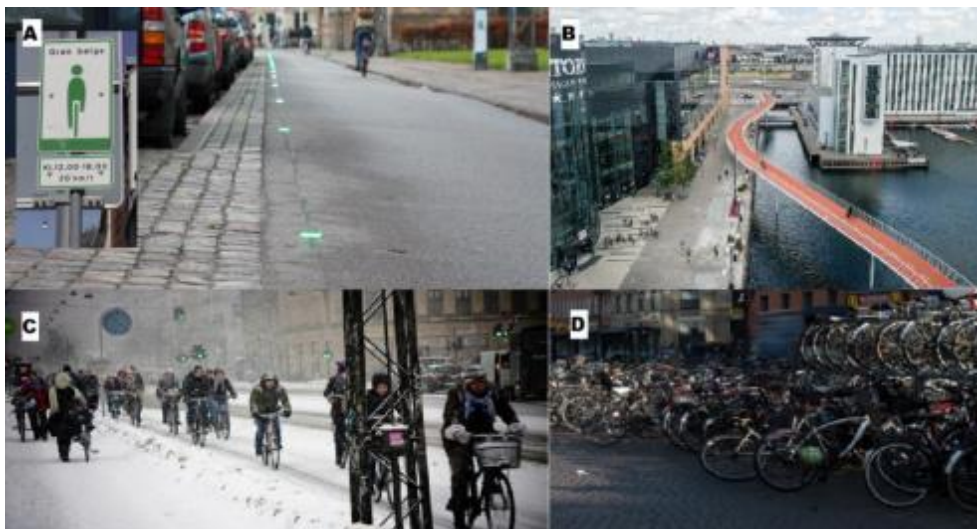
**Figura 50.** Ascensores eléctricos de Valparaíso.

Fuente: (Martínez Gaete, 2016)

**Mejorar las vías para ciclistas y peatones:** En países como Nueva Zelanda, Noruega, el Reino Unido, las facilidades para la caminata y el ciclismo que se han implementado, han contribuido de manera radical en la reducción de los gases de efecto invernadero. Así como en las ciudades de Copenhague y Ámsterdam la creación de infraestructura adecuada para esto, ha tenido excelentes resultados en un cambio modal, actualmente se desplazan aproximadamente el 60% y 50% de la población respectivamente en este medio de transporte. (Huber & Falk, 2012)

En Copenhague se ha realizado durante décadas inversión en infraestructura y en priorización del ciclista, hechos que en la actualidad le han dado el título de “ciudad bici amigable”; entre las medidas que se han tomado cabe destacar el impuesto a los carros nuevos de 180% (es decir que un carro que cuesta 20.000 en otros países, en Dinamarca cuesta 56.000), la creación de la “Green wave (vía verde)”, cuyo concepto es coordinar todos los semáforos a la velocidad de circulación de los ciclistas (20 km/h) para que ellos tengan facilidad de cruce en las intersecciones y no paren su circulación, la creación de la “Cykelslagen (serpiente de bicicletas)” que es una vía elevada con 235 metros de longitud cruzando la urbe con vistas panorámicas de la misma y a la vez brindando seguridad al

ciclista, la adquisición de quitanieves especiales para los carriles de bicicletas que eliminarán primero la nieve de este carril antes que la de los coches en invierno, y zonas específicas amplias y accesibles a todos los ciudadanos para estacionar o guardar la bicicleta (Ver Figura 51). (Camino, 2016)



**Figura 51.** Infraestructura para el ciclista en Copenhague “ciudad bici amigable”.

Fuente: (Camino, 2016)

**Coche compartido:** este cambio comportamental tiene como resultado menos demanda en el tráfico, menos costos y menos impactos ambientales. Algunos países han ampliado las estrategias para incluir programas de emparejamiento para conectar a aquellos que necesitan viajes con servicios de viaje compartido, y los de alta ocupación como un método adicional para mejorar la eficiencia o compartir programas. Este tipo de programas reemplazan el uso de entre 4 y 10 vehículos por tan solo 1, reduce la producción de al menos 15 Ton CO<sub>2</sub>eq de gases de efecto invernadero.

Un ejemplo mundial de buena práctica en estas medidas de cambio comportamental es la ciudad de Seúl, la capital de Corea del Sur. En cuanto al transporte público cuentan con 14 líneas de metro que enlazan todos los distritos de la ciudad entre sí y con sus alrededores. Este sistema tiene un bajo costo (\$1 por viaje), este sistema es fácil de navegar, muy limpio y sus



estaciones tienen Wi-Fi y cobertura LTE, las vías para ciclistas y peatones juegan un papel importante ya que existen vías peatonales dedicadas a los niños que buscan fortalecer la seguridad a los alrededores de los centros educativos, por otra parte también cuenta con el proyecto “Estrechamiento de las calles” que reduce los carriles vehiculares en las áreas urbanas ampliando así las veredas peatonales en forma de boulevard. Y finalmente, el impulso al ciclismo ha sido tan radical, que ahora Seúl cuenta con 450 estaciones de alquiler de bicicleta pública “Ttareungi” y con más de 2000 bicicletas (Ver Figura 52), cabe recalcar que este servicio también está libre para los turistas y el sistema cuenta con 36.8 km de ciclovías. (Seoul Metropolitan Government, 2016)



**Figura 52.** Movilidad en Seúl. A: Estación de metro subterráneo. B: vías peatonales para niños. C: Estación de bicicleta pública “Ttareungi”.  
Fuente: Seoul Metropolitan Government

### 5.3.3 Tecnologías limpias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero

En esta sección de la investigación se realiza un recorrido global de las políticas aplicadas para estimular la demanda de vehículos con alta eficiencia energética y de combustible, el desarrollo de la eficiencia en los vehículos es esencial para lograr reducciones significativas de la emisión de gases de efecto invernadero, y estas deben ser aplicadas tanto a vehículos livianos como pesados. La eficiencia energética de los accesorios de los carros; como, por ejemplo, el aire acondicionado, también representa un factor clave para lograr estas reducciones.

**Eficiencia potencial del combustible para la combustión interna de los motores de los vehículos ligeros:** Noruega, tiene la más alta tasa a nivel mundial de entrada de vehículos eléctricos per cápita, este país incentiva el uso de estos vehículos con estímulos gubernamentales como no cobrar la matrícula de estos carros que es un valor extremadamente alto para carros normales, 25% de descuento en la compra de estos carros y así hacerlos competitivos en el mercado. Para lograr que los motores más pequeños conserven las mismas características de rendimiento que los motores más grandes y que consumen más combustible se tienen tecnologías como: la inyección directa, turbo y súper carga, cilindros de compresión variable, elevación y sincronización variable de las válvulas, perfiles de levas variables y operación sin levas.

**Mejora de la eficiencia del combustible de los vehículos pesados:** En la actualidad estos vehículos tienen un sistema relativamente eficiente de compresión-ignición a diesel, la IEA (International Energy Agency) estima que para el 2050 la eficiencia de los vehículos pesados se mejore en un 20%.

**Carros eléctricos, híbridos y otras tecnologías nuevas:** el uso de estos carros en una de las mejores opciones para des carbonizar la movilidad, las políticas en esta área están diseñadas para acelerar el despliegue de la infraestructura de soporte requerida para hacer que el uso de autos eléctricos sea más factible y atractivo para los consumidores. Otro motor y tecnologías de propulsión (propano, gas natural comprimido, batería eléctrica e híbrida) están también presentes en la flota automotriz a nivel mundial, pero todavía se limitan a mercados emergentes (en el caso de los híbridos). Desde una perspectiva de ciclo de vida de los gases de efecto invernadero, la batería eléctrica y los vehículos de pila de combustible de hidrógeno son tan limpios como la electricidad que usan. Sin embargo, independientemente de la fuente de la electricidad, estos automóviles generan menos gases de efecto invernadero que un vehículo propulsado por combustible durante su vida útil. (World Road Association, 2014)

Santiago de Chile está entre las ciudades pioneras en impulsar el uso de la energía eléctrica en Latinoamérica, se ha desarrollado la *Conferencia Internacional sobre Electro-movilidad y Transporte Público* impulsada por CORFO “Consortio Tecnológico para la promoción de la electro-movilidad” que apoya los proyectos pilotos de buses eléctricos en Chile. Esta conferencia se dividió en 5 paneles que son: i) El futuro de la tecnología vehicular, ii) Tecnologías avanzadas de buses, iii) Innovación tecnológica en servicio de autobuses, iv) Plataforma de innovación en movilidad eléctrica, y v) Beneficios y financiamientos de la electro-movilidad. En resumen se destacó la importancia de migrar el transporte público hacia los buses eléctricos y la necesidad de migrar por completo a sistemas Euro VI, los buses eléctricos a batería tienen un alto potencial técnico para sustituir a los buses a diésel en áreas urbanas ya que son tres veces más eficientes energéticamente que los autobuses a diésel.

Aunque se han dado ya varios pasos a favor de los buses eléctricos en Santiago esta tecnología se encuentra aún inmadura y no se asocia con los componentes eléctricos sino más

bien con detalles operacionales como la carga de la unidad, dónde colocar los puntos de recarga, en qué dimensión, cómo será el cobro de la infraestructura. En cuanto a los vehículos, aún están pendientes los modelos de servicios y adquisiciones, la fiabilidad del vehículo eléctrico y la definición del sistema de electrificación.

Actualmente Santiago cuenta ya con iniciativas piloto tales como: licencias de taxi especiales, la instalación de pilares de carga gratuitos, un bus eléctrico piloto, el establecimiento de subsidios a la renovación de flota de transporte público y la creación del consorcio CORFO (Ver Figura 53); el proyecto de los subsidios se basa en dos ejes fundamentales que son: i) demandar a los proveedores de servicio que para el 2018 cada uno de ellos deberá contar con al menos 15 unidades 100% eléctricas como parte de este plan piloto, y ii) beneficio de incrementar la vida útil de las unidades a más de 14 años si llegan a incorporar más de 15 unidades con esta nueva tecnología. (electro movilidad, 2017)



**Figura 53.** Iniciativas piloto en Santiago de Chile para una movilidad eléctrica.  
A) Pilares de carga gratuitos. B) Taxis especiales eléctricos. C) Buses eléctricos.  
D) CORFO.

Fuente: (electro movilidad, 2017)

Europa se ha caracterizado por innovar tecnológicamente a cada paso para reducir sus emisiones de carbono, junto con la empresa Van Hool se pretende realizar la entrega de 40 buses de hidrógeno hasta finales del 2019 para Alemania (30 autobuses de pila de combustible de carbono para la ciudad de Colonia y 10 para Wuppertal). Actualmente ya circulan buses con pilas de hidrógeno: i) en países europeos como Alemania, Reino Unido, Italia, Letonia y Dinamarca, España, entre otros circulan en total 32 autobuses que se han incorporado gradualmente desde el 2001. ii) en Norteamérica circulan 21 autobuses que han circulado desde el 2005 iii) Costa Rica es el primer país de Centroamérica en introducir esta tecnología (Ver Figura 54) (Híbridos y Eléctricos, 2018)



**Figura 54.** Primer bus de hidrógeno en Costa Rica, bautizado con el nombre de “N’YU’TI”.

Fuente: (CB24, 2017)

Estos buses tienen una capacidad de tanque de 38,2 kg de hidrógeno y una autonomía de cerca de 350 km, con una longitud de 12 metros están diseñados para transportar a 29 personas sentadas y 45 personas de pie (Ver Figura 55). Están diseñados para conseguir la misma flexibilidad operacional que los autobuses impulsados por combustibles fósiles, pero sin los gases de escape; su eficiencia ecológica radica en su combustible, pues mediante un electrolizador cuyo funcionamiento se basa en energía solar y eólica para romper la molécula de agua (separa el hidrógeno y el oxígeno) y este hidrógeno se almacena en tanques a alta

presión constituyendo así el nuevo combustible. Para obtener la propulsión del autobús, se le inyecta este combustible (hidrógeno) a una celda de combustible donde se lo mezcla con el oxígeno del aire y se produce agua, creando así energía eléctrica con la cual se impulsa el motor de este autobús (Ver Figura 56). (elementenergy, 2017)



**Figura 55.** Bus de hidrógeno. A) Vista externa. B) Vista interna.  
Fuente: (CB24, 2017)



**Figura 56.** Suministro de hidrógeno.  
Fuente: (CB24, 2017)

Australia es el primer país que cuenta con un transporte público impulsado por energía solar, estas flotas de buses tienen incorporados paneles solares en el techo de los mismos, el 70% de la energía necesaria para su propulsión es generada por estos paneles solares y el 30% restante proviene del sistema de frenado, este bus puede alcanzar velocidades de circulación de hasta 200 km/h (Ver Figura 57). El bus llamado *Tindo* fue diseñado por una compañía en Nueva Zelanda llamada DesignLine Internacional que ha producido buses híbridos desde 1999, el costo del bus fue de medio millón de dólares. Con 11 módulos de batería Zebra (paneles solares) este bus es capaz de viajar hasta 200 km sin necesidad de recargar, lo cual significa que también es factible utilizar este medio de transporte en la noche. (Energía Solar al Día, 2016)



**Figura 57.** Bus “Tindo” en Australia que funciona con paneles solares.  
Fuente: (Energía Solar al Día, 2016)

El biogás es también otra fuente de energía para mover autobuses, tal es el caso del *BioBus* (Ver Figura 58) que es conducido mediante el biometano, este gas es producido a partir de la basura que genera la sociedad y ayuda al medio ambiente en dos frentes: eliminación de la basura y uso de energías limpias. En España la empresa GasFenosa se

encuentra realizando pruebas piloto para la utilización de este gas y su distribución a través de la red de gas cotidiana, lo han hecho de forma exitosa pues ya circulan dos de estas unidades en Pamplona (20 minutos, 2017)



**Figura 58.** Autobús propulsado por metano en Pamplona.

Fuente: (20 minutos, 2017)

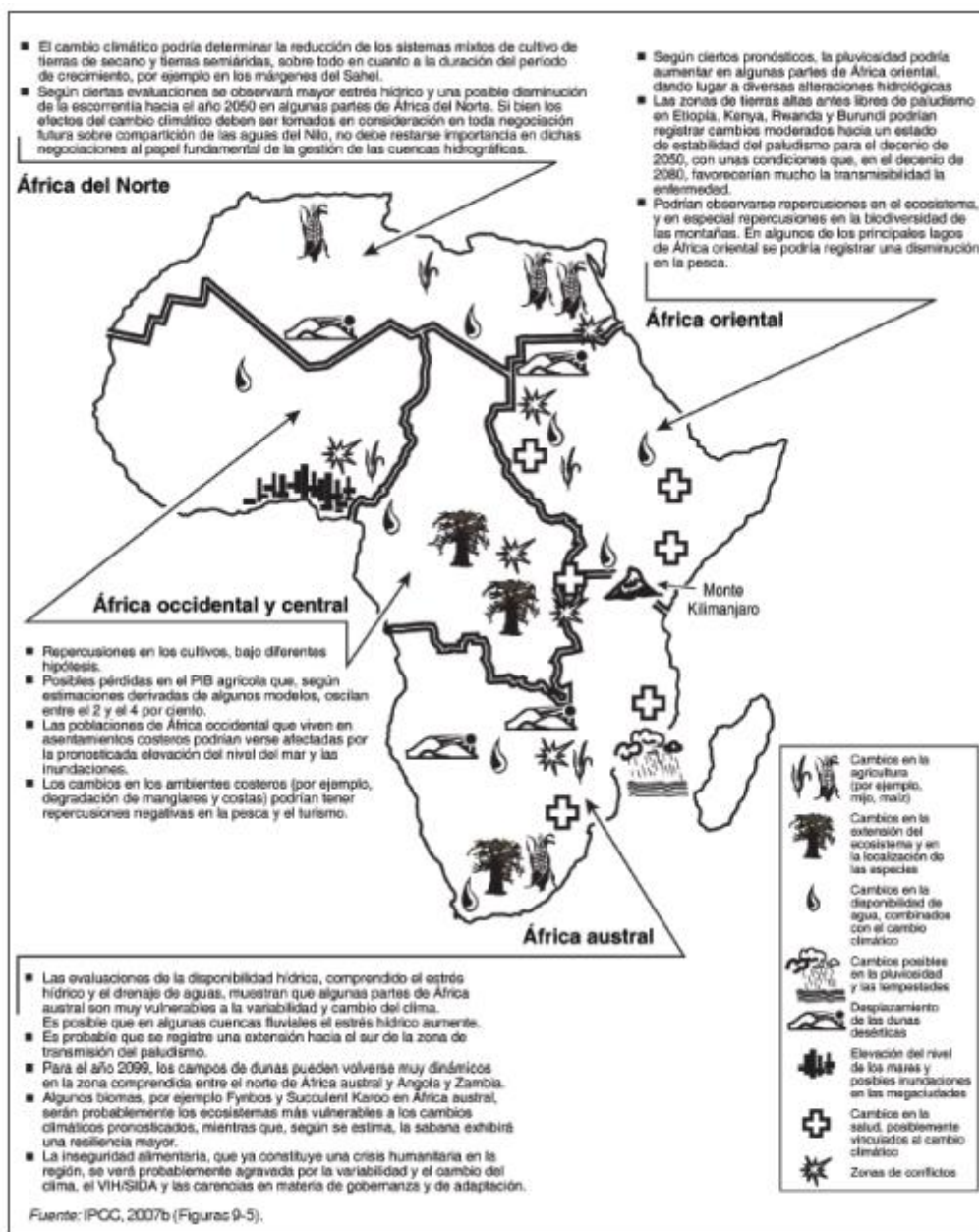
**Biocombustibles y combustibles bajos en carbono:** las diferentes opciones de combustible, están jugando un papel importante en temas de escasos recursos, seguridad energética, contaminación del aire y gases de efecto invernadero. El combustible para el transporte es dominado por el petróleo alrededor del mundo con más del 95%, sin embargo, algunos países usan cantidades significativas de gas natural comprimido o gas licuado de petróleo, que son una mezcla principalmente de propano y butano. Los combustibles que no se derivan del petróleo están jugando un papel importante en algunas regiones Estados Unidos y Brasil están incrementando el uso de sus biocarburantes, la Unión Europea tiene una estrategia coordinada para promover el uso de biocarburantes y así cumplir con los objetivos de cada país, en abril del 2010 Estados Unidos implementó un requerimiento para incrementar la proporción de biocarburantes a 36 billones de galones para el 2020, Canadá ha implementado un estándar para que los combustibles bajos en carbono constituyan mínimo el 5% de su producción e importaciones.



### 5.3.4 Medidas de adaptación

El Banco Mundial ha indicado que para adaptar al mundo al cambio climático los países en vías de desarrollo requieren entre \$75-100 billones por año durante los próximos 40 años para construir resistencia a estos cambios, y los costos para la mitigación están estimados entre el rango de \$140-175 billones por año para el 2030. Debido a los efectos de este cambio climático, las vías deben ser modificadas para adaptarse a las condiciones externas causadas por este, entre los cambios a realizar tenemos: mejorar las instalaciones de drenaje de las escorrentías por el cambio en la lluvia de diseño, dar estabilidad a los movimientos de tierra (especialmente taludes), no construir en zonas propensas a inundaciones debido a aumento de lluvias, aumento del nivel del mar y tormentas con marea alta; mejorar la durabilidad del pavimento debido al incremento de las temperaturas del ambiente e incrementar las áreas de vegetación alrededor de los caminos. (World Road Association, 2014)

Un ejemplo mundial es el Programa para la Adaptación al Cambio Climático de África (CCAA) como una iniciativa del Departamento para el Desarrollo Internacional de Reino Unido (DFID) y el Centro de Investigación de Canadá para el Desarrollo Internacional (IDRC), este programa realiza un balance de los posibles efectos del cambio climático en África (Ver Figura 59) y apoya la investigación y la construcción sostenible para reducir la vulnerabilidad al cambio climático de África, el objetivo de este programa de cuatro años es llevar a los políticos el conocimiento y las habilidades necesarias para la adaptación al cambio climático.



**Figura 59.** Posibles efectos del Cambio Climático en África.  
Fuente: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

### 5.3.5 Medidas de mitigación en la infraestructura vial

En esta sección de la investigación se muestran las políticas asociadas con cada etapa del ciclo de un proyecto, basados en transferencia de conocimiento internacional, investigación y despliegue de fondos para así optimizar los resultados en cada etapa del proyecto, y que su

construcción sea eco amigable. A continuación, en la Tabla 6 se muestran los campos de acción en los que se debe centrar al desarrollar un proyecto.

**Tabla 6.**

*Políticas asociadas con cada etapa de un proyecto*

Etapa del proyecto	Resultado deseado
Planeamiento del transporte	La planificación del transporte en el proyecto en los niveles metropolitanos, puede minimizar el uso de la tierra y las preocupaciones ambientales
Diseño del proyecto	Diseño de sistemas que minimicen el carbón generado por los nuevos esquemas del transporte, mientras que el sistema de transporte existente pueda continuar adaptándose al cambio climático
Construcción del proyecto	Operaciones de construcción con carbono eficiente que contribuyan a mejorar la calidad de las vías.
Mantenimiento	Operaciones de mantenimiento con carbono eficiente que contribuyan a mejorar la calidad de las vías.
Operación	Procesos y técnicas que minimicen el carbón asociado con la operación de las carreteras. Políticas totalmente integradas que ayuden a alcanzar los objetivos sobre el cambio climático promoviendo un transporte más sustentable
Medición y monitoreo	Herramientas y sistemas para medir y monitorear la eficiencia de las políticas para reducir las emisiones y que contribuyan a la continua calidad de las vías.

Fuente: (World Road Association, 2014)

#### **5.4 Proyección del estudio de movilidad para el Metro-Q**

El estudio de movilidad realizado por la Empresa Metro-Q fue desarrollado en 2011 mediante la aplicación de 77.000 encuestas domiciliarias (EDM), trabajos de campo, mediciones, conteos de unidades, pasajeros y vehículos, así como la aplicación de modelos matemáticos y un software computacional especializado en transporte; así se definió un

modelo de transporte integrado, de calidad, sostenible y eficiente para Quito. Se determinaron zonas de estudio con sus habitantes (Ver Tabla 7), (Ver Figura 60). (Metro de Quito, 2018)

**Tabla 7.**

*Hogares del ámbito de estudio y tamaño medio familiar.*

Macrozona	Habitantes	Hogares	Pers/hogar
Quitumbe-Sur urbano	744.849	183.130	4.07
Centro	235.253	59.981	3.92
Norte	443.947	123.730	3.59
La Delicia urbano-Calderón	417.563	103.528	4.03
Tumbaco-Aeropuerto	162.959	39.637	4.11
Los Chillos	150.519	36.456	4.13
Sur rural-La Delicia rural-Noroccidente-Norcentral	85.239	21.842	3.9
Total, DMQ	2'240.328	568.305	3.94
Mejía	53.915	12.712	4.24
Rumiñahui	76.641	18.604	4.12
Total, ámbito de estudio	2'370.884	599.621	3.95

Fuente: (Empresa pública metropolitana Metro de Quito (EPMMQ), 2012)



**Figura 60.** Número de habitantes por cada zona de macro estudio. Año 2011

Fuente: Estudio de movilidad Metro-Q 2011.

Según el INEC, la tasa de crecimiento de la población total del Distrito ha seguido una tendencia decreciente a partir de 1982 con respecto a sus tasas de crecimiento anteriores. Entre 1950 y 1962 la población se incrementó con un promedio anual de 3.9%, entre 1962 y 1974 disminuye al 3.6%; en el siguiente período intercensal (1974-1982) asciende a una tasa de crecimiento de 4.5% promedio anual, para luego descender en forma persistente hasta alcanzar en el último período intercensal (2001-2010) una tasa de 2.2% promedio anual. Según el Censo de Población y Vivienda del 2010, el DMQ tiene casi 400.000 habitantes más que en el 2001. Los 2'239.191 habitantes de Quito representan el 86.9% de la población total en la provincia de Pichincha y el 15.5% de la población de todo el país. Se estima que para el año 2022, la población del DMQ será de casi 2.8 millones de habitantes, de los cuales el 68.7% residirá en el área urbana. (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Plan de desarrollo 2012-2022, 2011)

El INEC al realizar la proyección de los habitantes a nivel de país utiliza los datos poblacionales de sus censos y aplica el método geométrico, pues es el que da mejores resultados al tener un crecimiento razonable, debido a que este método supone que la población crece a una tasa constante, aumentando proporcionalmente lo mismo en cada período de tiempo.

El método geométrico comprende los siguientes pasos, cálculo de la tasa de crecimiento que se mantiene constante, esta es igual a:

$$r = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1}$$

Y, posteriormente se realiza la proyección de la población con la siguiente expresión:

$$P = P_1 * (1 + r)^n$$

Dónde:

$r$ = tasa de crecimiento

$P_2$ = Población al final del intervalo

$P_1$ = Población al inicio del intervalo

$t_2$ = Año al final del intervalo de estimación

$t_1$ = Año al inicio del intervalo de estimación

$P$ = Población proyectada

$n$ = Tiempo de proyección

Tomando del INEC el archivo de “Población y tasas de crecimiento intercensal de 2010-2001-1990, según parroquias” basados en el Censo de Población y Vivienda 2010, y verificando que efectivamente se ha aplicado el método geométrico se derivan los siguientes datos que nos servirán para hallar la tasa de crecimiento poblacional. De todo el conjunto de datos, se han tomado aquellos que corresponden a las parroquias que abarcan el ámbito de estudio de movilidad Metro-Q 2011, para así poder proyectarlo (Ver Tabla 8)

**Tabla 8.**

*Población y tasas de crecimiento intercensal de 2010-2001-1990, según parroquias*

	Años			Tasa de crecimiento anual	
	1990	2001	2010	1990-2001	2001-2010
Calderón	36.297	84.848	152.242	7.72%	6.50%
Tumbaco	23.229	38.498	49.944	4.59%	2.89%
Conocoto	29.164	53.137	82.072	5.45%	4.83%
Nayón	5.767	9.693	15.635	4.72%	5.31%
Mejía	46.687	62.888	81.335	2.70%	2.86%
Rumiñahui	46.215	65.882	85.852	1.68%	2.94%
Quito urbano	1'112.575	1'413.179	1'619.146	2.17%	1.51%

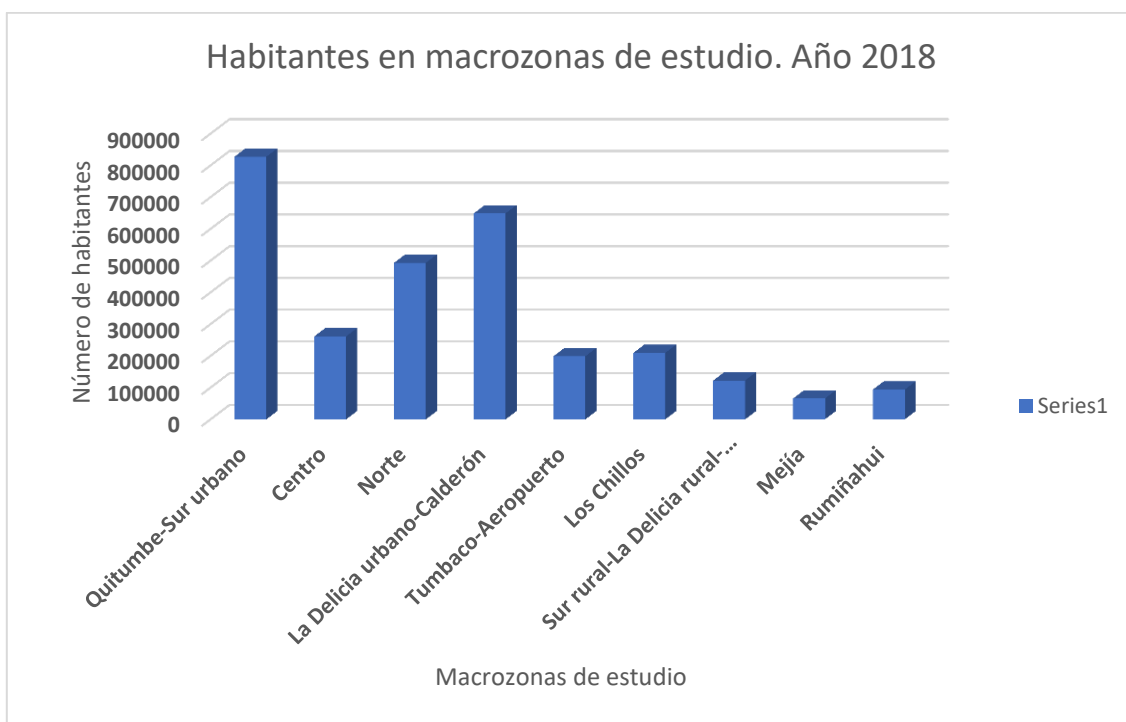
Fuente: INEC

Con estas tasas de crecimiento aplicadas en cada sector donde se realizó el estudio de movilidad de Metro-Q en el año 2011 y aplicando el método geométrico se tiene la población estimada y proyectada en cada macrozona de estudio (Ver Tabla 9) y se muestra en la Figura 61 el cuadro estadístico de las mismas; así como en la Figura 62 un gráfico comparativo que muestra el crecimiento poblacional de cada zona durante los últimos años.

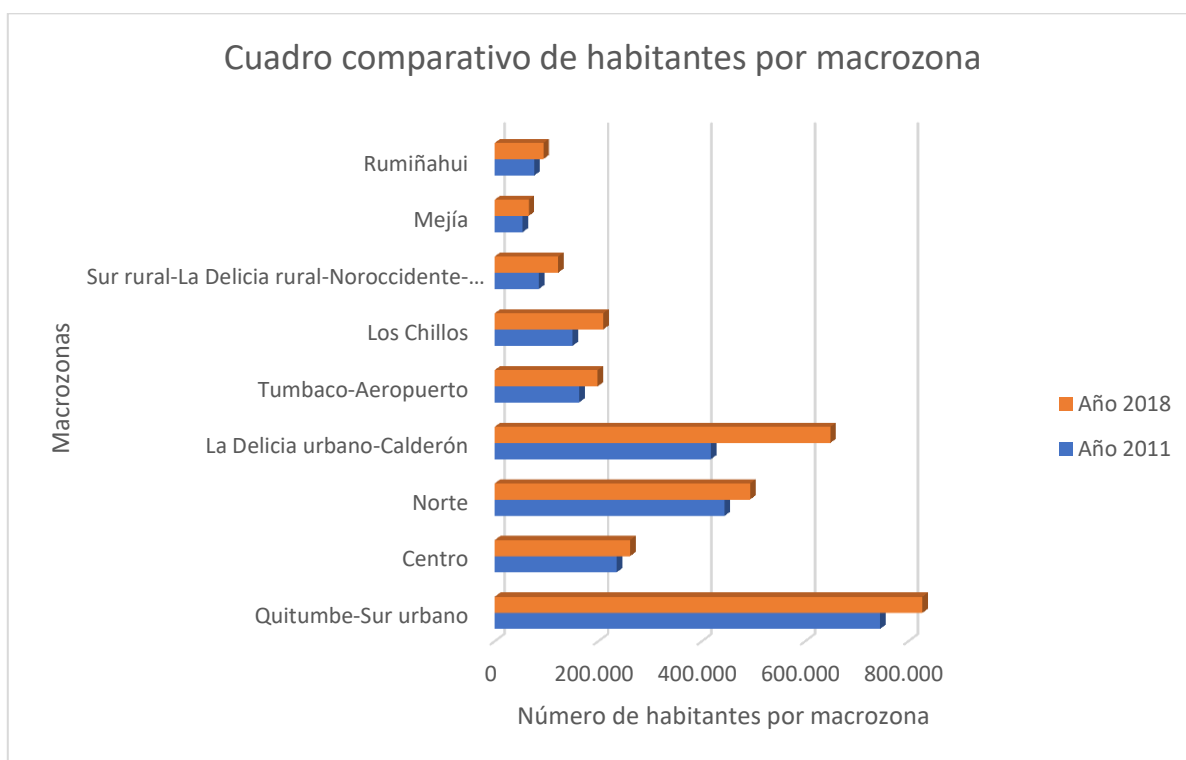
**Tabla 9.**

*Hogares del ámbito de estudio y tamaño medio familia en el año 2018*

Macrozona	Habitantes	Hogares	Personas/hogar
Quitumbe-Sur urbano	827.237	203.386	4.07
Centro	261.274	66.616	3.92
Norte	493.052	137.416	3.59
La Delicia urbano-Calderón	648.887	160.881	4.03
Tumbaco-Aeropuerto	198.926	48.385	4.11
Los Chillos	209.407	50.719	4.13
Sur rural-La Delicia rural- Noroccidente-Norcentral	122.441	31.375	3.9
Total, DMQ	2'761.224	698.778	3.94
Mejía	65.680	15.486	4.24
Rumiñahui	93.875	22.787	4.12
Total, ámbito de estudio	2'920.779	737.051	3.95



**Figura 61.** Número de habitantes por cada zona de macro estudio. Año 2018.



**Figura 62.** Gráfica comparativa de la población en el año 2011 y 2018 en cada zona de macro estudio.



De este estudio de movilidad realizado en el 2011, se derivan datos correspondientes a los viajes realizados por los ciudadanos de forma diaria. En la Tabla 10 se presenta la movilidad total en un día laborable; donde los viajes son los desplazamientos desde un punto de origen a uno de destino realizado por las personas; y las etapas son cada fase en la que se divide un viaje. En la Tabla 11 se muestra la movilidad realizada en modos no mecanizados en un día laborable.

**Tabla 10.**

*Movilidad total en un día laborable.*

Movilidad en día laborable	Viajes		Etapas		Etapas/viaje
Mecanizados	3.603.609	84.4%	4.532.027	87.2%	1.26
No mecanizados	667.957	15.6%	667.957	12.8%	1.00
Total	4.271.566	100%	5.190.984	100%	2.26

Fuente: (Empresa pública metropolitana Metro de Quito (EPMMQ), 2012)

**Tabla 11.**

*Movilidad no mecanizada en un día laborable*

Viajes		
Andando	654.751	98.02%
Bicicleta	13.206	1.98%
Total	667.957	100%

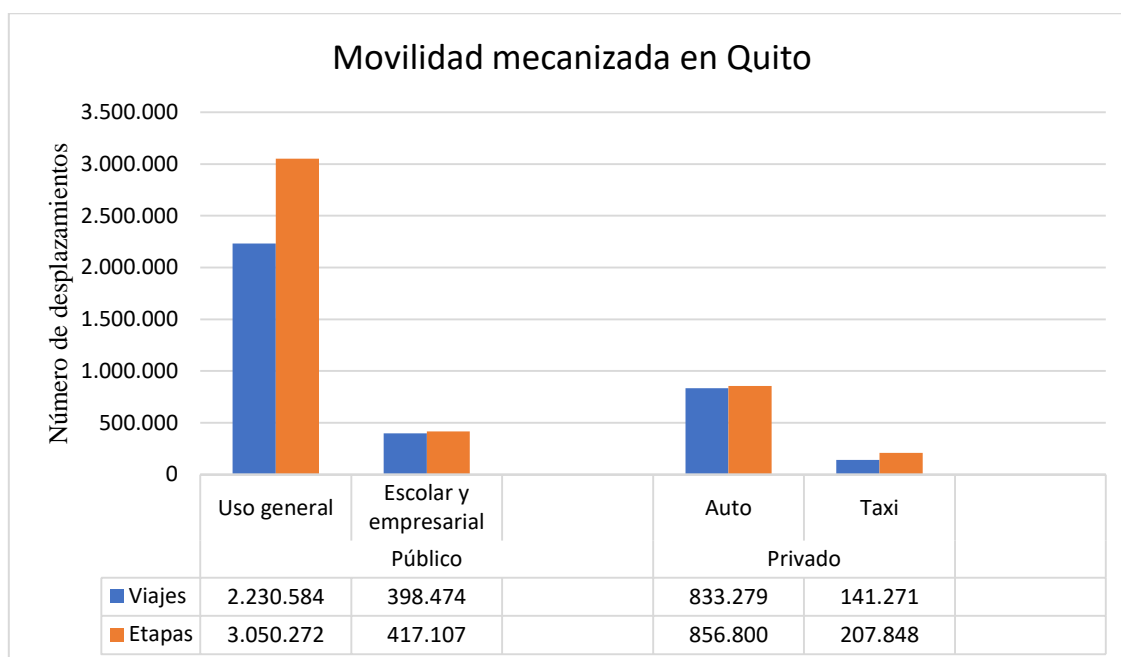
Fuente: (Empresa pública metropolitana Metro de Quito (EPMMQ), 2012)

Dentro de la movilidad mecanizada hay que diferenciar los viajes que se realizan en transporte público y privado, así como también las etapas de cada viaje dentro de estos dos tipos (Ver Tabla 12), estos valores ayudan para poder realizar un gráfico estadístico (Ver Figura 63) y así comprender la intensidad del uso de transporte privado en el DMQ.

**Tabla 12.***Movilidad mecanizada en un día laborable.*

Movilidad mecanizada		Viajes		Etapas	
Público	Uso general	2.230.584	61.9%	3.050.272	67.3%
	Escolar y empresarial	398.474	11.1%	417.107	9.2%
	<b>Total, público</b>	<b>2.629.058</b>	<b>73.0%</b>	<b>3.467.379</b>	<b>76.5%</b>
Privado	Auto	833.279	23.1%	856.800	18.9%
	Taxi	141.271	3.9%	207.848	4.6%
	<b>Total, privado</b>	<b>974.550</b>	<b>27.0%</b>	<b>1.064.648</b>	<b>23.5%</b>
<b>Total, movilidad mecanizada</b>	<b>3.603.608</b>	<b>100%</b>	<b>4.532.027</b>	<b>100%</b>	

Fuente: (Empresa pública metropolitana Metro de Quito (EPMMQ), 2012)

**Figura 63.** Movilidad mecanizada en Quito en un día laborable. Año 2011.

Fuente: (Empresa pública metropolitana Metro de Quito (EPMMQ), 2012).

El transporte público en Quito posee varias ramas que brindan su servicio a la población en general, que son: el sistema de transporte Metrobús-Q que se divide a su vez en troncales y alimentadores, el servicio de bus convencional parroquial, el bus escolar o empresarial y las

camionetas informales. Todos estos sistemas de transporte brindan en conjunto el servicio de alrededor de 3'467.379 etapas de viaje en un día laborable en la ciudad de Quito (Ver Tabla 13), de forma gráfica se visualizan estos servicios en la Figura 64.

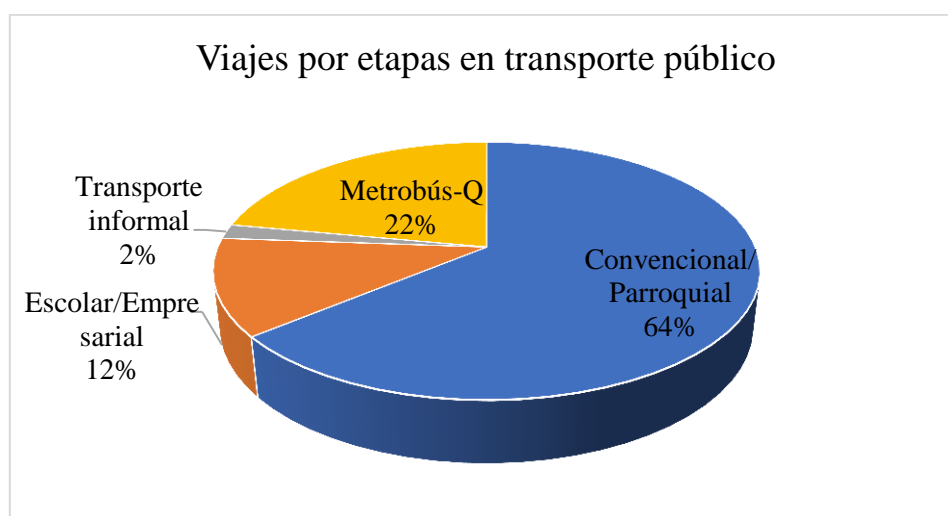
**Tabla 13.**

*Viajes realizados por etapas en un día laborable en Quito. Año 2011*

Etapas transporte público (viajeros)		
Metrobús-Q	758.791	22.7%
Troncales	512.856	
	(65.3%)	
Trolebús	45.6%	
CCN	26.7%	
Ecovía	19.7%	
Sur Oriental	8%	
Alimentadoras	272.935	
	(34.7%)	
Convencional/Parroquial	2.201959	63.5%
Escolar/Empresarial	417.107	12%
Transporte informal <sup>5</sup>	62.522	1.8%
Total, transporte público	3.467.379	100%

Fuente: (Empresa pública metropolitana Metro de Quito (EPMMQ), 2012)

<sup>5</sup> El segmento de transporte informal incluye todo aquel transporte que no se encuentra legalizado tales como: camionetas (camionetas que operan dentro de la ciudad y en las parroquias rurales), taxis (Taxi ruta en la Av. Simón Bolívar), buses (Buses informales en la Av. Simón Bolívar y Cumbayá) (Agencia Metropolitana de Tránsito, 2017)



**Figura 64.** Etapas de viaje en transporte público en día laborable.

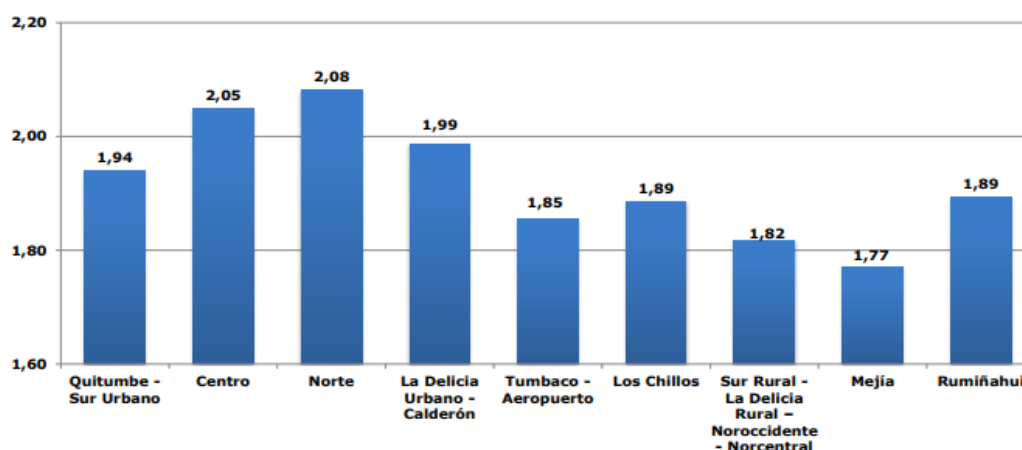
Las metrópolis actuales a nivel mundial se caracterizan por una movilidad creciente (mayor número de viajes por persona); se busca analizar el reparto modal en dichos desplazamientos para constatar la contribución de los viajes mecanizados y así entender de forma descriptiva y simplificada la movilidad en una ciudad. Por consiguiente, se muestra a continuación en la Tabla 14 la movilidad por persona en la ciudad de Quito; así también se presenta la movilidad por persona (viaje por persona) en cada macro zona de estudio para verificar en cuál de estas zonas de producen más desplazamientos (Ver Figura 65).

**Tabla 14.**

*Movilidad por persona en un día laborable.*

Movilidad en un día laborable	Viajes/persona		Etapas/persona	
Mecanizados	1.66	84.4%	2.09	87.2%
No Mecanizados	0.31	15.6%	0.31	12.8%
Total	1.97	100%	2.39	100%

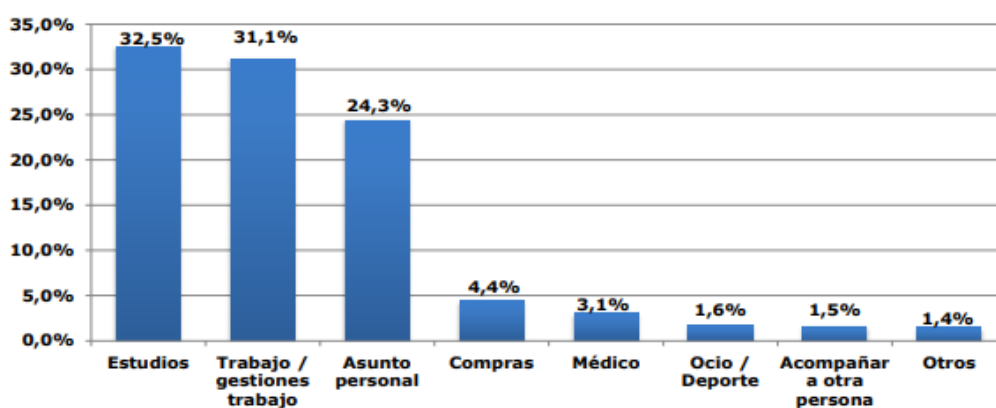
Fuente: (Empresa pública metropolitana Metro de Quito (EPMMQ), 2012)



**Figura 65.** Movilidad por persona en cada macro zona de estudio.

Fuente: (Empresa pública metropolitana Metro de Quito (EPMMQ), 2012)

La movilidad de las personas se divide en obligadas y no obligadas, analizar este factor coadyuva a conocer cuántos de estos viajes se pueden persuadir a realizarse por otros modos y cuantos no. La movilidad obligada (trabajo/estudios) representan el 63.6% del total de los viajes, mientras que la movilidad no obligada (asuntos personales y otros) representa el 36.4% (Ver Figura 66)

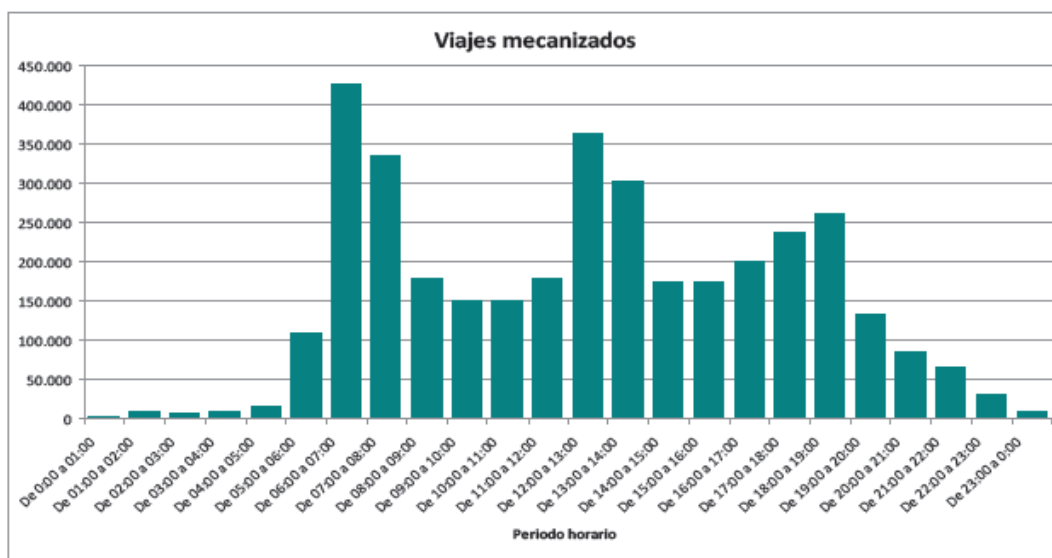


**Figura 66.** Motivo prioritario de los viajes en Quito.

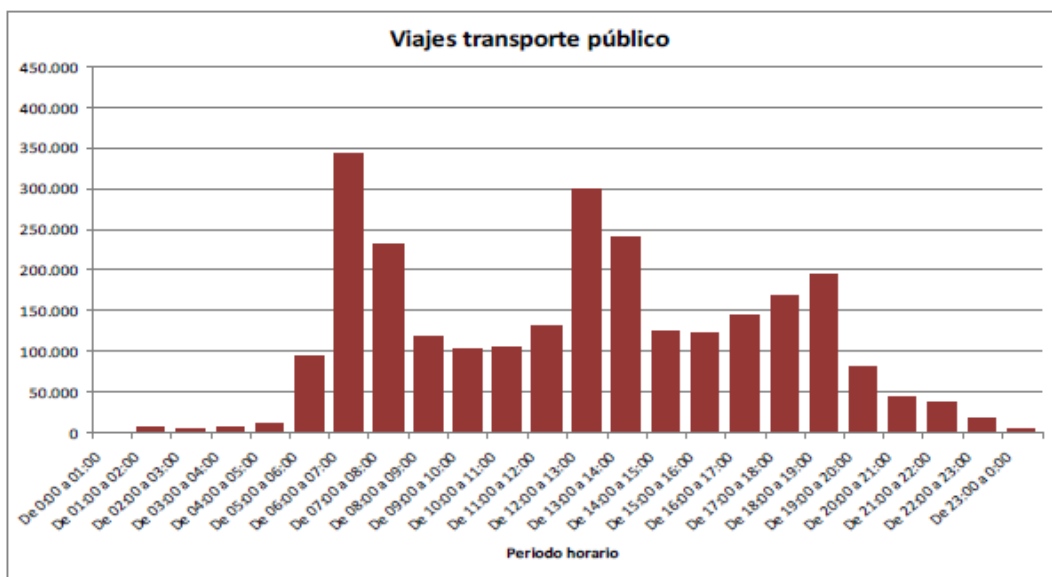
Fuente: (Empresa pública metropolitana Metro de Quito (EPMMQ), 2012)

El rango de horarios en los que se realizan la mayoría de viajes dentro de la ciudad determina las horas pico de congestión, y en base a esta información se pueden tomar medidas para mermar este problema como los contraflujos o las restricciones de circulación

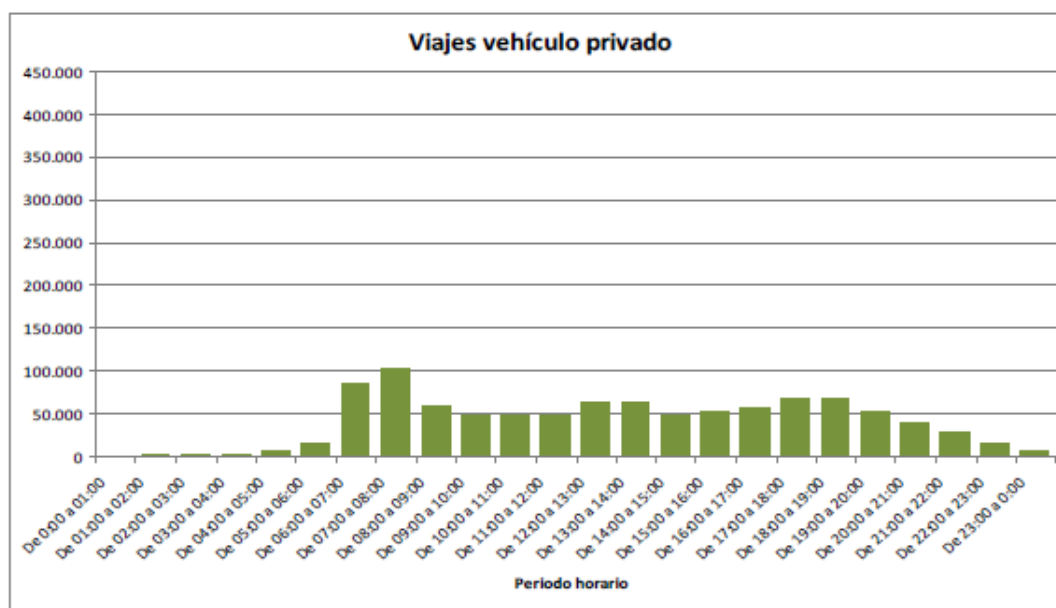
(pico y placa), en el marco de estas consideraciones de presenta la distribución horaria de los viajes mecanizados (Ver Figura 67), la distribución horario de los viajes en transporte público (Ver Figura 68); y la distribución horaria de los viajes en transporte privado (Ver Figura 69).



**Figura 67.** Distribución horaria de la movilidad mecanizada en un día laborable (según hora de inicio de los viajes).  
Fuente: (Empresa pública metropolitana Metro de Quito (EPMMQ), 2012)



**Figura 68.** Distribución horaria de la movilidad en transporte público en un día laborable (según hora de inicio de los viajes).  
Fuente: (Empresa pública metropolitana Metro de Quito (EPMMQ), 2012)

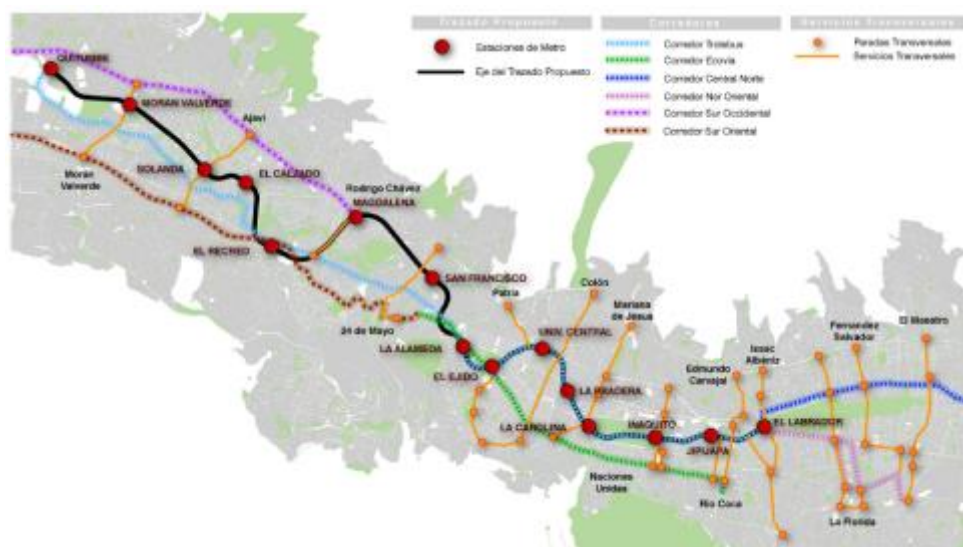


**Figura 69.** Distribución horaria de la movilidad en vehículo privado en un día laborable (según hora de inicio de los viajes).

Fuente: (Empresa pública metropolitana Metro de Quito (EPMMQ), 2012)

### 5.3 Impacto de la construcción del Metro-Q en el cambio climático

El Metro de Quito surge como una respuesta inmediata al incremento de la demanda de transporte por parte de los quiteños, así como una solución a los problemas ambientales causados por la emisión de gases de efecto invernadero de este sector. Este proyecto nace a partir del 2009 con la firma de Protocolo General para el desarrollo del SITMQ denominado Metro de Quito entre el Municipio del DMQ y la Consejería Económica y Hacienda de la Comunidad de Madrid, en este contexto surgen los estudios necesarios para la implementación de la PMLQ, dicha línea se extiende desde Quitumbe al sur, hasta El Labrador en el norte con una longitud de 22 km, pasará por 15 estaciones (Ver Figura 70); con una velocidad promedio de 37.5 km/h dando así un tiempo estimado de recorrido de 34 minutos. (Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, 2013)



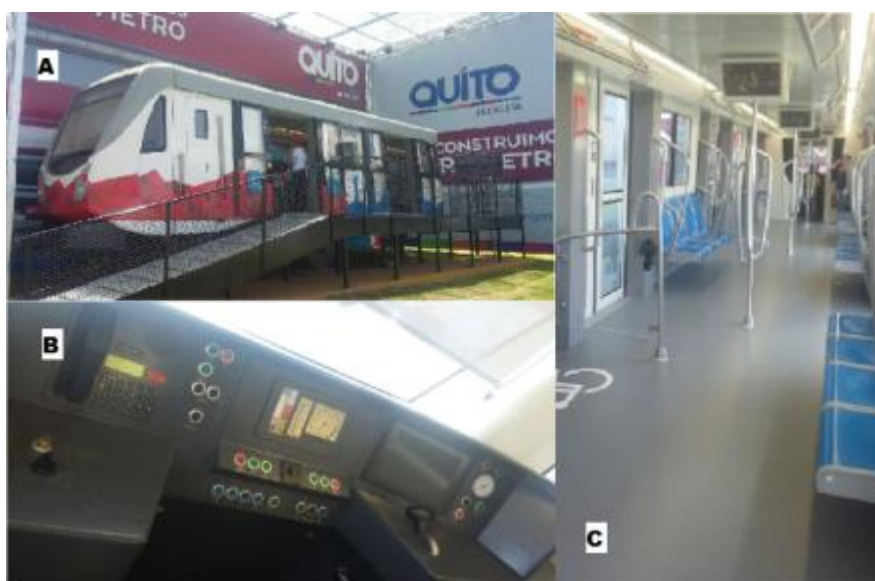
**Figura 70.** Trazado de la primera línea del Metro de Quito.  
Fuente: (Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito. EPMMQ, 2012)

En la ciudad de Quito se realiza una muestra permanente de las características del Metro de Quito (Ver Figura 71), para que este pueda ser observado por todos los ciudadanos: dentro de esta muestra se encuentra una maqueta a escala real de medio vagón de tren (Ver Figura 72), el metro en su funcionamiento estará formado por 6 de estos vagones interconectados entre sí equivaliendo a una longitud de 109 m lo cual dará capacidad de 1000 a 1200 personas a bordo. Se contará con 18 unidades hechas con materiales antiexplosivos, estos trenes son españoles con tecnología alemana.



**Figura 71.** Exposición permanente sobre el Metro de Quito ubicado en el Parque "La Carolina".  
Fuente: Observación de campo.





**Figura 72.** Maqueta a escala real del Metro de Quito.

A: Medio vagón de tren. B: Cabina de conducción. C: Cabina de pasajeros.

Fuente: Observación de Campo.

Otro pilar fundamental para la construcción de este sistema integrado de transporte fue aumentar la velocidad con la que se transportarán las personas, ya que en la actualidad el congestionamiento en la ciudad en horas pico se ha incrementado de manera notoria, estos ahorros de tiempo de viaje se estiman que disminuirán en un 300% aproximadamente. (Ver Figura 73).



**Figura 73.** Tiempos estimados de viajes con el Metro de Quito.


Fuente: Observación de Campo

Para poder iniciar la construcción de la primera línea de Metro-Q, la empresa debía contar con la licencia ambiental debidamente aprobada por el Ministerio del Ambiente; para ello se realizaron estudios de impacto ambiental, con sus factores impactados (Ver Tabla 15).

**Tabla 15.**

*Identificación de factores impactados por la construcción del Metro de Quito*

Componentes	Factores	Indicador de alteración	
Físico	Aire	Emisión de material particulado	
		Emisión de gases (CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> )	
		Niveles de ruido	
		Nivel de vibraciones	
		Generación de campos electromagnéticos	
		Variación de la temperatura	
		Agua	Calidad de agua superficial
	Calidad de agua subterránea		
	Caudal-recarga		
	Escorrentía superficial		
	Flujo subterráneo		
	Contaminación		
	Temperatura		
	Suelo	Capa de suelo húmico (espesor, retirada)	
		Calidad de suelo horizontes inferiores	
		Factores físicos singulares	
	Geológico- Geomorfológico	Geomorfología	
		Recursos minerales	
		Geología	
	Biótico	Vegetación	Diversidad y abundancia
			Especies endémicas y amenazadas

CONTINÚA 

		Barreras
	Fauna	Diversidad y abundancia
		Especies endémicas y amenazadas
		Barreras
	Ecosistemas	Hábitats
		Corredores biológicos
Social	Medio social	Bienestar
		Poblaciones y densidad de población
		Salud y seguridad
		Educación
		Empleo
		Capacidad adquisitiva
		Vivienda
		Urbanismo arquitectónico
		Transporte y movilidad
		Zonas recreativas
		Turismo
		Uso actual del suelo
	Medio cultural	Patrimonio cultural
		Paisaje

Fuente: (Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito. EPMMQ, 2012)

Para la obtención de la Licencia Ambiental se valoró cada uno de los impactos mediante un análisis matricial donde se calcula el Valor del Índice Ambiental (VIA), y así se los prioriza como se explica a continuación en la Tabla 16, este valor se asigna tomando en cuenta la naturaleza, intensidad, extensión, duración, reversibilidad, riesgo y magnitud. Su cálculo responde a la siguiente metodología (Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito. EPMMQ, 2012):

- i) Se calcula la Magnitud (M) mediante la siguiente fórmula:

$$M = [(I * W_I) + (E * W_E) + (D * W_D)]$$

Dónde:

$I$  = Intensidad (grado de incidencia del impacto ambiental en el ámbito en el cuál actúa)

$E$  = Extensión (área de influencia del impacto, % del área respecto al entorno)

$D$  = Duración (tiempo en que permanecerá el efecto desde su aparición)

$W$  = Pesos de cada factor que equivalen a:

$W_I$  = Peso del factor intensidad = 0,2

$W_E$  = Peso del factor extensión = 0,2

$W_D$  = Peso del factor duración = 0,6

- ii) Se calcula el Valor de Índice Ambiental (VIA) mediante la siguiente fórmula:

$$VIA = [(R * W_R) + (RG * W_{RG}) + (M * W_M)]$$

Dónde:

$R$  = Reversibilidad (posibilidad de regresar a las condiciones iniciales por medios naturales)

$RG$  = Riesgo (probabilidad de que se manifieste un efecto en el ambiente)

$M$  = Magnitud

$W$  = Pesos de cada factor que equivalen a:

$W_R$  = Peso del factor reversibilidad = 0,6

$W_{RG}$  = Peso del factor riesgo = 0,2

$W_M$  = Peso del factor magnitud = 0,2

**Tabla 16.**  
*Valores del índice Ambiental (VIA)*

Mayor a 8.1	Impacto positivo muy alto	$M, R, RG > 5$
De 6.1 a 8	Impacto positivo alto	$3,5 < M, R, RG < 5$
De 2.1 a 6	Impacto positivo medio	$1 < M, R, RG < 3,5$
De 0 a 2	Impacto positivo bajo	$0 < M, R, RG < 1$
De 0 a -2	Impacto negativo bajo	$-1 < M, R, RG < 0$
De -2.1 a -6	Impacto negativo medio	$-3,5 < M, R, RG < -1$
De -6.1 a -8	Impacto negativo alto	$-5 < M, R, RG < -3,5$
Menor de -8.1	Impacto negativo muy alto	$M, R, RG < -5$

Fuente: (Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito. EPMMQ, 2012)

Debido a que la presente investigación está estrechamente relacionada con el sector del transporte se hará hincapié a aquellos componentes y factores relacionados con este sector, así: componente físico, factor aire, indicador emisión de gases. Estos factores deben ser considerados en cada fase del proyecto, siendo estas: construcción, operación y mantenimiento, y; cierre. Según datos del Estudio Ambiental Metro-Q, durante la fase de construcción del metro que dura cerca de 37 meses se emitirán 1000.000 Ton CO<sub>2</sub> eq, el 75% de estas emisiones corresponden a las tuneladoras cuya potencia media instalada es de 10.000 Kw; el 25% restante corresponde a maquinaria y camiones necesarios para el movimiento de tierras. (Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito. EPMMQ, 2012)


Para evaluar el impacto en la emisión de gases que tendrá la construcción del metro se recorren a los datos del REMMAQ que con sus 9 estaciones ubicadas en Quito (Carapungo, Cotocollao, Jipijapa, Belisario, El Camal, Centro, Guamaní, Tumbaco, Los Chillos), esta institución mide las concentraciones de Monóxido de Carbono (CO), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>),

dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y ozono (O<sub>3</sub>); para las mediciones del 2010, año en el que se realizó el Estudio de Factibilidad por parte de la empresa Metro de Madrid S.A., estos valores estaban por debajo de los límites permisibles, lo cual significaba que la calidad del aire en Quito se encontraba en los parámetros de calidad. Al impulsar el uso del metro y dejar de lado el vehículo privado que es lo que se desea conseguir, según este estudio se reducirán aproximadamente 163.942 Ton CO<sub>2</sub>eq anualmente.

En consecuencia, se establece que durante la fase de construcción se tiene un impacto negativo medio en cuanto a las emisiones de gases, sin embargo, se tiene un impacto positivo muy alto en la fase de mantenimiento y funcionamiento; estos impactos positivos se verán reflejados en la mejora de la calidad del aire en Quito y de forma consecuente en la mejora de la salud y la calidad de vida de los quiteños. Como un resumen general, se establece la matriz de impactos globales que se tendrán por la construcción del metro. (Ver Tabla 17)

**Tabla 17.**  
*Matriz resumen de impactos en la construcción del metro.*

Impactos	Construcción	Operación	Cierre
Afectación al clima y microclima		8.5	
Afectación al medio por emisión de material particulado	-4.29	-1.12	-1.5
Afectación al medio por emisión de gases	-3.87	8.24	-2.71
Afectación al medio por emisiones acústicas	-2.97	7.81	-2.97
Afectación al medio por vibraciones	-2.7	-1.96	-2.7
Afectación al suelo	-1.96	-1.96	-1.37

CONTINÚA 

Modificación en la generación de escorrentía	-3.91		4.01
Modificación del flujo de la escorrentía	-4.01	-4.01	
Contaminación del agua superficial	-5.83	-5.37	-5.04
Efecto dren sobre las aguas subterráneas	-3.49	-2.06	
Efecto pantalla sobre las aguas subterráneas	-4.89	-5.46	-5.46
Contaminación del agua superficial	-5.83	-5.38	-5.04
Afectación a las comunidades biológicas	-1.17		
Afectación a la movilidad y accesibilidad urbana	-1.70	6.37	-1.70
Aumento del empleo y la actividad económica	4.84	6.12	4.84
Mejora de la calidad de vida de la población	-2.64	6.94	-2.49
Afectación al patrimonio cultural	-1.96	2.32	-1.00

Fuente: (Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito. EPMMQ, 2012)

En el Plan de Manejo Ambiental para la construcción del Metro de Quito se establece las medidas a tomarse para monitorear las emisiones de gases, para ello se establecerán 10 sitios de monitoreo que realizarán la evaluación de forma semestral durante la fase de construcción y durante el primer año de funcionamiento de la primera línea del metro; y luego anualmente por un período de tres años consecutivos. Estos monitoreos se realizarán dentro del área de trabajo e incluyen las excavaciones subterráneas y túnel y en los portales de entrada a los túneles. Lo que contemplan los monitoreos es: medición de partículas menores a 2.5 micrómetros (PM<sub>2.5</sub>) durante 24 horas, medición de NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>, mediante el empleo de tubos pasivos realizándose durante dos períodos consecutivos de 7 días cada uno, y: medición de


CO<sub>2</sub>, CO y CH<sub>4</sub> dentro de las excavaciones subterráneas. (*Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito. EPMMQ, 2012*)

Dentro de estos monitoreos se verifica cada gas contaminante cumpla con las limitaciones para tener una buena calidad del aire expresadas en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) en su Libro VI, epígrafe 4.1.2.1 del anexo 4, donde se muestran los límites admisibles. (Ver Tabla 18)

**Tabla 18.**

*Límites establecidos a los gases más comunes, contaminantes del aire.*

Sustancia	Límite
SO <sub>2</sub>	<p>El promedio aritmético de la concentración de SO<sub>2</sub>, determinada en todas las muestras en un año no deberá exceder de ochenta microgramos por metro cúbico (80 µg/m<sup>3</sup>)</p> <p>La concentración máxima en 24 horas, no deberá exceder trescientos cincuenta microgramos por metro cúbico (350 µg/m<sup>3</sup>), más de una vez al año.</p>
CO	<p>La concentración de monóxido de carbono de las muestras determinadas de forma continua, en un período de 8 horas, no deberá exceder diez mil microgramos por metro cúbico (10.000 µg/m<sup>3</sup>) más de una vez al año.</p> <p>La concentración máxima en una hora de monóxido de carbono no deberá exceder cuarenta mil microgramos por metro cúbico (40.000 µg/m<sup>3</sup>) más de una vez al año.</p>

CONTINÚA 



NO <sub>2</sub>	<p>El promedio aritmético de la concentración de NO<sub>2</sub>, determinada en todas las muestras en un año, no deberá exceder de cien microgramos por metro cúbico (100 µg/m<sup>3</sup>)</p> <p>La concentración máxima en 24 horas, no deberá exceder ciento cincuenta microgramos por metro cúbico (150 µg/m<sup>3</sup>), más de dos veces al año.</p>
O <sub>3</sub>	<p>La máxima concentración de oxidantes fotoquímicos, obtenidas mediante muestra continua, en un período de una hora, no deberá exceder de ciento sesenta microgramos por metro cúbico (160 µg/m<sup>3</sup>) más de una vez al año.</p> <p>La máxima concentración de oxidantes fotoquímicos, obtenida mediante muestra continua, en un período de 8 horas, no deberá exceder de ciento veinte microgramos por metro cúbico (120 µg/m<sup>3</sup>) más de una vez al año.</p>

Fuente: TULSMA. Libro VI, Anexo 4. (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012)

## 6. La bicicleta como medio de transporte.

La bicicleta es un medio de transporte sostenible, pues no emite gases de efecto invernadero ya que para su propulsión utiliza la tracción humana. Hoy por hoy se apuesta mundialmente hacia este medio de transporte pues no sólo es no contaminante, sino que también es eficaz, rápido, económico, saludable y respetuoso con la naturaleza. La asociación médica británica advierte que el sedentarismo es incluso 20 veces más riesgoso que montar en bicicleta, y que los ciudadanos que van al trabajo en bicicleta se ausentan un 15% menos por motivos de enfermedad en comparación con aquellos que van en vehículo privado. (European Cyclists Federation, 2016)

Los beneficios al ambiente de transportarse en bicicleta se reflejan directamente en la cantidad de emisiones de carbono por cada kilómetro recorrido, una bicicleta emite tan sólo 21- 22 gramos de CO<sub>2</sub> por cada kilómetro recorrido, mientras que un vehículo emite alrededor

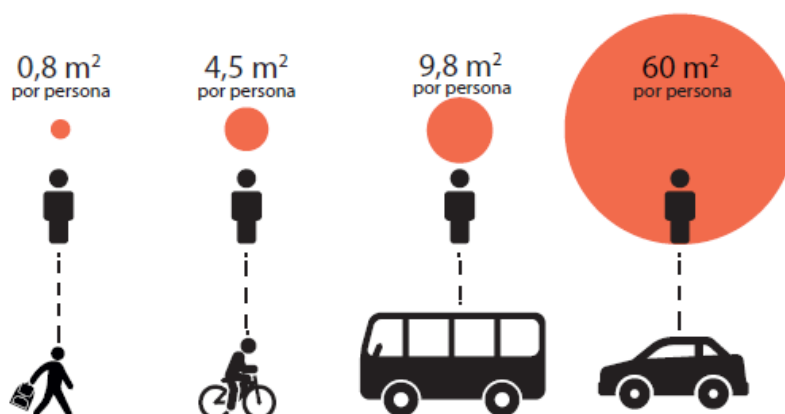
de 271 gramos por la misma distancia recorrida (Ver Figura 74). Es decir que un ciudadano que recorre en coche 10.000 km al año emite 2.710 kg de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, mientras que uno que lo haría en bicicleta solo emitiría 210 kg de CO<sub>2</sub>. (European Cyclists Federation, 2016)



**Figura 74.** Emisiones de carbono por kilómetro recorrido.

Fuente: (European Cyclists Federation, 2016)

Según la Guía de diseño y evaluación de ciclo vías en Costa Rica, el impulsar el uso de la bicicleta como medio de transporte permite una movilidad más rápida; y ayuda a reducir los embotellamientos causados por el uso de transporte privado ya que este demanda un mayor espacio por metro cuadrado per cápita (Ver Figura 75)



**Figura 75.** Espacio por metro cuadrado demandado por cada medio de transporte.

Fuente: Guía de diseño y evaluación de ciclovías en Costa Rica.

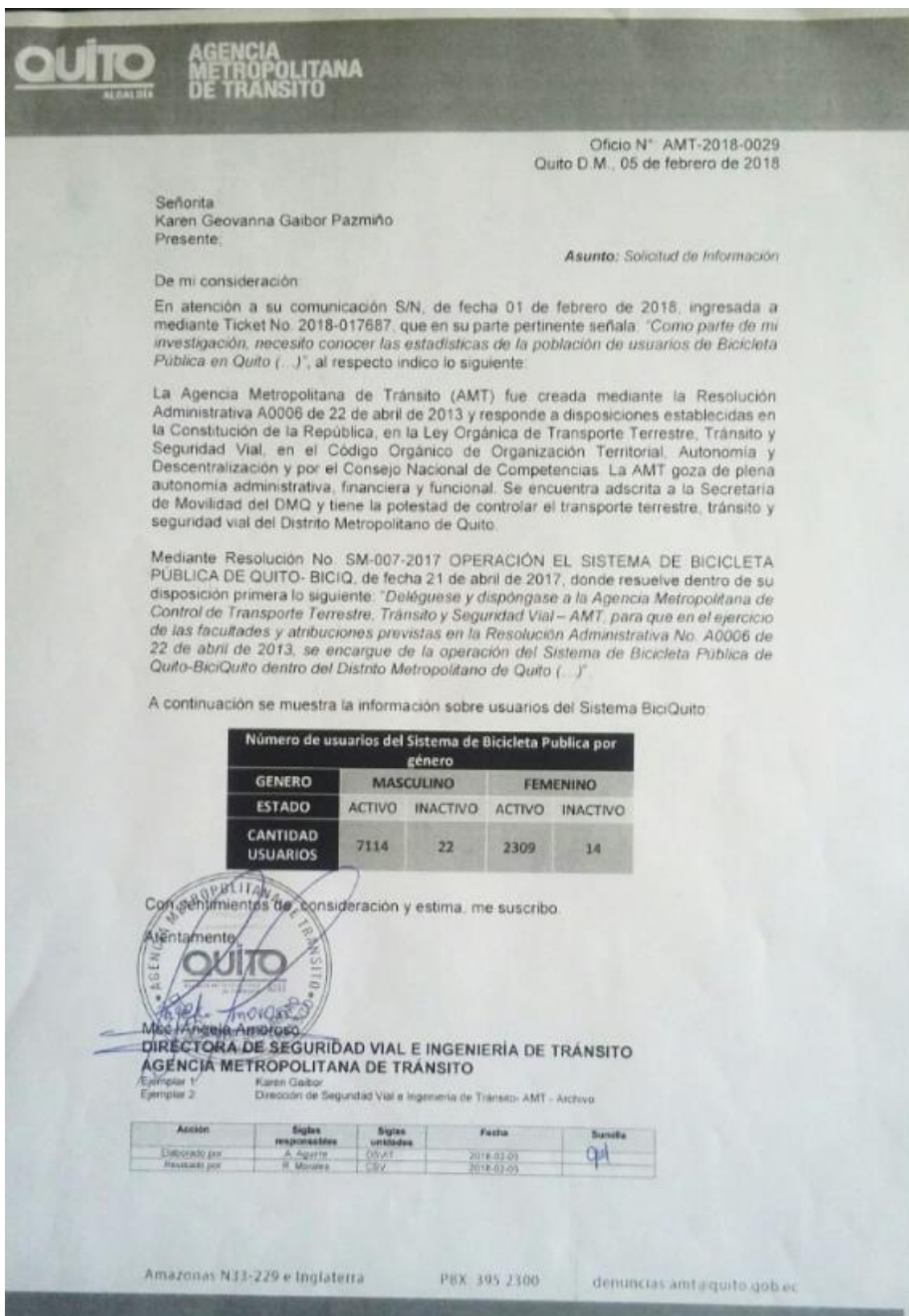
Para promover el uso seguro de la bicicleta hay que considerar que este medio de transporte es inestable debido a motivos externos como: vientos, turbulencias por transportes contiguos, etc.; no tiene una zona de protección de golpes, es decir, el usuario queda expuesto de forma continua y finalmente, la bicicleta tiene muy poca amortiguación ante baches u hoyos en la superficie de rodadura. Por estos motivos, la seguridad que se le brinde al usuario es primordial para hacer de la bicicleta un medio de transporte atractivo. (Acuña Leiva, Hernández Vega, Jiménez Romero, Zamora Rojas, & Loría Salazar, 2016)

Finalmente, se debe tomar en cuenta que la reducción de espacio que representa transportarse en bicicleta no solo se considera en las vías sino también en los estacionamientos, pues en el espacio donde se puede parquear un automóvil caben 10 bicicletas estacionadas. (European Cyclists Federation, 2016)

### **6.1 Población y muestra**

La población está definida como un grupo de datos en los cuales todos los miembros, constan de todas las contemplaciones posibles, (o hipotéticamente posibles) de un fenómeno determinado, una muestra es un conjunto de datos más pequeño que la población, donde sólo consiste de una fracción de estas contemplaciones. (Freund & Simon, 1994)

Para determinar la cantidad de personas usuarias del sistema BiciQuito, lo que en adelante se conocerá como la población, se ha solicitado la información pertinente a la Agencia Metropolitana de Tránsito, donde mediante el oficio N°: AMT-2018-0029 se dio respuesta al mismo. (Ver Figura 76). Las características de la población se detallan a continuación en la Tabla 19 y se explican gráficamente desde la Figura 77 hasta la Figura 79.

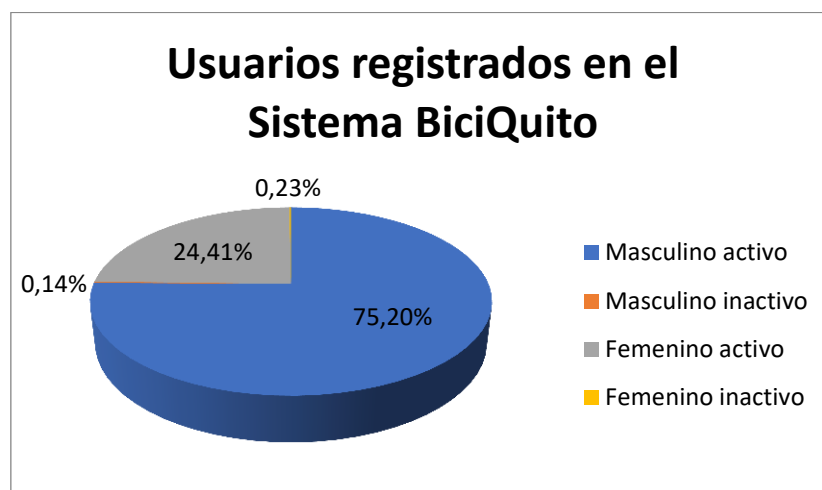
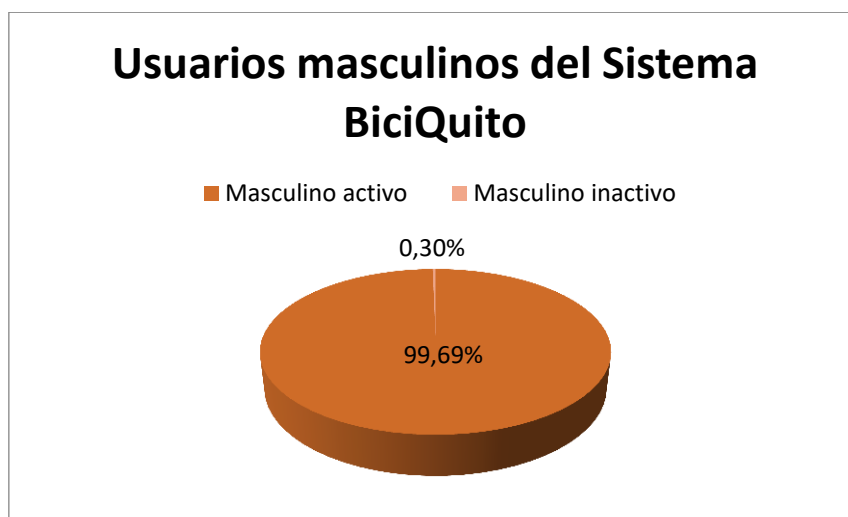


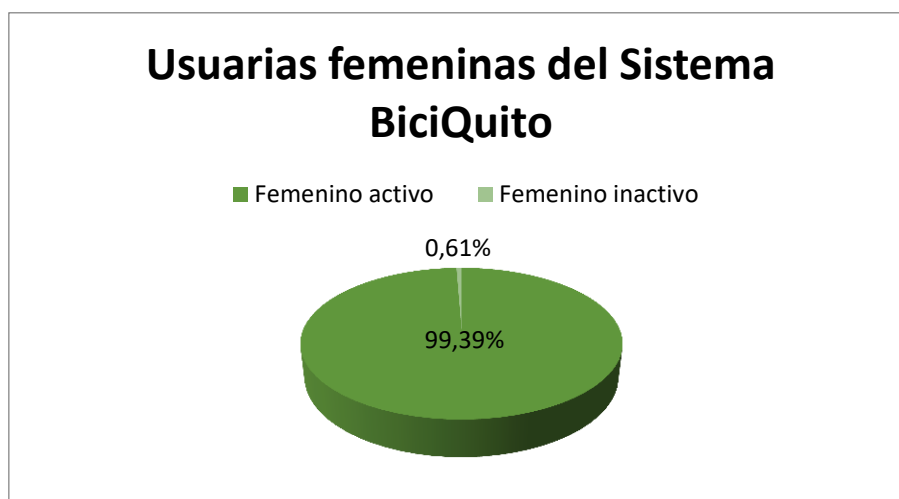
**Figura 76.** Respuesta de la AMT, cantidad de usuarios del Sistema BiciQuito.  
Fuente: Solicitud personal de información a la AMT

**Tabla 19.***Número de usuarios del Sistema de Bicicleta Pública por género*

Género	Masculino		Femenino	
Estado	Activo	Inactivo	Activo	Inactivo
Cantidad de usuarios	7114	22	2309	14

Fuente: Agencia Metropolitana de Tránsito

**Figura 77.** Usuarios registrados en el Sistema BiciQuito.**Figura 78.** Usuarios masculinos registrados en el Sistema BiciQuito.



**Figura 79.** Usuaris femeninas registradas en el Sistema BiciQuito.

En entrevista con el Sr. Roberto Morales, encargado del programa BiciQuito por la AMT, se manifestó que uno de los problemas que han afectado el servicio del Sistema BiciQuito es su cambio de administración constante. En el año 2012 se implementó el Sistema BiciQ, inaugurado con Carlos Páez como Director de la Secretaria de la Movilidad con 425 bicicletas manuales; para ello se contrató a la empresa Consorcio Construbicis-Linkearnet que terminó su contrato en enero del 2015, pasó luego a la Corporación de Capacitación para la Productividad (CCP), esta Corporación invirtió en la compra de bicicletas manuales llegando a contar con 1070 unidades. El primer trimestre del 2016 el municipio revocó esta concesión y el servicio pasó a manos de la Secretaria de Movilidad, en este punto sólo se tuvo de vuelta 584 bicicletas manuales, lo cual implica que el 45% fueron extraviadas. Así mismo, el municipio invirtió en 300 bicicletas eléctricas. En el primer trimestre del 2017 el servicio ahora llamado BiciQuito pasó a manos de la Agencia Metropolitana de Tránsito y el número de bicicletas disponibles en la actualidad se detalla a continuación en la Tabla 20.

**Tabla 20.***Número y tipo de bicicletas que conforman la flota de BiciQuito*

Bicicletas manuales			Bicicletas eléctricas		
Activas	En mantenimiento	Total	Activas	En mantenimiento	Total
248	71	319	216	80	296

Fuente: Agencia Metropolitana de Tránsito

Nuestra población será el total de personas activas que recurren a este sistema de transporte.

$$Población = 7114 + 2309 = 9423$$

Para el cálculo de la muestra, una vez que se conoce la población, se aplicará la siguiente fórmula. (Murray, 2010)

$$n = \frac{N * \sigma^2 * Z^2}{(N - 1) * e^2 + \sigma^2 * Z^2}$$

Dónde:

$n$ = Tamaño de la muestra que vamos a hallar

$\sigma$ = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0.5

$Z$ = Nivel de confianza deseado, es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1.96 (como más usual)

$e$ = Nivel de error dispuesto a cometer

$N$ = Tamaño de la población

Para la definición del tamaño de la muestra, se utilizará un nivel de confianza del 95%; el intervalo de confianza representa el porcentaje de intervalos que incluirán el parámetro

característico de la población, en este caso el parámetro de la población es que sean usuarios corrientes del Sistema BiciQuito.

El nivel de error dispuesto a cometer será del 10%, es decir 0.1; debido a que el error de muestreo es la desviación de la muestra seleccionada, de las verdaderas características, rasgos, comportamientos, cualidades o figuras de toda la población. En este caso, la característica principal de la población es que sean usuarios activos y frecuentes del Sistema BiciQuito, y al renovar el carnet de usuario anualmente se entiende que dichas personas utilizan este sistema de forma regular, por lo cual una gran cantidad cumple con esta característica; además, las encuestas se realizan en las estaciones de préstamo de bicicletas, donde los usuarios se encuentran ejerciendo su derecho al préstamo de las mismas al ser usuarios activos.

La aplicación de la fórmula, con todos los valores antes señalados se realiza de la siguiente forma:

$$n = \frac{9423 * 0.5^2 * 1.96^2}{(9423 - 1) * 0.1^2 + (0.5^2 * 9423^2)} = 96$$

Por lo tanto, la muestra aleatoria para realizar la encuesta será de 96 encuestados usuarios del Sistema BiciQuito, el contenido de la encuesta se detalla a continuación en el apartado 7.3 del presente capítulo.

## **6.2 Encuestas a usuarios de BiciQuito**

La Ciclovía trazada en el DMQ, es utilizada de forma permanente tanto por usuarios particulares como por los usuarios del sistema de alquiler de bicicletas públicas BiciQuito, el trazado de éstas ciclo-rutas responde a dos conceptos estratégicos que son: conectividad y continuidad funcional. La conectividad se refiere a que una Ciclovía debe unir los puntos de atracción de viajes dentro de una ciudad, tales como parques industriales, centros educativos,



centros de trabajo, entre otros; y la conectividad funcional indica que el trazado óptimo de una Ciclovía es mediante una de tipo “troncal y alimentador” que atraviese a la ciudad en toda su extensión, y otras de tipo “local” que permitan conexiones menores dentro de la ciudad. (Gleave, 2013)

Para realizar el diseño de una encuesta se deben seguir 9 pasos que garantizan la efectividad de la mismas, estos son: redefiniciones fundamentales, revisión enfocada de la literatura, identificación del dominio de las variables a medir y sus indicadores, prueba piloto, construcción del instrumento, toma de decisiones clave, elaboración de la versión final del instrumento o sistema y su procedimiento de aplicación, entrenamiento del personal que va a administrar el instrumento y calificarlo, y obtener autorizaciones para aplicarlo. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010)

La encuesta a aplicarse a los usuarios de BiciQuito se realizarán en puntos estratégicos “estaciones de BiciQuito” (Ver Figura 80), puesto que es ahí donde los usuarios están detenidos solicitando el préstamo de una bicicleta o a su vez devolviéndolas, estas encuestas se realizan de forma aleatoria y a manera de entrevista personal.



**Figura 80.** Estaciones de la red BiciQuito.

La encuesta que se ha diseñado de forma que consta de 5 partes (Ver Figura 81): la primera son las preguntas obligatorias para ubicar al encuestado (género, edad), la segunda parte elaborada mediante preguntas cerradas busca conocer los datos generales del viaje, la tercera y cuarta parte mediante preguntas cerradas buscan conocer la percepción del estado físico de esta vía y de la seguridad de la Ciclovía respectivamente; Finalmente la quinta parte está diseñada mediante preguntas abiertas pues buscan conocer las demandas y propuestas de los usuarios para mejorar día a día este servicio y así captar más usuarios.

Encuestas a usuarios del sistema BiciQuito

Estación dónde se realizó la encuesta  Fecha

**Preguntas obligatorias**

Género del encuestado:  Masculino  Femenino

Edad del encuestado:  Menor a 25 años  Entre 26 y 40 años  Mayor a 41 años

**Datos generales de viaje**

**1.- Motivación para su uso:**

Comodidad

Rapidez (evitar congestión)

Cercanía (poco trayecto de viaje)

Ambiental (evitar contaminación)

Económico (servicio gratuito)

Salud (ejercicio)

**2.- Origen-Destino**

Origen

Destino

**3.- Regularidad del uso**

Más de 5 veces por semana

Entre 2- 4 veces por semana

1 vez por semana

Percepción del encuestado del estado físico de la ciclovia				
Parámetro	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo
La ciclovia está marcada claramente?				
La señalización es clara en la ciclovia?				
La ciclovia tiene buena conectividad?				
La ciclovia se encuentra sin baches y hoyos?				

Percepción del encuestado de la seguridad de la ciclovia				
Parámetro	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo
Hay facilidades para el usuario en las intersecciones?				
El ancho de la ciclovia es el adecuado?				
La bicicletas se encuentran en buen estado?				
Se siente físicamente protegido de los vehículos?				

**Demandas y propuestas para hacer más atractivo este servicio**

¿Qué cree usted que se debe mejorar en el servicio?

.....

¿Qué cree usted que se debe implementar en el servicio?

.....



¿Qué cree usted que se debe eliminar en el servicio?

.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

**Figura 81.** Diseño de la encuesta a aplicarse en los usuarios de BiciQuito.

Así mismo, se hace referencia a la investigación realizada por el Ing, Juan Fernando Mesías Quinteros, quien en el año 2015 realizó el trabajo de titulación llamado “Análisis de la implantación de las ciclovias y el Sistema BiciQ, en la movilidad de Quito”; dicha investigación se basa en una encuesta realizada a los usuarios de BiciQ (Ver Figura 82). La misma encuesta se aplicará ahora con el fin de darle continuidad a la investigación y realizar una comparación entre los resultados obtenidos en el 2015 con los resultados que se obtienen ahora, así como también una comparación con los resultados obtenidos con el modelo de encuesta planteado en la Figura 81.

 Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE Investigación previo requisito para obtención del Título de Ingeniera Civil Encuesta para conocer el nivel de satisfacción de los usuarios del Sistema BiciQuito Objetivo: Conocer el nivel de satisfacción de los usuarios del Sistema BiciQuito, sus demandas y propuestas mediante este instrumento de evaluación, para plantear propuestas que mejoren el servicio			
Datos iniciales			
Nombre del encuestador.....		Fecha.....	
Lugar de la encuesta:.....		Hora:.....	
Sexo:		Edad:	
Masculino		años	
Femenino			
<b>1. ¿Cuál es el propósito de su viaje en la Ciclovía?</b> (Respuesta única)		<b>2. ¿Usted combina este recorrido de la Ciclovía con otro medio de transporte?</b>	
Trabajo		SI	
Educación		NO	
Recreación			
mandados/Negocios		<b>a. Si es SÍ, ¿Con qué otro modod de transporte?</b>	
Compras		Trolebús/Metrobús/Ecovía	
Otros		Convencional/Alimentador	
		Taxi	
		Otros	
<b>3. ¿Usted dispone de bicicleta propia?</b>		<b>4. ¿Si su respuesta es Sí, ¿Qué motiva el uso de BiciQuito?</b>	
SI		.....	
NO		.....	
<b>5. ¿Qué medio de transporte utilizaría de no existir BiciQuito?</b>		<b>6. ¿Usted dispone de su propio auto o motocicleta?</b>	
Trolebús/Metrobús/Ecovía		NO	
Convencional/Alimentador		SI	
Taxi		Auto	
Auto privado		Bicicleta	
Motocicleta			
A pie		<b>7. ¿El sistema BiciQuito, cuenta con suficientes estaciones?</b>	
No realiza recorrido		SI	
Otro		NO	
		<b>8. Sugiera estación en sitio específico</b>	
		.....	
<b>9. ¿ Con qué frecuencia usted viaja en BiciQuito?</b>		<b>10. ¿Cuáles son las principales razones por las que utiliza la ciclovía?</b> (puede escoger más de tres opciones)	
Diariamente (5 días a la semana)		Conveniencia/practicidad	
uentemente (2-4 días por semana)		Velocidad	
egularmente (1 día a la semana)		Economía	
Ocasionalmente		En una buena manera de ejercitarse	
		Es respetuoso con el ambiente	
		Para evitar robo de bicicleta propia	
		más placentero que usar el T. Público	
		Otras razones	
<b>11. ¿Usted está conforme o se siente seguro con el trazado de la Ciclovía?</b>		<b>12. En su opinión que le añadiría a la Ciclovía para sentirse seguro?</b>	
SI		<b>Una sola opción</b>	
NO		Postes delimitadores	
		Bordillo	
		Hitos de concreto	

CONTINÚA

<b>13. adicional a las protecciones. ¿Le gustaría que entreguen casco y chaleco?</b>			
SI			
NO			
<b>14. ¿Qué importancia usted piensa que tienen los siguientes aspectos para obstaculizar el sistema BiciQuito?</b>			
	Muy importar	Algo importa	No importante
Peligro de tráfico			
Falta de ciclovías			
Falta de cultura			
Distancias largas			
Pendientes empinadas			
Clima infortunado			
Mucho ejercicio físico			
Falta de cobertura BiciQuito			
Poco tiempo de viaje (45 min)			
Tiempo de servicio de 7 a 19 h			
Dificultad de registrarse			
Bajo mantenimiento en bicicleta			
<b>15. ¿Es fácil y rápido inscribirse en el servicio BiciQuito?</b>		<b>16. En las estaciones, ¿es rápida la entrega de bicicletas?</b>	
SI		SI	
NO		NO	
<b>17. A su juicio ¿Cómo califica el estado de las bicicletas?</b>		<b>18. ¿Cómo calificaría usted la atención de las personas en las estaciones?</b>	
Muy satisfactorio		Muy amable	
Satisfactorio		Amable	
Poco satisfactorio		Poco amable	
GRACIAS POR SU COLABORACIÓN			

**Figura 82.** Modelo de encuesta realizado por el Ing. Mesías en el año 2015.

Fuente: (Mesías Quinteros, Análisis de la implantación de las ciclovías y el Sistema BiciQ, en la movilidad de Quito, 2015)

### 6.3 Validez y confiabilidad

Todo instrumento de investigación debe agrupar tres requerimientos elementales: confiabilidad, validez y objetividad. La confiabilidad se refiere al nivel en que la aplicación repetitiva de un mismo instrumento a un objeto produce resultados similares; así mismo la validez se refiere al grado en que un instrumento mide la variable que realmente se quiere medir, y la objetividad se refiere a la neutralidad que debe existir al momento de aplicar un instrumento de investigación para que este tenga especificidad, neutralidad, independencia, imparcialidad e impersonalidad y sus resultados no se vean influenciados por sesgos o preferencias del diseñador del instrumento. (Tristán López & Pedraza Corpus, 2017)

### 6.3.1 Medida de estabilidad

La confiabilidad varía conforme al número de ítems del que consta un instrumento, puede ser medida mediante varios procedimientos como: medida de estabilidad, método de formas alternativas o paralelas, método de mitades partidas y medidas de consistencia interna; todos estos procedimientos arrojan como resultado un coeficiente de confiabilidad, mismo que varía entre 0 y 1 siendo 0 “nula confiabilidad” y 1 “máximo de confiabilidad”. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010).


La medida de estabilidad, también conocida como “test-retest” consiste en aplicar el mismo instrumento de medida al mismo grupo de encuestados después de un cierto período de tiempo y comprobar que sus respuestas no varían demasiado entre ellas. Se aplicaron dos encuestas piloto en 2 fechas distintas con 10 días de intervalo entre ellas a los usuarios al momento de alquilar su bicicleta (Ver Figura 83), de estos dos grupos de encuestas se han obtenido los datos que se reflejan a continuación en la Tabla 21 y Tabla 22 respectivamente.



**Figura 83.** Aplicación de encuestas a usuarios BiciQuito.  
Fuente: Trabajo de Campo

**Tabla 21.***Datos obtenidos de encuestas realizadas el 19/03/2018 en estación "Santa Teresita"*

Género del encuestado	Masculino	Edad del encuestado	Menor de 25 años 40%
	100%		Entre 26 y 40 años 40%
	Femenino		Mayor a 41 años 20%
	0%		
Datos generales del viaje			
Motivación para su uso	Comodidad 10%	Regularidad del uso	Más de 5 veces por semana 60%
	Rapidez 50%		Entre 2-4 veces por semana 40%
	Cercanía 20%		1 vez por semana 0%
	Ambiental 0%		
	Económico 10%		
	Salud 10%		
Percepción del encuestado del estado físico de la Ciclovía			
Pregunta 1	Muy bueno 40%	Pregunta 2	Muy bueno 40%
	Bueno 60%		Bueno 60%
	Regular 0%		Regular 0%
	Malo 0%		Malo 0%
Pregunta 3	Muy bueno 40%	Pregunta 4	Muy bueno 60%
	Bueno 40%		Bueno 40%
	Regular 20%		Regular 0%
	Malo 0%		Malo 0%
Percepción del encuestado de la seguridad de la Ciclovía			
Pregunta 1 a 1	Muy bueno 0%	Pregunta 2 a 2	Muy bueno 40%
	Bueno 40%		Bueno 40%
	Regular 40%		Regular 20%


CONTINÚA 

	Malo 20%		Malo 0%
Pregunta 3	Muy bueno 0%	Pregunta 4	Muy bueno 0%
	Bueno 60%		Bueno 40%
	Regular 40%		Regular 60%
	Malo 0%		Malo 0%
Demandas y propuestas para hacer más atractivo este servicio			
Mejorar	Atención del personal 40%	Implementar	Nuevas rutas y estaciones 20%
	Mantenimiento a bicicletas 40%		Nuevas bicicletas 40%
	Seguridad al ciclista 20%		Eliminar condiciones físicas para dar seguridad 40%
			Nada 40%
			Restricción en el tiempo de préstamo 40%
			Bicicletas viejas 20%

**Tabla 22.**

*Datos obtenidos de encuestas realizadas el 28/03/2018 en estación "Las Cámaras"*

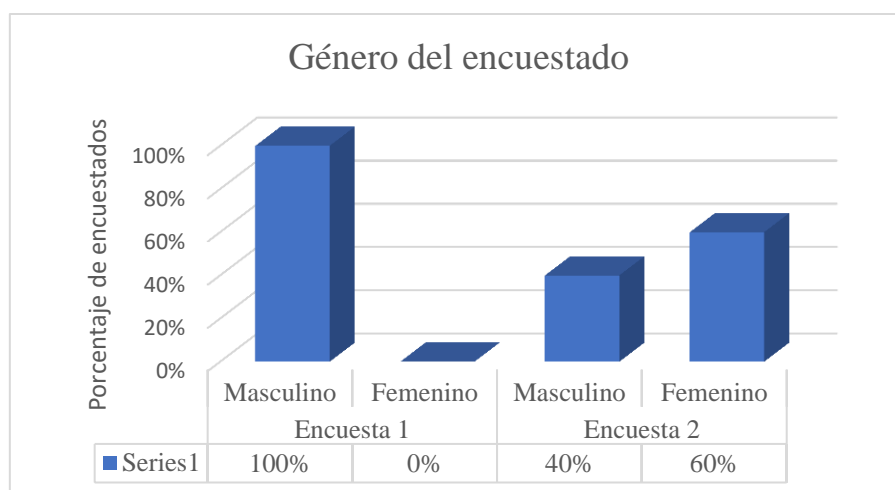
del encuestado	Género Masculino 40%	Edad del encuestado	Menor de 25 años 80%
	Femenino 60%		Entre 26 y 40 años 20%
			Mayor a 41 años 0%
Datos generales del viaje			
Motivación para su uso	Comodidad 9%	Regularidad del uso	Más de 5 veces por semana 60%
	Rapidez 27%		Entre 2-4 veces por semana 20%
	Cercanía 9%		1 vez por semana 20%
	Ambiental 37%		
	Económico 9%		
	Salud 9%		

CONTINÚA 

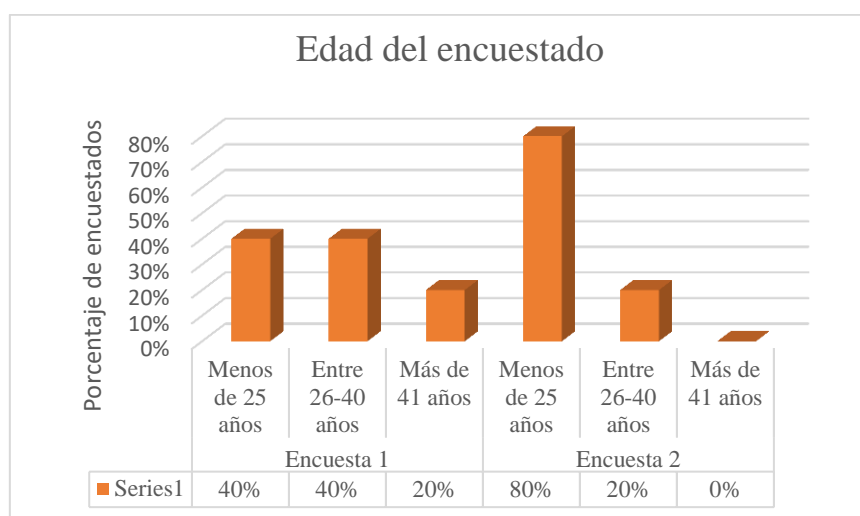


Percepción del encuestado del estado físico de la Ciclovía			
Pregunta 1	Muy bueno 40%	Pregunta 2	Muy bueno 20%
	Bueno 40%		Bueno 80%
	Regular 20%		Regular 0%
	Malo 0%		Malo 0%
Pregunta 3	Muy bueno 20%	Pregunta 4	Muy bueno 60%
	Bueno 60%		Bueno 40%
	Regular 20%		Regular 0%
	Malo 0%		Malo 0%
Percepción del encuestado de la seguridad de la Ciclovía			
Pregunta 1	Muy bueno 0%	Pregunta 2	Muy bueno 60%
	Bueno 20%		Bueno 40%
	Regular 80%		Regular 0%
	Malo 0%		Malo 0%
Pregunta 3	Muy bueno 0%	Pregunta 4	Muy bueno 20%
	Bueno 60%		Bueno 0%
	Regular 40%		Regular 80%
	Malo 0%		Malo 0%
Demandas y propuestas para hacer más atractivo este servicio			
Mejorar	Atención del personal 40%	Implementar	Nuevas rutas y estaciones 80%
	Mantenimiento a bicicletas 40%		Nuevas bicicletas 0%
	Seguridad al ciclista 20%		Condiciones físicas para dar seguridad 20%
			Eliminar
			Nada 20%
			Restricción en el tiempo de préstamo 20%
			Bicicletas viejas 60%

Para poder visualizar las variaciones entre los resultados de una y de otra fecha de encuestas se realizan gráficas estadísticas comparativas que se muestran a continuación desde la Figura 84 hasta la Figura 96 respectivamente.



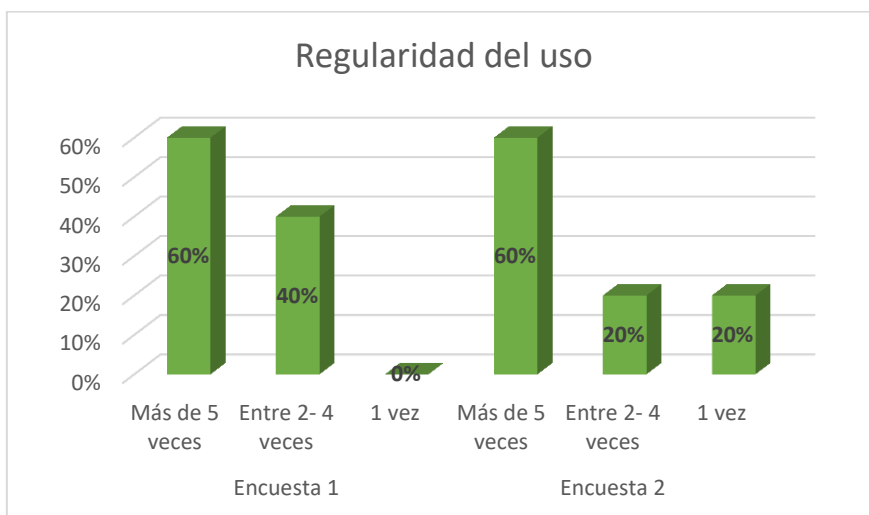
**Figura 84.** Variación del género del encuestado.



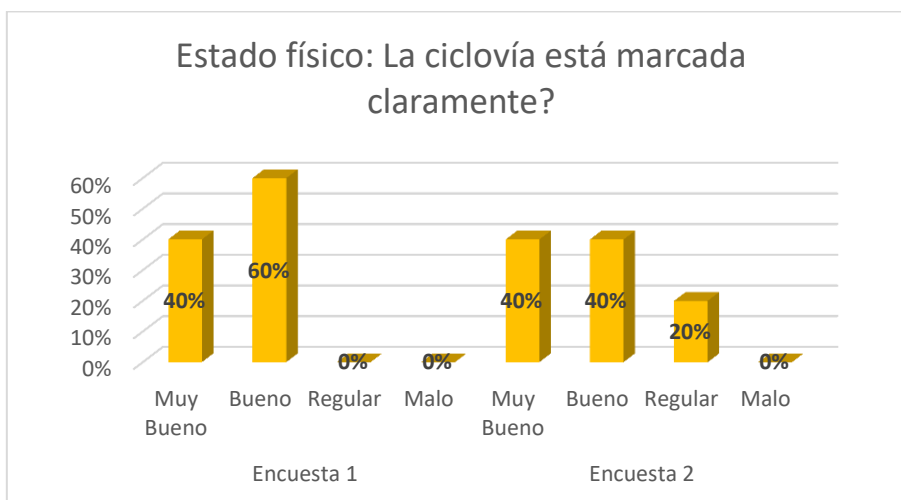
**Figura 85.** Variación de la edad del encuestado.



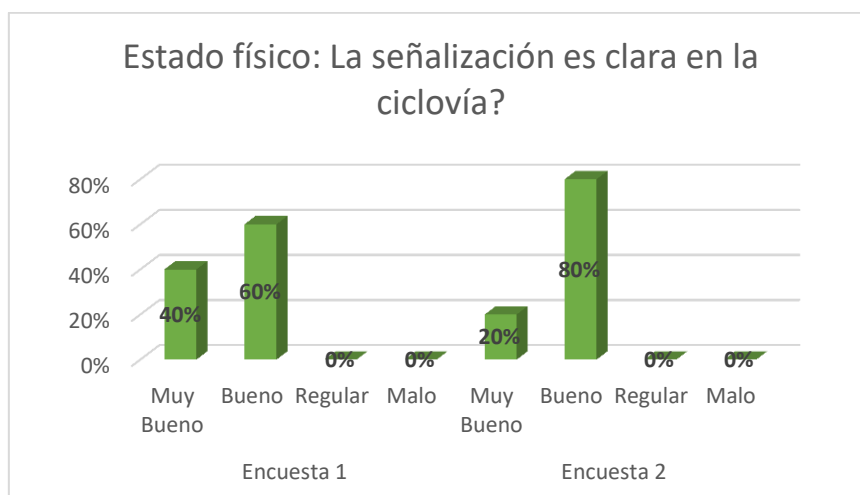
**Figura 86.** Variación de la motivación para su uso.



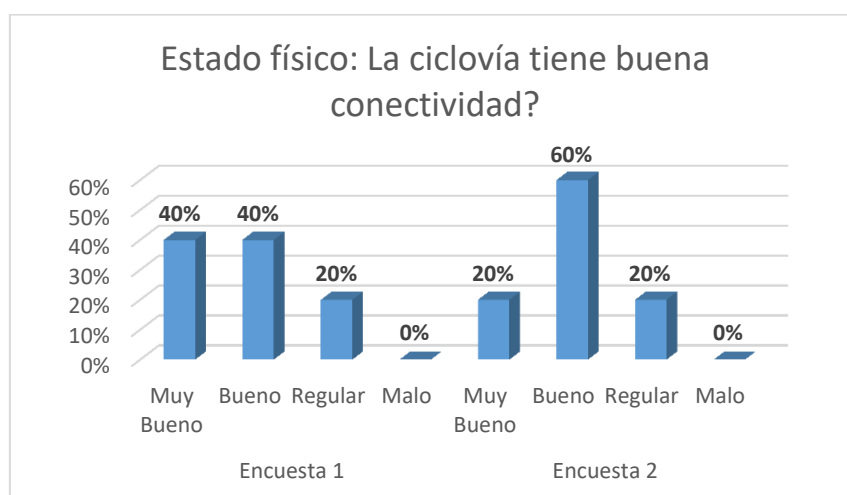
**Figura 87.** Variación de la regularidad del uso.



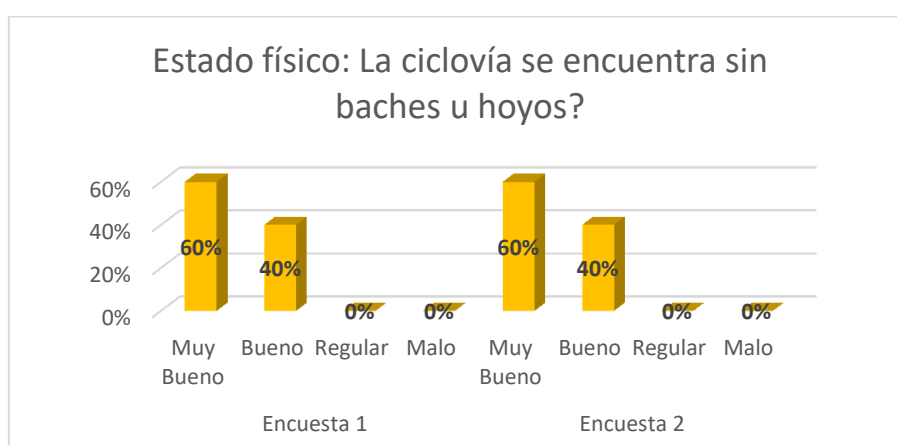
**Figura 88.** Variación en la Pregunta 1 sobre el estado físico de la Ciclovía.



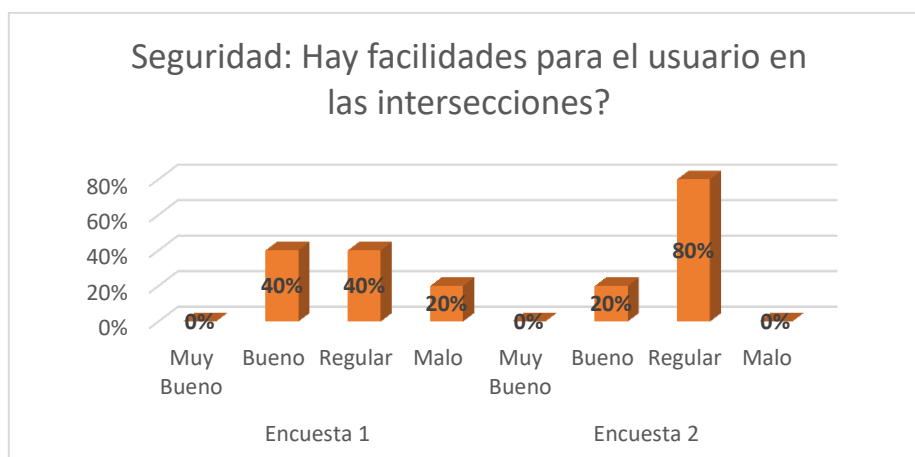
**Figura 89.** Variación en la Pregunta 2 sobre el estado físico de la Ciclovía.



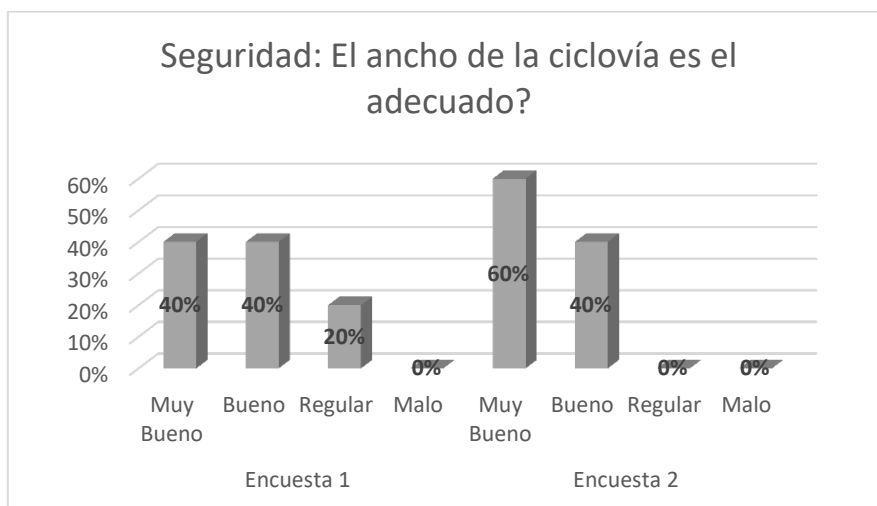
**Figura 90.** Variación en la Pregunta 3 sobre el estado físico de la Ciclovía.



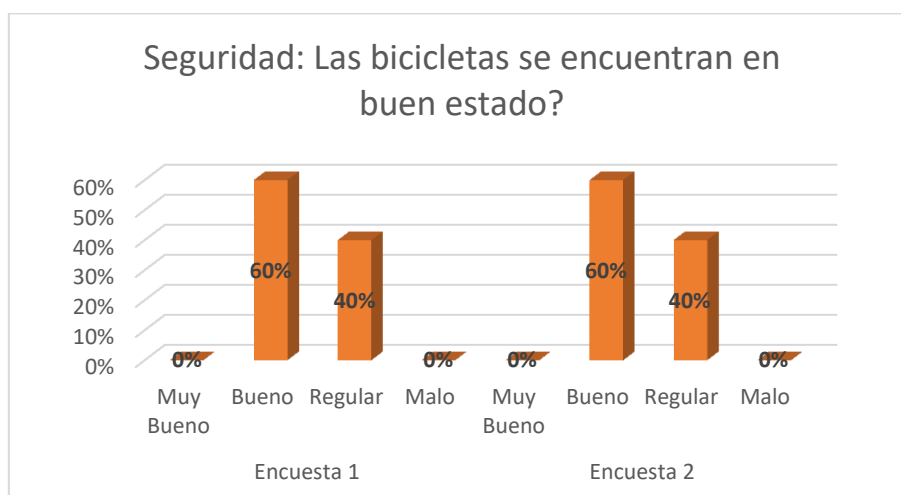
**Figura 91.** Variación en la Pregunta 4 sobre el estado físico de la Ciclovía.



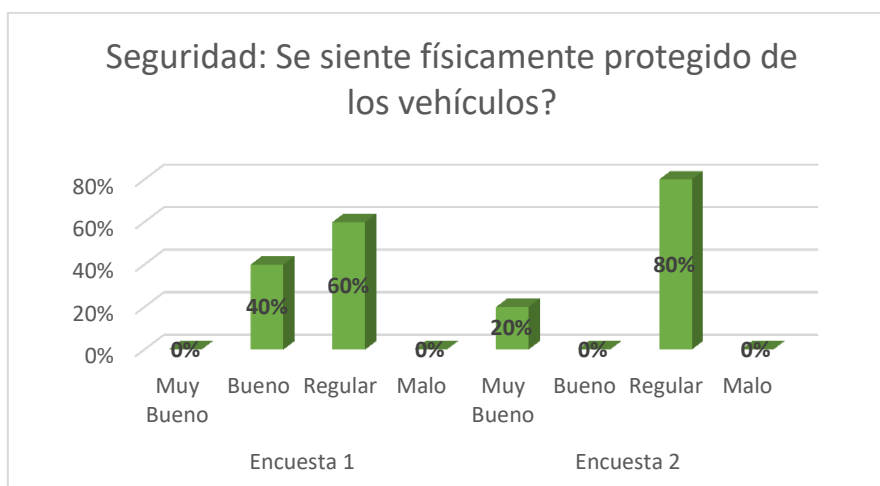
**Figura 92.** Variación en la Pregunta 1 sobre la seguridad de la Ciclovía.



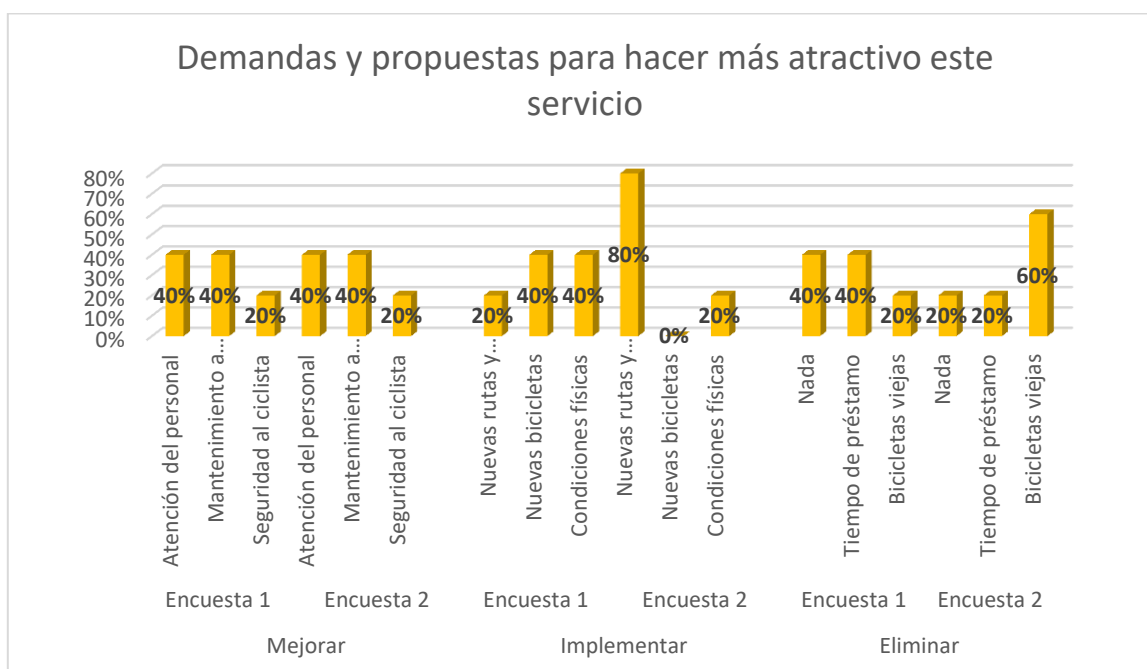
**Figura 93.** Variación en la Pregunta 2 sobre la seguridad de la Ciclovía.



**Figura 94.** Variación en la Pregunta 3 sobre la seguridad de la Ciclovía.



**Figura 95.** Variación en la Pregunta 4 sobre la seguridad de la Ciclovía.




**Figura 96.** Variación en las preguntas abiertas de demandas y propuestas para hacer más atractivo este servicio.

Como se pueden observar en las gráficas anteriores, la variación de las respuestas entre una fecha de encuesta y la siguiente no es demasiado grande; por lo tanto, se llega a la conclusión de que el diseño de la encuesta cumple con los parámetros de confiabilidad ya que los resultados son coherentes con la realidad del usuario y reflejan respuestas cercanas y confiables con las cuales se puede realizar posteriormente una propuesta.

### 6.3.2 Validez de contenido

Para comprobar la validez de contenido es necesario elaborar un universo de reactivos y luego seleccionarlos exhaustivamente para evaluar la variable que se desea. Para poder orientar la metodología de las encuestas es necesario conocer el estado del arte en este tema en el Ecuador; tal es así, que en el año 2015 se elaboró una tesis de maestría titulada “Guía para evaluar el impacto del uso de ciclo rutas en el Ecuador” donde se presenta un cuestionario de 35 preguntas para evaluar las ciclovías permanentes (Ver Figura 97). (Duque Torres, 2015)

1. Comodidad		2. Seguridad	
1	La Ciclovía a evaluar se ubica en una vía:	(1) Primaria (2) Secundaria (3) No está en una vía (trazo independiente)	
2	Cuántos carriles con tránsito motorizado existen en la vía:	(1) Más de tres (2) Entre dos y tres (3) No más de dos carriles	
3	Que velocidad promedio tiene el tránsito motorizado al lado de la Ciclovía	(1) Más de 70 km/h (2) Entre 50 y 30 km/h (3) Menos de 30 km/h	
4	Volumen del tránsito vehicular motorizado adyacente a la Ciclovía	(1) Alto (2) Medio (3) Bajo	
5	Ancho efectivo de circulación	(1) Menos de 1.5 metros (2) Entre 1.5 y 2.5 metros (3) Más de 3 metros	
6	Distancia de separación al tránsito de vehículos motorizados	(1) Menos de 0.85 metros (2) Entre 0.85 y 1.5 metros (3) Más de 1.5 metros	
7	Tipo de preferencia de circulación	(1) Vía sin confinamiento, con marcas en el pavimento (2) Vía confinada, pero compartida con otros vehículos/usuarios (3) Vía confinada, exclusiva para la circulación en bicicleta	
8	¿Existen rutas de transporte público cuyas paradas interfieran con la circulación en la Ciclovía?	(1) Sí (3) No	
9	¿Es común que peatones invadan la Ciclovía?	(1) Sí (3) No	
10	¿Existen marcas en el pavimento que indiquen la preferencia o exclusividad de circulación de ciclistas?	(1) No (2) Sí, en algunos tramos (3) Sí, de forma continua a lo largo de la Ciclovía	
11	¿Existe señalamiento vertical que indiquen la preferencia o exclusividad de circulación de ciclistas?	(1) No (2) Sí, en algunos tramos (3) Sí, de forma continua a lo largo de la Ciclovía	
12	¿Existen áreas de espera para ciclistas en las intersecciones?	(1) En menos del 30% de las intersecciones semaforizadas (2) Entre el 30 y 70% de las intersecciones semaforizadas (3) Más del 70% de las intersecciones semaforizadas	
13	¿Los conductores de vehículos motorizados ceden el paso a ciclistas en intersecciones/vuelitas derechas?	(1) Ninguno (2) Algunos (3) La mayoría	
14	¿Los conductores de vehículos motorizados respetan el límite de velocidad?	(1) Ninguno (2) Algunos (3) La mayoría	

CONTINÚA 

## 3. Calidad

15	¿La superficie de rodadura de la Ciclovía es plana/lisa?	(1) En menos del 30% del trayecto (2) Entre 30 y 70% del trayecto (3) En más del 70% del trayecto	
16	¿Existen baches o materiales dispersos en la superficie de rodadura de la Ciclovía?	(1) En más del 50% del trayecto (2) Entre el 50% y el 20% del trayecto (3) En menos del 20% del trayecto	
17	¿El señalamiento horizontal se distingue fácilmente?	(1) Casi no es visible por el desgaste. (2) Está marcado pero no es visible por las noches o con lluvia (3) Está marcado y es visible por las noches y con lluvia	
18	¿Existe vegetación que invade la superficie de la Ciclovía o que obstruya el señalamiento vertical?	(1) Sí (3) No	
19	¿La infraestructura de la Ciclovía tiene canales de acumulación/canalización de agua?	(1) No (2) Sí, en algunos tramos (3) Sí, de forma continua a lo largo de la Ciclovía	

## 4. Utilidad

20	¿La Ciclovía mantiene la misma sección a lo largo del trayecto?	(1) Más de tres secciones (2) Presenta entre uno y tres cambios de sección (3) Sí	
21	¿Existen obstáculos en la vía ciclista, como carros mal estacionados, puestos ambulantes o algún otro?	(1) Sí, de forma continua a lo largo de la Ciclovía (2) Sí, en algunos tramos (3) No	
22	¿Existen entradas a estacionamientos públicos o privados a lo largo de la Ciclovía?	(1) Muchas (Más de 5 por cada 200 metros) (2) Algunas (Entre 1 y 5 por cada 200 metros) (3) Pocas o nulas (1 por cada 200 metros)	
23	¿La Ciclovía tiene conexiones con otras Ciclovías?	(1) No (2) Sí, con menos de 3 (3) Sí, con más de 3	
24	¿El trazo de la Ciclovía pasa por lugares de atracción de viajes como escuelas, hospitales, centros comerciales, oficinas?	(1) No (2) Sí, en algunos tramos (3) Sí, de forma continua a lo largo de la Ciclovía	
25	¿El trazo de la Ciclovía pasa por estaciones de transporte público o rutas que permitan viajar con bicicleta que tengan estacionamiento de bicicletas?	(1) No (2) Sí, menos de 3 (3) Sí, más de 3	
26	¿Existe señalamiento de destinos y distancias a lo largo de la Ciclovía?	(1) No (2) Sí, en algunos tramos (3) Sí, de forma continua a lo largo de la Ciclovía	
27	¿Existen mapas disponibles a lo largo de la Ciclovía?	(1) No (2) Sí, en algunos tramos (3) Sí, de forma continua a lo largo de la vía ciclista	

## 5. Atractivo

28	¿Las zonas por las que pasa la Ciclovía son zonas de valor histórico/artístico o presentan elementos arquitectónicos interesantes?	(1) No (2) Sí, en algunos tramos (3) Sí, de forma continua a lo largo de la Ciclovía	
29	¿Existe vegetación o paisajes a lo largo de la Ciclovía que haga agradable el trayecto?	(1) No (2) Sí, en algunos tramos (3) Sí, de forma continua a lo largo de la Ciclovía	
30	¿Existe acumulación de basura sobre la Ciclovía o el entorno?	(1) Sí, de forma continua a lo largo de la vía ciclista (2) Sí, en algunos tramos (3) No	
31	¿Existen tramos de la Ciclovía en la que cruce zonas de altos índices delictivos?	(1) Sí, de forma continua a lo largo de la Ciclovía (2) Sí, en algunos tramos (3) No	
32	¿La Ciclovía se encuentra iluminada?	(1) No (2) Sí, en algunos tramos (3) Sí, de forma continua a lo largo de la Ciclovía	
33	¿Existen estacionamientos de bicicletas a lo largo de la Ciclovía?	(1) No (2) Sí, en algunos tramos (3) Sí, de forma continua a lo largo de la Ciclovía	
34	¿Existen bancas en las que se pueda parar y descansar a lo largo de la Ciclovía?	(1) No (2) Sí, en algunos tramos (3) Sí, de forma continua a lo largo de la Ciclovía	
35	¿Existen servicios de reparación de bicicleta/tiendas a lo largo de la Ciclovía?	(1) No (3) Sí	

Figura 97. Banco de preguntas para evaluar las ciclo rutas en el Ecuador.

Fuente: (Duque Torres, 2015)



Como otro punto de partida para la elaboración de las encuestas se ha tomado en consideración la Guía de diseño y evaluación de ciclovías de Costa Rica donde se presenta un listado para evaluar la seguridad de estas, mediante una lista de chequeo (Ver Figura 98) donde se analizan las variables que involucran varios aspectos de la Ciclovía. (Acuña Leiva, Hernández Vega, Jiménez Romero, Zamora Rojas, & Loría Salazar, 2016)

Aspecto	Si	No	Observaciones
¿Las intersecciones estan demarcadas con el paso de los ciclistas?			
¿Los ciclistas tienen la prioridad de acuerdo al eje que contiene a la ciclovia?			
¿Existen medidas para reducir la velocidad de los automotores en las intersecciones?			
¿Hay señales que informen el paso de constante de ciclistas?			
¿Existen bolardos antes y despues de las intersecciones?			
¿Hay bolardos parcialmente dañados o destruidos totalmente?			
¿Los bolardos son distinguibles facilmente por los ciclistas?			
Si la via para bicicletas es segregada, ¿existe un separador fisico entre vehiculos motorizados y los ciclistas?			
¿La separación física se convierte en un obtáculo para los ciclistas?			
¿Hay elementos de la separación física parcialmente dañados o destruidos totalmente?			
Si la via para bicicletas es delimitada, ¿existe una separación demarcada entre vehiculos motorizados y los ciclistas?			
¿Existe demarcación indicado el sentido de circulación de los ciclistas en ciclovias bidireccionales?			
¿Las señales de Alto de la via de bicicletas se diferencian a los de la carretera?			
¿Las señales verticales son visibles?			
¿A lo largo de la ciclovia existen señales verticales indicando la prohibición de parqueo?			
¿A lo largo de la ciclovia existen señales verticales indicando la existencia de una via para bicicletas?			
¿Hay semaforos para ciclistas o peatonales a lo largo de la ciclovia?			
De existir semaforos, ¿estan demarcados los pasos de peatones y ciclistas por separado?			

**Figura 98.** Lista de chequeo para evaluar la seguridad vial de las ciclovías.  
Fuente: (Acuña Leiva, Hernández Vega, Jiménez Romero, Zamora Rojas, & Loría Salazar, 2016)

De todo este banco de preguntas presentados anteriormente se han elegido las evaluaciones respectivas para el diseño de la encuesta a los usuarios de BiciQuito, con lo cual se garantiza que corresponden a preguntas previamente elaboradas que permitirán analizar las variables

deseadas y son fiables para plantear propuestas que beneficien a hacer más atractivo este servicio y consecuentemente reducir las cantidades de contaminación del sector del transporte.

## **7. Técnicas de análisis de datos**

Las técnicas de análisis de datos buscan conocer respuesta a tres interrogantes que surgen en todo proceso de investigación que son: ¿Cuáles son las relaciones que pueden descubrirse entre las variables? ¿Qué confianza se puede tener en estas relaciones? Y por último ¿Con qué seguridad puede proyectarse la muestra sobre el conjunto de la población de la que ha sido sacada la muestra inicial?

En el capítulo siguiente, una vez que se hayan evaluado cada una de las propuestas de mitigación aplicadas en otros países con la realidad del DMQ se podrá establecer cuáles ya se han aplicado y cuáles se pueden aplicar, donde y cuáles son los recursos necesarios; para ello se realizará un análisis de escenarios, así también, se tabularán las encuestas a los usuarios del sistema BiciQuito que mediante el uso de visualización de datos nos dará gráficos estadísticos para conocer las demandas de los usuarios y poder solventar las mismas.

## **8. Técnicas de comprobación de hipótesis**

Aplicar estas técnicas consiste en traducir nuestros datos obtenidos de la investigación en valores a una variable conocida, así podremos verificar si la premisa con la que empezamos la investigación es real o no y en base a eso se puede realizar propuestas para lograr el objetivo planteado. Estas técnicas se dividen en: cuantitativas y cualitativas. En este caso se aplicará técnicas cualitativas ya que la investigación es descriptiva.

### **8.1 Comprobación cualitativa: concordancia y diferencia**

La concordancia se refiere al hecho de que, si dos o más casos de un mismo fenómeno que se está investigando comparten una sola circunstancia en común, dicha circunstancia es la causa o el efecto de los fenómenos antes estudiados. La diferencia se refiere al hecho de que si existe un caso que se presenta en el fenómeno estudiado y otro en que no se presenta., esa circunstancia que esta solo presente en el primero es una parte indispensable de la causa del fenómeno.

Al analizar estos dos escenarios se establece en el siguiente capítulo, las causas que han servido como base para aplicar medidas de mitigación al sector del transporte en otros países y los efectos que se han logrado con las mismas, se busca una concordancia con la situación de Quito y se establecen diferencias de la misma manera.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1. Análisis de los resultados


Para analizar todos los resultados que se han encontrado a lo largo de la investigación se dividirá esta sección en: lista de chequeo de las políticas implementadas alrededor del mundo y su contraste con la actual situación del DMQ, estadísticas anuales de las emisiones de CO2 del sector del transporte y tabulación de los resultados de las encuestas efectuados a los usuarios del sistema BiciQuito.

##### 1.1 Lista de chequeo de las políticas implementadas alrededor del mundo

Como se analizó anteriormente en el Capítulo 3, alrededor del mundo se han aplicado varias políticas de mitigación, para resumirlas se presenta a continuación la Tabla 23, cada una de estas medidas ya se las ejemplificó en el Capítulo 3, ahora corresponde la correlación y comparación con la actual situación del DMQ una a una.

**Tabla 23.**  
*Políticas de mitigación alrededor del mundo*

Campo de aplicación	Medidas aplicadas
Medidas en la gestión y demanda fiscal	Impuesto a la circulación y tarifas de congestión
	Costos de parqueo
	Incentivos a los vehículos con bajas emisiones
Medidas de cambio	Expandir e impulsar los servicios del transporte público

**CONTINÚA** 

comportamental	Mejorar las vías para ciclistas y peatones
	Coche compartido
Tecnologías limpias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero	Carros eléctricos, híbridos y otras tecnologías nuevas
	Biocombustibles y combustibles bajos en carbono
Medidas de adaptación	Planes para mejorar los drenajes
Medidas de mitigación en la infraestructura vial	Planeamiento del transporte
	Inclusión del manejo ambiental en la planificación de proyectos nuevos

De acuerdo con el análisis individual de cada política de mitigación encontrada y comparada con la ciudad de Quito se tiene:

### **Medidas en la gestión y demanda fiscal**

- **Impuesto a la circulación y tarifas de congestión**

En todo el territorio ecuatoriano los vehículos pagan ciertos impuestos anuales que son recaudados por el SRI y son cancelados al momento de la matrícula del vehículo, esta cubre los siguientes rubros: impuesto a la propiedad de vehículos motorizados (administrado por el SRI), impuesto ambiental a la contaminación vehicular (administrado por el SRI), tasa por matriculación de la ANT o la CTE, según corresponda, recargos por no matricular o por no realizar la revisión vehicular en el plazo establecido por las instituciones de tránsito, impuesto municipal al rodaje (si fuera el caso), tasa de aporte a la Junta de Beneficencia de Guayaquil

(solo para vehículos del Guayas) y la tasa del sistema público para pago de accidentes de tránsito (SPPAT) (Servicio de Rentas Internas del Ecuador, 2016)

En el DMQ se cancela el impuesto al rodaje (Ver Tabla 24) que es recaudado por la ANT y luego reembolsado a la Alcaldía, amparados en el COOTAD que es su sección séptima: Impuesto a los vehículos Art. 538 y 539 establece que este impuesto es de propiedades de los municipios e incluso puede ser modificado mediante ordenanza.

**Tabla 24.**  
*Determinación del impuesto al rodaje.*

Base imponible		Tarifa
Desde USD	Hasta USD	US \$
0	4,000	5
4,001	8,000	10
8,001	12,000	15
12,001	16,000	20
16,001	20,000	25
20,001	30,000	30
30,001	40,000	50
40,001	En adelante	70

Fuente: (Asamblea Nacional del Ecuador, 2010)

- **Costos de parqueo**

En el Distrito Metropolitano de Quito existe el Sistema de Estacionamiento Rotativo Tarifado “Zona Azul”, este sistema es similar el que se aplica en la ciudad de **Melbourne-**

**Australia** que se tomó como ejemplo en el Capítulo 3; la diferencia radica en el costo del parqueo pues en dicha ciudad su tarifa varía entre \$8 y \$12, mientras que en Quito el costo es de 40 centavos de dólar (Ver Figura 99).



**Figura 99.** Señalización horizontal del Sistema “Zona Azul”.

Fuente: Observación de campo.

El Sistema “Zona Azul” fue creado mediante la Ordenanza Municipal N° 0111 el 18 de diciembre del 2003, en la actualidad dispone de 8.883 plazas de estacionamiento distribuidas en 6 zonas (Ver Figura 100), estas zonas se dividen como se indica a continuación en la Tabla 25. A partir del 25 de enero del 2018 este sistema se automatizó mediante un dispositivo similar a un teléfono móvil (Ver Figura 101) que tiene implementada una impresora donde se ingresan datos como placa, fecha y número de horas que se ocupará este servicio (2 como máximo en zonas metropolitanas y 5 en zonas universitarias) y además se escoge entre tarifa normal exonerada. (Merizalde, 2018)

**Tabla 25.***División en zonas (Sistema de Estacionamiento Rotativo Tarifado “Zona Azul”)*

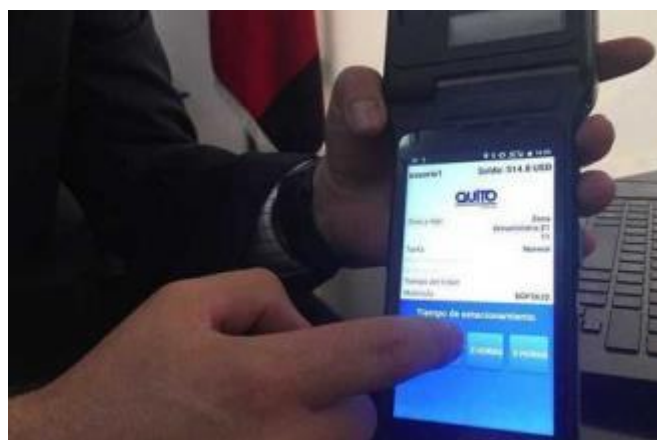
Zonas	Sector	Perímetro	Plazas
ZONA 1 La Mariscal I	La Mariscal	Av. Colón, Av. 12 de Octubre, Av. Patria y Av. 10 de agosto	2255
ZONA 2 La Mariscal II	La Mariscal y La Pradera	Av. Eloy Alfaro, Av. Amazonas, Av. Orellana, Av. La Coruña, Av. Isabela Católica, Av. Madrid, Av. 12 de Octubre, Av. Colón y Av. 10 de Agosto	1070
ZONA 3 Santa Clara	Santa Clara	Av. Colón, Av. 10 de agosto, Av. Tarqui, Av. Gran Colombia, calle Luis Sodiro, Av. 10 de agosto, calles Guayaquil, Caldas, Vargas y Av. América	1838
ZONA 4 La Carolina	La Carolina y Rumipamba	Av. Naciones Unidas, Av. Amazonas. Av. De la República, Av. Eloy Alfaro y Av. 10 de agosto	1222
ZONA 5 La Carolina/La Pradera	La Pradera y La Carolina	Av. Naciones Unidas, Av. 6 de diciembre, Av. Orellana, Av. Amazonas, Av. Eloy Alfaro	177
ZONA 6 Cumbayá	Parroquia de Cumbayá	Calles María Angélica Idrobo, Rocafuerte, Luis Garzón, Francisco de Orellana, Chimborazo, Av. Pampite y Av. Interoceánica	628

Fuente: (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas, 2017)





**Figura 100.** Zonas del Sistema de Estacionamiento Rotativo Tarifado “Zona Azul”.  
Fuente: (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas, 2014)



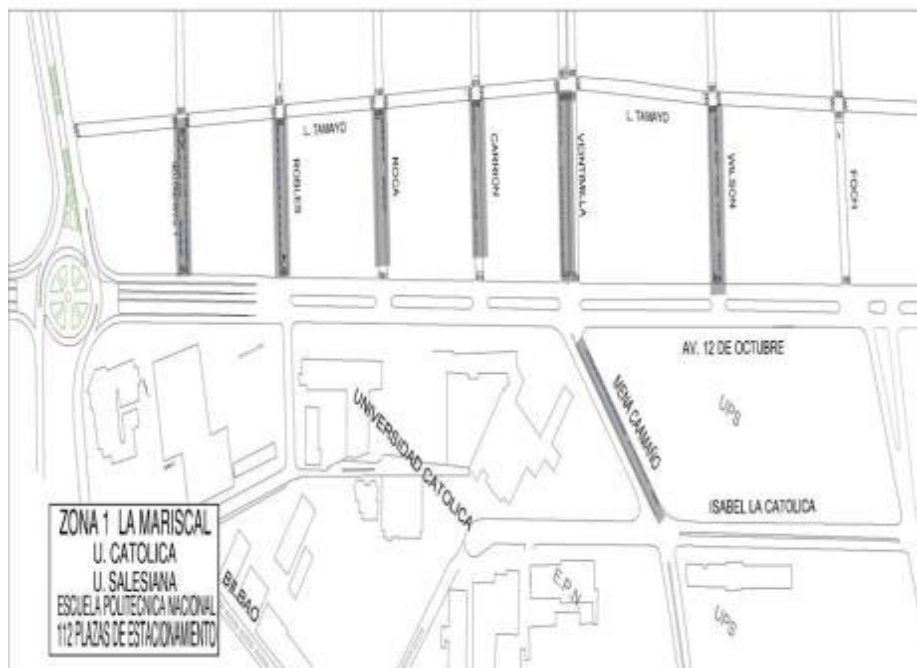
**Figura 101.** Dispositivo de automatización del sistema “Zona Azul”.  
Fuente: Diario El Comercio, 2018

La Zona Azul Universitaria surge como respuesta a la necesidad de un parqueadero prolongado para los estudiantes universitarios, ya que por su tipo de actividad la duración de 2 horas no es viable. Este sistema entró en funcionamiento desde el 12 de febrero del 2014 y cuenta con 334 plazas que se distinguen de la Zona Azul ordinaria porque estas se encuentran señalizadas de color verde (Ver Figura 102); se distribuyen de la siguiente manera: (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas, 2014)



**Figura 102.** Zona Azul universitaria, caracterizada por su línea verde.  
Fuente: Observación de campo (Av. Mena Caamaño)

Zona 1: Consta de 112 plazas ubicadas de forma cercana a las universidades Salesiana, Politécnica Nacional y Católica, en las Avenidas Jorge Washington, Gral. Francisco Robles, Vicente Ramón Roca, Jerónimo Carrión, Ignacio de Veintimilla, y Mena Caamaño (Ver Figura 103)



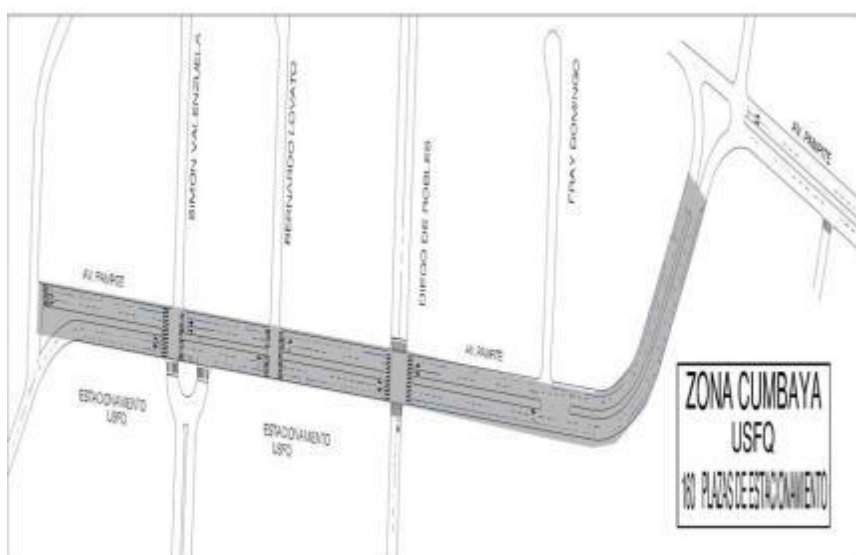
**Figura 103.** Calles de la “Zona Azul Universitaria” (Zona 1).  
Fuente: (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas, 2014)

Zona 2: consta de 62 plazas cercana a la Universidad de las Américas en las calles Tamayo, Camilo Destruge y Francisco Salazar. (Ver Figura 104)



**Figura 104.** Calles de la “Zona Azul Universitaria” (Zona 2).  
Fuente: (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas, 2014)

Zona 3: Consta de 160 plazas ubicadas cerca de la Universidad San Francisco de Quito en la Av. Pampite. (Ver Figura 105)



**Figura 105.** Calles de la “Zona Azul Universitaria” (Zona 3).  
Fuente: (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas, 2014)

- **Incentivos a los vehículos con bajas emisiones**

El Servicio de Rentas Internas impone el Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular (IACV) en todo el territorio ecuatoriano; este impuesto grava la contaminación ambiental producida por los vehículos motorizados de transporte terrestre y es cancelado por los propietarios de vehículos cuyo cilindraje sea mayor a 1500 cc y se paga sobre una base imponible y un factor que ajusta la antigüedad del vehículo; de ninguna manera este impuesto puede exceder el 40% de avalúo del vehículo. Este impuesto se calcula con la siguiente fórmula, y sus valores son tomados de los que se exponen en las Tablas 26 y 27. (Servicio de Rentas Internas del Ecuador, 2017)

$$IACV = [(b - 1500) * t] * (1 + FA)$$

Dónde:

$b$ = base imponible (cilindraje en centímetros cúbicos)


$t$ = valor de imposición específica

$FA$ =factor de ajuste

**Tabla 26.**

*Base imponible según el cilindraje de los vehículos para el cálculo del IACV.*

Nº	Tramo cilindraje-automóviles y motocicletas (b)*	\$/ cc (t)*
1	Menor a 1.500 cc	0.00
2	1.501-2.000 cc	0.08
3	2.001-2.500 cc	0.09
4	2.501-3.000 cc	0.11

CONTINÚA 

5	3.001-3.500 cc	0.12
6	3.501-4.000 cc	0.24
7	Más de 4.000 cc	0.35

Fuente: (Servicio de Rentas Internas del Ecuador, 2017)

**Tabla 27.**

*Factor de ajuste dependiendo de la antigüedad del vehículo para el cálculo del IACV*

N°	Tramo de antigüedad (años) automóviles	Factor (FA)
1	Menor a 5 años	0%
2	De 5 a 10 años	5%
3	De 11 a 15 años	10%
4	De 16 a 20 años	15%
5	Mayor a 20 años	20%
6	Híbridos	-20%

Fuente: (Servicio de Rentas Internas del Ecuador, 2017)

Los siguientes vehículos tienen exenciones del 100% al impuesto ambiental a la contaminación vehicular: de las entidades del sector público, los de chofer profesional y transporte público, los vehículos destinados para el traslado de personas con discapacidad, vehículos clásicos, eléctricos, de organismos internacionales diplomáticos, de propiedad de personas de la tercera edad, los vehículos directamente relacionados con la actividad productiva del contribuyente, las ambulancias y los hospitales rodantes. (Servicio de Rentas Internas del Ecuador, 2016)

### Medidas de cambio comportamental

Entre las medidas de cambio comportamental más destacadas aplicadas por la Alcaldía de Quito se tiene la llamada restricción de “Pico y Placa”, esta medida fue adoptada desde marzo del año 2010 en la Ordenanza Metropolitana N°. 305, buscando promover el uso de auto compartido y reducir la congestión vehicular de la ciudad en horas pico (hora de máxima afluencia de vehículos); estas horas de restricción vehicular son: de 07h00 a 09h30 en la mañana, y de 16h00 a 19h30 en las tardes, lo cual se corrobora con la Figura 52 presentada en el Capítulo 3 pues se evidencia que en estos intervalos se tiene la mayor afluencia vehicular en la ciudad. (Agencia Metropolitana de Tránsito, 2015)

Este sistema se aplica de acuerdo al último dígito de la placa de automóviles y motos particulares y al día de restricción que le corresponde exceptuando feriados y fines de semana, tal como se presenta en la Tabla 28, los límites de esta restricción se presentan a continuación en la Figura 106 y son: Av. Mariscal Sucre, Av. Diego de Vásquez, Av. Morán Valverde y la Av. Simón Bolívar (Agencia Metropolitana de Tránsito, 2015)

**Tabla 28.**

*Días de restricción de circulación. Sistema “Pico y Placa”*

Días de restricción	Último dígito de la placa
Lunes	1 y 2
Martes	3 y 4
Miércoles	5 y 6
Jueves	7 y 8
Viernes	9 y 0

Fuente: (Agencia Metropolitana de Tránsito, 2015)



**Figura 106.** Perímetro de la aplicación del Pico y Placa.

Fuente: (Agencia Metropolitana de Tránsito, 2015)

El Municipio de Quito, mediante contratación pública, evaluó el impacto de esta medida en el año 2010, mediante un estudio que constaba de cuatro fases (Ver Tabla 29), y se tienen las ocupaciones vehiculares antes y después de la medida

**Tabla 29.**

*Evolución de la tasa de ocupación de los vehículos livianos entorno a “Pico y Placa”*

Fases de evaluación	Autos	Incremento respecto a Fase I	Taxis	Incremento respecto a Fase I	Motos	Incremento respecto a Fase I
Fase I-Abril 2010 (antes de la medida)	1,69		0,99		1,22	
Fase II-Agosto 2010 (3 meses después del inicio de la medida)	1,81	7,1%	1,05	6,1%	1,2	-1,6%
Fase III-Noviembre 2010 (7 meses después)	1,71	1,2%	1,07	8,1%	1,23	0,8%
Fase IV-Mayo 2011 (1 año después)	1,72	1,8%	1,05	6,1%	1,17	-4,1%

Fuente: (Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central del Ecuador, 2011)

Según estos indicadores, no se llegó a la ocupación de vehículos privados esperada, pues en promedio esta ocupación es de 1,72 personas, cuando la capacidad de un vehículo es para 5 personas, lo cual significa que solamente se incrementó el 2% de ocupación. En los taxis el incremento fue mayor, aproximadamente 6%. En cuanto al transporte público, no se ha identificado un factor que permita identificar cuanto de su ocupación ha aumentado debido a esta medida ya que los niveles se mantienen constantes. (Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central del Ecuador, 2011)

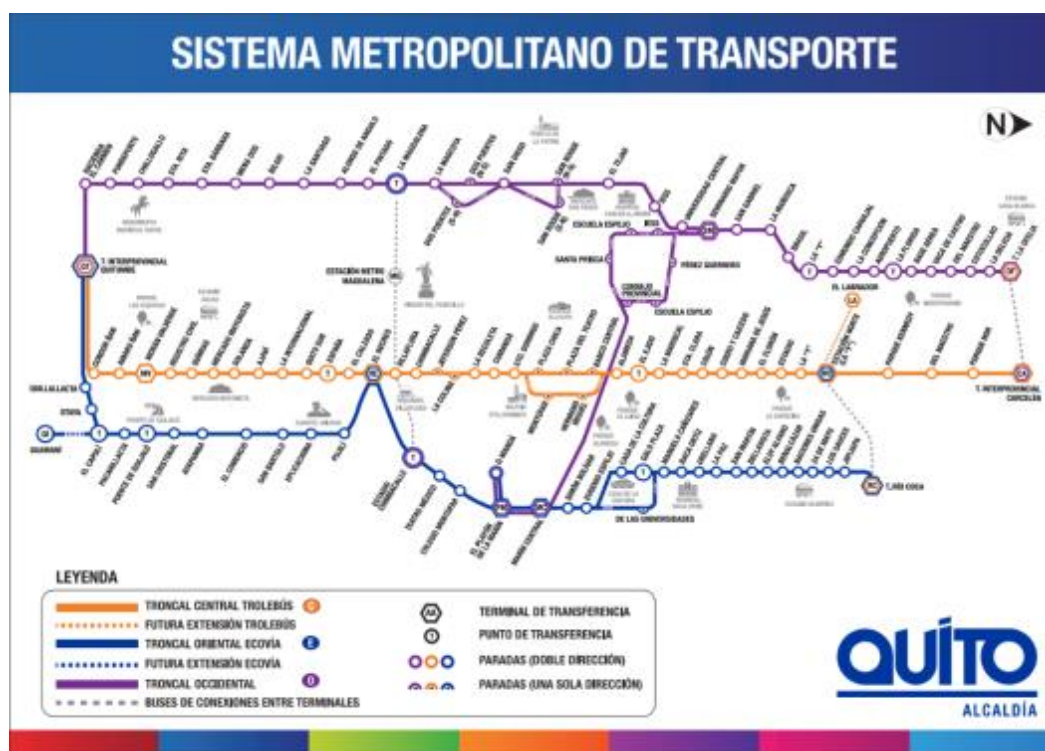
En el 2017 se publica un artículo en la Revista INNOVA Research Journal que analiza la situación actual de Quito ante esta medida y se llegan a las siguientes conclusiones. Durante las horas que está en vigencia esta medida se tiene una reducción del 12% en vehículos particulares, 17% en motos y 25% en camiones, y un aumento del 12% en taxis. Llegando a determinar que el tráfico se reduce un 8% en la mañana y 12% en la tarde. Sin embargo, los tiempos de viaje y velocidades de circulación en horarios fuera de la restricción han empeorado, lo cual demuestra que la fluidez se ha visto reducida en horarios fuera de las horas pico. En cuanto a contaminación se tiene efectividad en estos horarios pues las mediciones de CO en el ambiente son de 0.16 mg/m<sup>3</sup> por la mañana y entre 0,05 y 0,09 mg/m<sup>3</sup> en la tarde. (Remache Coyago & Celi Ortega, 2017)

- **Expandir e impulsar los servicios de transporte público**

El Sistema Metropolitano de Transporte en el DMQ está conformado por dos subsistemas: el convencional de rutas y frecuencias; y el Metrobús-Q con corredores viales exclusivos. El primero es de administración privada y se mantiene aún con el esquema de cooperativa con pocas inversiones en gestión y en mejorar la tecnología; y el segundo es de administración pública donde se ha implementado un modelo empresarial, así como amplia tecnología para controlar el funcionamiento y las operaciones.



Si se compara el Sistema Metrobús-Q con el Sistema Transmilenio de Bogotá presentado en el Capítulo 3, se evidencia que tiene mejores niveles de calidad, expansión y tecnología que dicho sistema. Metrobús-Q se inauguró en el año de 1995 con la incorporación del Trolebús (Troncal Central Trolebús), posteriormente se implementó la Ecovía (Troncal Oriental Ecovía) en el 2001, y en el 2005 la Troncal Occidental. En la actualidad, se cuenta este sistema BRT mucho más amplio, con más cobertura y con interconexión entre ellos (Ver Figura 107).



**Figura 107.** Mapa de cobertura del Sistema Metrobús-Q.

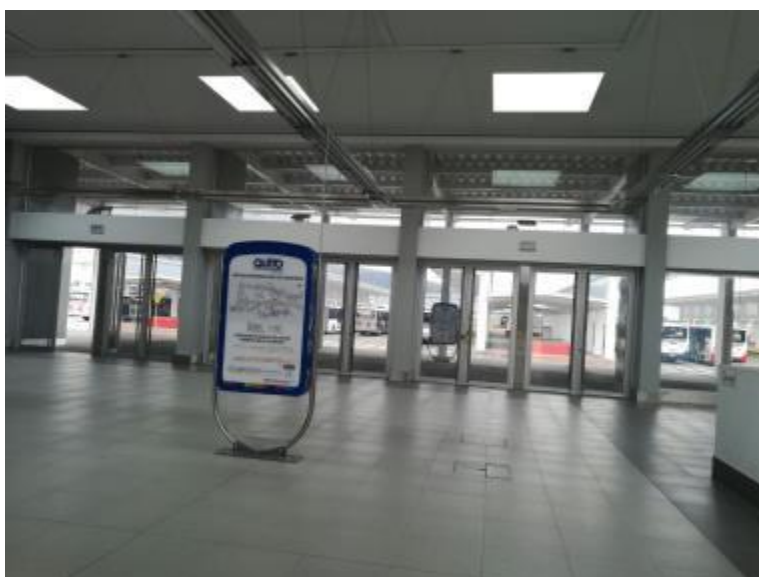
Fuente: Quito Alcaldía.

Como proyecto principal para expandir el sistema de transporte público, en la actualidad se encuentra en construcción el Metro de Quito que pretende mejorar la movilidad de los quiteños y convertirse en la nueva columna vertebral del sistema de transporte público de Quito; como un medio de socialización del proyecto con la ciudadanía se realizan visitas guiadas en la Estación Multimodal “El Labrador” (Ver Figura 108), la característica de esta

estación es que en la superficie se tendrá acceso al sistema Metrobús-Q que permitirá el traslado a cualquier punto de la ciudad (Ver Figura 109)



**Figura 108.** Visitas guiadas a la construcción del Metro de Quito.  
Fuente: Visitas de campo



**Figura 109.** Estación multimodal “El Labrador”, vista desde adentro.  
Fuente: Visitas de campo

Al terminar el recorrido del Metro se muestra la estación multimodal con acabados, lo cual permite al ciudadano tener una idea de cómo va a funcionar este sistema de transporte, se evidencia la gran capacidad de las estaciones y la funcionalidad de las mismas (Ver Figura 110)



**Figura 110.** Acceso a la estación multimodal.

Fuente: Visitas de campo

Desde el 2014 se realizan planes para fortalecer el TP, por ejemplo, en febrero del 2015 mediante resolución N° C-057-2015 se formalizó el Plan de Fortalecimiento de Calidad del Servicio de TP con una duración de dos años, y el Plan Integral de Optimización de Mejoramiento del Servicio de Transporte que abarca tres grandes campos de acción (Ver Tabla 30). (Instituto de la ciudad, 2017)

**Tabla 30.**

*Componentes del Plan Integral de Mejora del Servicio de Transporte*

Calidad humana	Convenio con la USFQ para capacitación y formación de personal de servicio del transporte público
Mejoramiento y modernización del sistema de transporte	<p>y Agencia Metropolitana de Control: controles de opacidad, del exceso de velocidad, respeto al peatón, cumplimiento y respeto de paradas</p> <p>EPMOOPP: señalética vertical y horizontal</p>
Política pública	Propuestas de ordenanza sobre sistema de recaudo y sobre rutas de alimentación

Fuente: (Instituto de la ciudad, 2017)

Luego de la implementación de este Plan de Fortalecimiento, la AMT llevó a cabo una encuesta para conocer la percepción de los usuarios ante el mejoramiento del servicio de


transporte público, para ello se pidió al encuestado que califique cada parámetro haciendo una relación entre el servicio que se prestaba hace tres años y el servicio actual. Se utilizó una metodología cuantitativa mediante una encuesta aplicada a 2402 encuestados con un nivel de confianza del 95% y se realizó dentro de las unidades de transporte público. (Agencia Metropolitana de Tránsito, 2017)

Los resultados de las preguntas que evalúan la calidad del servicio de transporte público se presentan a continuación en la Tabla 31, donde SÍ HA MEJORADO ha agrupado las respuestas positivas como: excelente, muy bueno y bueno; mientras que, NO HA MEJORADO agrupa las respuestas negativas como: deficiente, malo, regular, y desconoce.

**Tabla 31.**

*Resultados sobre la percepción de mejora en la calidad del servicio de TP*

Mejoramiento de la calidad del servicio del transporte público	Sí ha mejorado	No ha mejorado
¿Existe buena predisposición y cordialidad por parte de los conductores y ayudantes hacia los usuarios?	79.1 %	20.9 %
¿Existe buena presencia de conductores y ayudantes durante el horario de trabajo? (uniforme)	84.1 %	15.9 %
¿Transportan pasajeros respetando el límite de capacidad de la unidad y circula con puertas cerradas?	73.9 %	26.1 %
¿Los conductores respetan las señales de tránsito?	81.3 %	18.7%
¿Los conductores respetan los límites de velocidad? (máximo 40 kilómetros por hora)	78.1 %	21.9 %
¿Existe respeto a paradas? (embarca y desembarca pasajeros en lugares autorizados)	77.9 %	22.1 %
¿Existe respeto, apoyo y colaboración de los conductores y ayudantes para los usuarios con movilidad reducida?	78.8 %	21.2 %

CONTINÚA 

¿Existe mejoras en las unidades en cuanto a adecuación para usuarios de movilidad reducida?	83.3 %	16.7 %
¿Valore la imagen de las unidades de transporte en cuánto a limpieza?	86.1 %	13.9 %
¿El rótulo de información de la ruta es claro y entendible?	91.4 %	8.6 %
¿Las unidades de transporte público se encuentran en buen estado?	89.0%	11.0%
¿El horario del servicio que brindan las unidades en esta ruta es acorde a su necesidad?	82.8 %	17.2 %
Promedio	82.2 %	17.8 %

Fuente: Informe de resultados de la encuesta realizada a usuarios, sobre el mejoramiento en la calidad del servicio de transporte público. (Agencia Metropolitana de Tránsito, 2017)

El transporte público de Quito se alinea y enmarca en la última actualización del Plan Estratégico para el período 2015-2019 presentado por la EPMTTP, que es la continuación del Plan aprobado para los años 2013-2017; este plan busca orientar las acciones del transporte de pasajeros a conseguir objetivos de sostenibilidad técnica y económica con el firme propósito de brindar un servicio de calidad a todos los quiteños. La estrategia de la EPMTTPQ se sintetiza en la Figura 111, donde se muestra cada una de las metas que se pretenden alcanzar y con sus respectivos tiempos de puesta en marcha. (Empresa Pública Metropolitana de Transporte de Pasajeros. EPMTTP, 2015)



**Figura 111.** Esquema de planificación estratégica de la EPMTQP.  
 Fuente: (Empresa Pública Metropolitana de Transporte de Pasajeros. EPMTQP, 2015)

Los ejes estratégicos del Plan son tres: sostenibilidad, modernización y servicio al usuario; dichos ejes buscan orientar las acciones de la EPMTQP con el fin de convertirla en la primera opción de movilidad para el DMQ al 2019, a su vez que contribuyen con el mejoramiento de la calidad de vida en la ciudad. Los objetivos estratégicos planteados se muestran a continuación en la Tabla 32, con sus respectivas estrategias y metas.

**Tabla 32.**  
 Objetivos estratégicos de la EPMTQP con sus estrategias y metas.

Objetivo estratégico	Objetivo tácito	Meta
Asegurar la sostenibilidad financiera de la	Optimizar los costos operacionales	Reducción de costos de la Empresa en un 20% para el año 2017

CONTINÚA ➡

Empresa	Incrementar ingresos operacionales	Incremento de ingresos de la Empresa en un 30% al año 2017
	Incrementar ingresos operacionales	Incremento de ingresos no operacionales de la Empresa en un 30% al año 2017
Asegurar la disponibilidad de los servicios con eficiencia	Contar con un sistema integrado de tecnologías y telecomunicaciones	Sistema implementado y probado al 100% al 2018
	Implementar y modernizar sistemas que permitan la planificación, programas de control y evaluación de la operación y atención al usuario	Sistema implementado y probado al 100% al 2017
	Mejorar la accesibilidad de las personas de atención prioritaria	Proyectos implementados en un 30% por cada año al 2019
	Incrementar la confiabilidad de la flota	Proyectos implementados en un 30% por cada año al 2019
	Disponer de un sistema integral de seguridad en el transporte público	Proyectos implementados al 100% al 2017
	Mejorar la estructura física de la Empresa en todas sus áreas	Proyectos implementados en un 30% por cada año al 2019
Incrementar la capacidad del talento humano	Optimizar el talento humano para contar con personal altamente calificado	Proyectos implementados al 100% al 2017

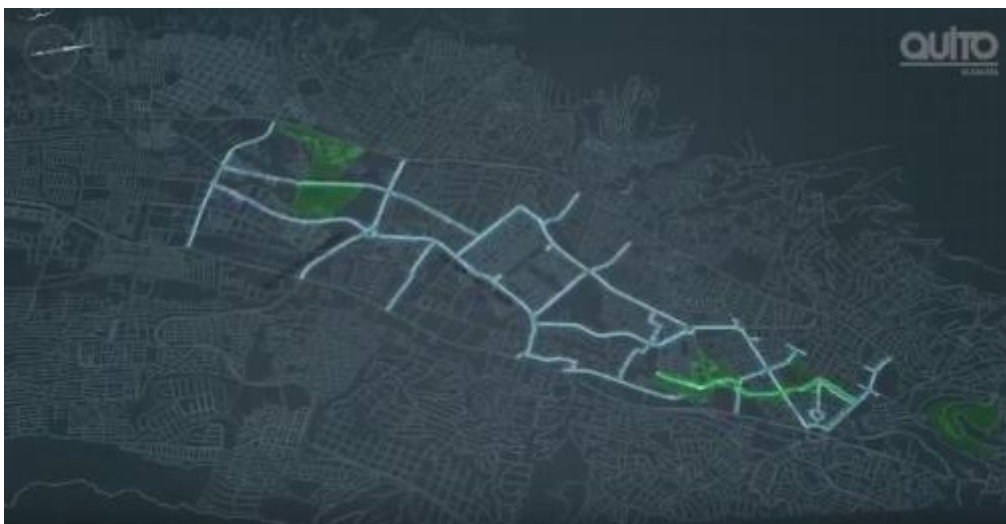
Fuente: (Empresa Pública Metropolitana de Transporte de Pasajeros. EPMTTP, 2015)

- **Mejorar las vías para ciclistas y peatones**

Según la EPMMOP, actualmente existen 109.61 km de redes para ciclistas en la ciudad de Quito; 59.44 km que conecta el norte de la ciudad con el centro hasta la Av. 5 de Junio hacia el sur (Ver Figura 112), 38.11 km que conecta el centro histórico con la Av. Cardenal de la Torre (Ver Figura 113), y por último 12.06 km en el sector de Cumbayá (Ver Figura 114).



**Figura 112.** Red de ciclovías en el centro-norte de la ciudad.  
Fuente: (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas, 2017)



**Figura 113.** Red de ciclovías en el sur de la ciudad.  
Fuente: (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas, 2017)





**Figura 114.** Ciclovía en Cumbayá “El Chaquiñán”.

Fuente: (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas, 2014)

Estas redes de vías para ciclistas están divididas en tres tipos: ciclo vías, que son un carril segregado con barreras físicas que separan a los vehículos del ciclista, tienen un ancho de 1.50 m y representan la opción más rápida y más segura (Ver Figura 115), carril compartido tipo I, es un carril compartido con los vehículos, tienen un ancho de 3.10 m y permite que el ciclista vaya frente al vehículo (Ver Figura 116), carril compartido tipo II que es un carril compartido entre vehículos y ciclistas, con un ancho de 3.80 m, lo cual permite al ciclista circular a lado del vehículo manteniendo la respectiva distancia de seguridad.



**Figura 115.** Carril segregado para bicicletas.

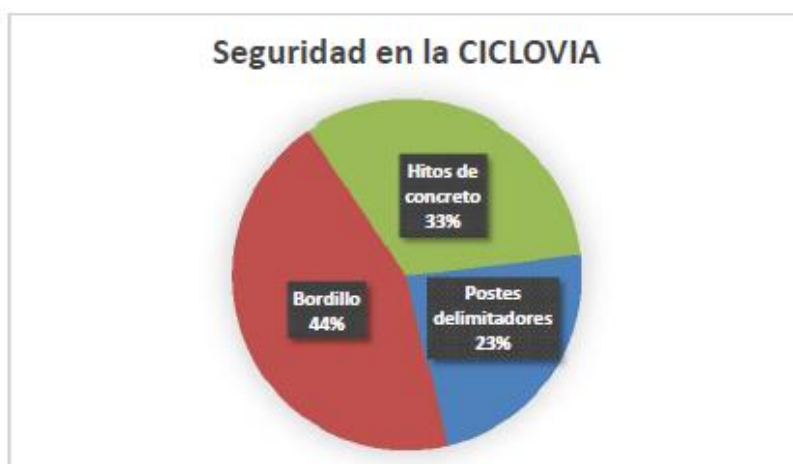
Fuente: Observación de campo.



**Figura 116.** Carril segregado Tipo I.

Fuente: Observación de campo.

Según la investigación realizada por el Ing. Juan Fernando Mesías en el año 2015, en la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, los ciclistas usuarios del Sistema BiciQuito solicitan protecciones físicas para mejorar su sensación de protección física de los vehículos, y por ende hacer más atractivo el uso de bicicleta como medio de transporte (Ver Figura 117), así como impulsar los carriles segregados de uso exclusivo para ciclistas pues existen ciertos lugares donde es muy riesgoso compartir el carril con otros vehículos (Centro Histórico que se comparte con el Trole, Centro Norte de Quito en la Av. 12 de Octubre por ejemplo). También se ha hecho una investigación de en qué lugares los usuarios de BiciQuito solicitan estaciones para hacer más conectiva la Ciclovía (Ver Figura 118), y luego en la Tabla 33 se muestra si dichas estaciones se han o no implementado. (Mesías Quinteros, Análisis de la implantación de las ciclovías y el Sistema BiciQuito, en la movilidad de Quito, 2015)



**Figura 117.** Seguridad adicional solicitada por ciclistas en Quito.

Fuente: (Mesías Quinteros, Análisis de la implantación de las ciclovías y el Sistema BiciQuito, en la movilidad de Quito, 2015)

LUGARES SOLICITADOS	VOTOS
Ninguno	147
La Marín	10
UDLA Granados	9
UDLA Colón	8
CCI	7
San Francisco	6
La Gasca	6
Hotel Quito	6
CNE	6
10 de Agosto y NNUU	6
El Jardín	6
Hospital de IESS	5
Las Casas	5

**Figura 118.** Estaciones solicitadas en diferentes lugares por los usuarios de BiciQuito.

Fuente: (Mesías Quinteros, Análisis de la implantación de las ciclovías y el Sistema BiciQuito, en la movilidad de Quito, 2015)

**Tabla 33.**

*Verificación de implantación de estaciones solicitadas por los usuarios.*

Estaciones solicitadas	Se ha implementado	No se ha implementado
La Marín		X
UDLA Granados		X
UDLA Colón		X
CCI		X
San Francisco		X

CONTINÚA

La Gasca	X
Hotel Quito	X
CNE	X
10 de Agosto y NNUU	X
El Jardín	X
Hospital del IESS	X
Las Casas	X

No obstante, la Secretaría de la Movilidad ha implementado la aplicación “Movilízate UIO” disponible de forma gratuita en Play Store, esta aplicación dispone de información sobre el transporte público, estaciones de BiciQuito, rutas convenientes, reportar accidentes de tránsito y recibir notificaciones sobre vías cerradas, conversatorios sobre movilidad, etc. (Ver Figura 119)



**Figura 119.** Aplicación Movilízate UIO.

Fuente: Observación de campo.

- **Coche compartido**

La utilización del coche compartido en Quito ha surgido como una alternativa a la restricción del tránsito conocida como “Pico y Placa”, las fuertes congestiones que se registran en las horas pico en la ciudad y la cantidad de emisiones del parque automotor.

Alrededor del mundo, las personas consciente de esta problemática que no sólo afecta a Quito, sino a las ciudades en general y sirviéndose de las herramientas tecnológicas, han desarrollado aplicaciones y plataformas web para promover el uso del coche compartido, tal es el caso de *BlaBlaCar* y *SocialCar* ambos desarrollados en España (Ver Figura 120).



**Figura 120.** Plataformas tecnológicas en España para auto compartido.  
Fuente: BlaBlaCar, SocialCar, 2018

BlaBlaCar es una plataforma Web donde los usuarios se registran y crean un perfil de usuario e inmediatamente puede postear el viaje que realizarán en caso de conducir o que desean realizar en caso de ser ocupantes, en la actualidad ya son 5 millones de usuarios y la plataforma ha innovado tanto que ahora cada ocupante se encuentra asegurado de principio a fin del viaje, se presenta una comunidad donde se revisan los perfiles y opiniones de cada usuario para saber con quién se viaja y es muy práctico pues se realizan viajes directos.

SocialCar es una plataforma que también se enfoca en el alquiler de vehículos permitiendo a los dueños de los mismos que ganen dinero con su vehículo. El sistema funciona de manera similar, los interesados en alquilar su coche se registran en la Web, suben fotos y descripción de su vehículo y a la vez reciben solicitudes de personas que desean alquilarlos. Los propietarios cuentan con una póliza de responsabilidad civil de hasta 50 millones de euros y los conductores disfrutan de un seguro a todo riesgo incluido, asistencia en carretera las 24 horas y cobertura internacional.

En la ciudad de Quito-Ecuador, los estudiantes de la Universidad San Francisco de Quito crearon una aplicación llamada “autocompartido” disponible de forma gratuita en App Store y Google Play. (Ver Figura 121)



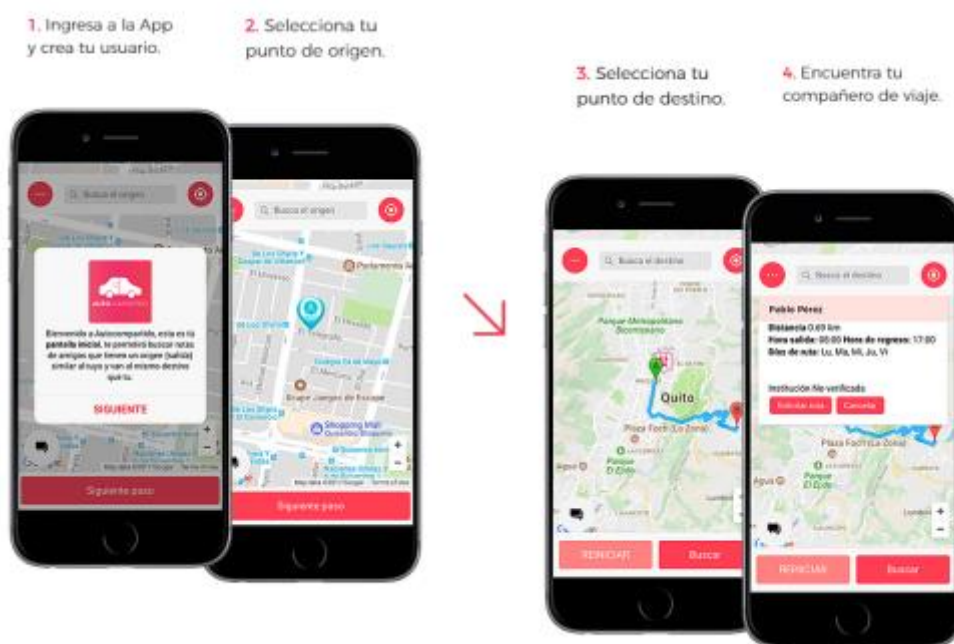
**Figura 121.** Plataforma de internet de la aplicación “autocompartido”.

Fuente: (Autocompartido, 2017)

En la actualidad esta aplicación cuenta ya con aproximadamente 55.000 usuarios y entra las empresas que son sus aliadas y usuarias se encuentran: Universidad San Francisco de Quito, Universidad de las Américas, Universidad Internacional SEK, Pontificia Universidad Católica, Universidad del Azuay, Banco Pichincha, Universidad Internacional del Ecuador,

Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Universidad de los Hemisferios y Maresa. (Autocompartido, 2017)

Esta aplicación creada en el 2012 tiene la interfaz de una red social, donde el usuario como primer paso se registra en la red, coloca su foto de perfil y a continuación puede buscar un trayecto o publicar uno, especificando la fecha y la hora, y automáticamente el sistema busca a más personas que vayan por ese trayecto (Ver Figura 122). Al realizarlo la aplicación calcula automáticamente cuantas emisiones de CO<sub>2</sub> se han ahorrado y cuantos autos han salido de circulación. (Teleamazonas Ecuador, 2013)



**Figura 122.** Método de empleo de la aplicación.

Fuente: (Autocompartido, 2017)

Esta es sin duda la herramienta más eficaz para poner en práctica el auto compartido en la ciudad de Quito, desde su aplicación hasta la fecha se han registrado los siguientes índices del programa: 3'658.786 kg de CO<sub>2</sub> ahorrados, 1'024.460 autos fuera de circulación, 12.33 millones de km no recorridos y 945.430 litros de gasolina ahorrados. (Autocompartido, 2017)

En la Secretaría de Movilidad se presentó un informe que estudia la viabilidad de aplicar las medidas de “Auto-Compartido”, conjuntamente con la restricción “Pico y Placa” a la Comisión de Movilidad en el año 2014. Dicha iniciativa busca exonerar de la restricción de circulación a aquellos vehículos que aun estando en horas de impedimento de circular lleven en su viaje de origen a destino a más de tres personas mayores de edad. Los tres escenarios planteados se muestran a continuación en la Tabla 34. (Narváez P, 2014)

**Tabla 34.**

*Escenarios estimados de los posibles efectos de la medida “Ato-Compartido”*

Características	Escenarios de acogida		
	pesimista	medio	optimista
N° de vehículos livianos regulares del DMQ (2013)	343.153	343.153	343.153
Uso efectivo de vehículos de forma permanente (80%)	274.522	274.522	274.522
Parque restringido (17%)	46.669	46.669	46.669
Porcentaje de acogida del Auto-Compartido	5%	10%	30%
N° total de vehículos que podrían incrementarse en las vías	2.333	4.667	14.001
Distribución promedio en 10 ejes viales principales, en las 2,5 horas del Pico y Placa	233	467	1.400
Distribución promedio en 10 ejes viales principales, en 1 hora del Pico y Placa	93	187	560
Distribución promedio en cada eje vial en 1 hora (c/eje tiene entre 2 y 3 carriles)	19	37	112



## **Tecnologías limpias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero**

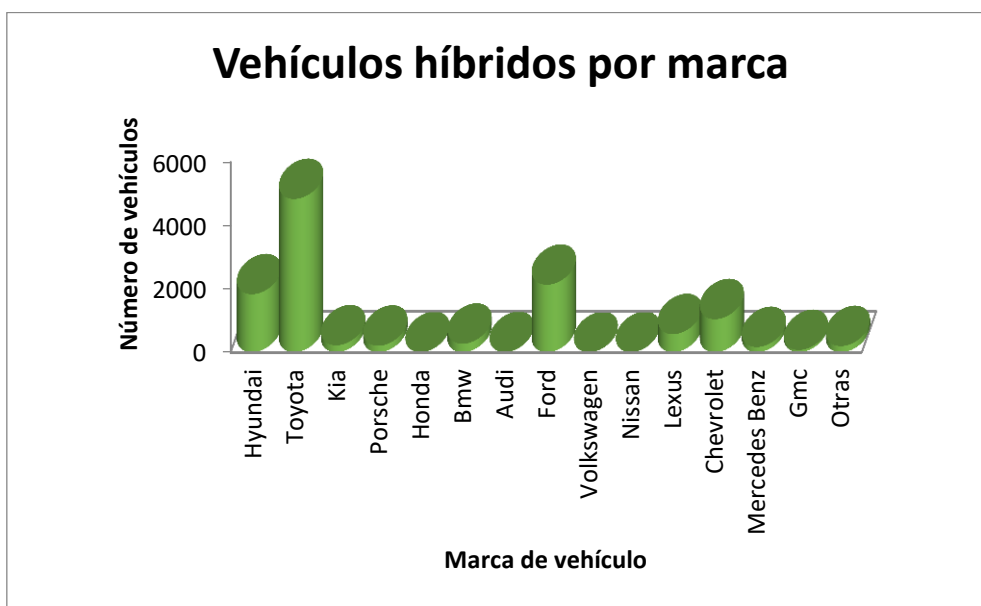
- **Carros eléctricos, híbridos y otras tecnologías nuevas**

Según la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, los vehículos híbridos y eléctricos cada vez ganan más campo en el mercado automotriz del país, sin embargo, este porcentaje aún es corto comparado con el total de vehículos y con la cantidad de estos vehículos en el mundo. El último informe presentado por esta asociación es del año 2016, publicado en el 2017 de donde se obtienen los siguientes datos. (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. AEADE, 2017)

La venta de vehículos híbridos en la provincia de Pichincha tiene un porcentaje de 58.94% promedio entre el 2014 y 2016 del total de vehículos híbridos vendidos en el país (Ver Figura 123). Desde el año 2009 se empezó la comercialización de este tipo de vehículos en el país, las marcas pioneras fueron Toyota, Porsche, Bmw, Ford, Lexus, Chevrolet, Mercedes Benz y Gmc, hasta la actualidad la marca que predomina en el país de vehículos de este tipo es Toyota (Ver Figura 124)

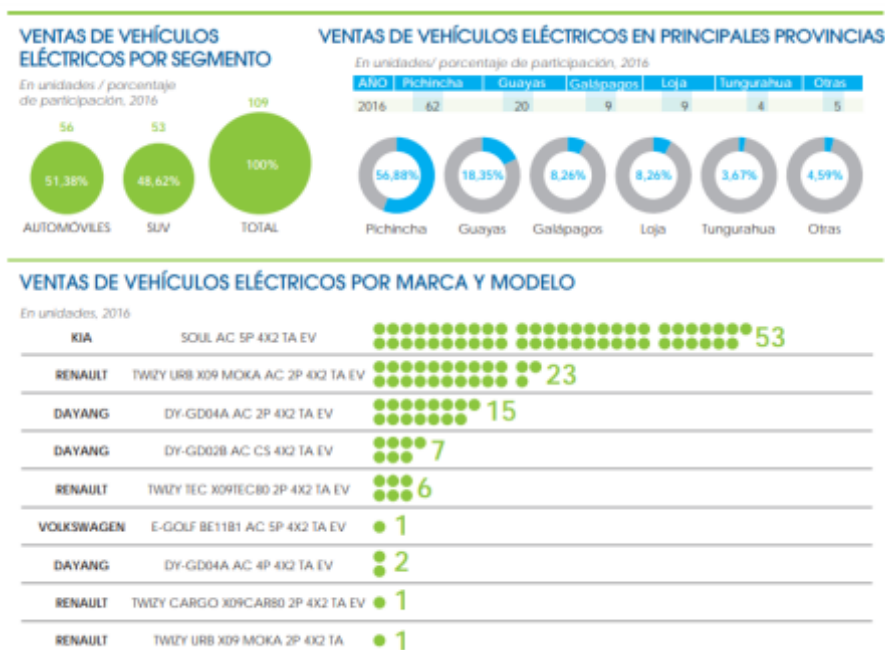


**Figura 123.** Estadísticas de vehículos híbridos en el Ecuador.  
Fuente: (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. AEADE, 2017)



**Figura 124.** Cantidad de vehículos por marca en el país.  
Fuente: (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. AEADE, 2017).

Los vehículos eléctricos son un tanto menos populares que los híbridos en el país, debido a que su introducción al país se dio desde el año 2016. La provincia con más vehículos de este tipo es Pichincha con el 56,58% del total. (Ver Figura 125)



**Figura 125.** Estadísticas de los vehículos eléctricos en el Ecuador.  
Fuente: (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. AEADE, 2017)

- **Biocombustibles y combustibles bajos en carbono**

En Ecuador se produce la gasolina “Ecopaís” que busca reemplazar a la gasolina “Extra” de 89 octanos. Este combustible se diferencia de la gasolina Extra ya que integra 5% de etanol, esta variante de combustible proviene de productos orgánicos como el maíz y la caña de azúcar, lo cual significa que se imprimen menor cantidad de Naftas de Alto Octano (NAO) (Ver Figura 126). “Ecopaís” cumple con los mismos estándares de la gasolina Extra, misma que se establece en la Norma INEN 935; pero brinda mayor protección a los motores. Una vez que se generalice el consumo de esta gasolina se espera que las emisiones de carbono al ambiente se disminuyan considerablemente en razón de 80.000 vehículos equivalentes. (Ekos Negocios, 2014)



**Figura 126.** Surtidores de gasolina “EcoPaís”.

Fuente: (Tapia, 2014)

### **Medidas de adaptación**

- **Planes para mejorar los drenajes**

En el DMQ el actual alcalde, Mauricio Rodas, anunció en octubre del 2017 la implementación del “Plan Lluvias 2017-2018”, que con una inversión aproximada de 31,5 millones busca implementar obras en 4 ejes principales para enfrentar y mitigar los efectos del fuerte invierno al que se sometida la ciudad. Estos 4 ejes son: Limpieza de sumideros, mantenimiento de las quebradas, colectores de alivio, nuevos colectores, mejoramientos y ampliaciones del sistema de alcantarillado, y; reparaciones y mantenimiento del sistema de alcantarillado. (Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito. EPMAPS, 2018)

Limpieza de sumideros: se realizarán 210.000 limpiezas de sumideros a lo largo de toda la puesta en marcha de este plan, con una inversión aproximada de \$1'050.000. La ciudad tiene 117.000 sumideros cuya función es desalojar el agua lluvia hasta el alcantarillado, limpiar cada uno de estos sumideros puede durar entre 20 y 60 minutos dependiendo del material que se encuentre dentro del mismo, si se halla material pétreo o cemento el procedimiento es mucho más difícil. Este procedimiento se hace con hidro-succionadores, que son equipos con

un motor especial que trabajan con una manguera que limpia con agua a presión el sumidero y así afloja la basura acumulada. (Ver Figura 127)



**Figura 127.** Hidro-sumidero realizando limpieza.

Fuente: Observación de campo

Mantenimiento de quebradas: para ello el plan contempla obras de limpieza y mejoramiento en aproximadamente 113 estructuras de captación con una inversión aproximada de \$500.000

Colectores de alivio, nuevos colectores, mejoramientos y ampliaciones del sistema de alcantarillado: dentro de este periodo de ejecución del Plan Lluvias se prevé continuar con la construcción del Colector de Alivio Tumbaco-Vía Interoceánica, entre otras como los Colectores El Mirador, Galo Plaza Lasso y Runachanga. Para la construcción de estas obras entre otras se necesita una inversión de \$16'500.000 aproximadamente (Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito. EPMAPS, 2018)

Reparaciones y mantenimiento del sistema de alcantarillado: este plan cuenta con un presupuesto de aproximadamente \$8'000.000 para atender requerimientos de reparación y

rehabilitación de alcantarillados y colectores, así como la instalación o reposición de accesorios según lo solicite la ciudadanía.

### **Medidas de mitigación en la infraestructura vial**

- **Planeamiento del transporte**

En la ciudad de Quito se han realizado dos consultorías con la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, el primero es un plan de revitalización del Centro Histórico y la segunda plantea medidas para mejorar el sistema de transporte en Quito. En cuanto a la revitalización del centro histórico, este proyecto nace del convenio entre la alcaldía y esta institución para buscar el desarrollo de una movilidad sostenible en Quito; esta propuesta contempla establecer en el centro histórico el modelo de supermanzana para así evitar la desertificación en ciertas zonas y conseguir reorganizar la movilidad, el espacio público y la gobernanza como medidas de cohesión social que busca el Cabildo. (Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, 2015)

Como resultado de este proyecto el centro histórico de Quito ha peatonalizado la Avenida García Moreno desde la Mejía hasta la Bolívar y la calle Chile desde la Cuenca hasta la Imbabura en lo que se conoce como el “Paseo de las siete cruces” (Ver Figura 128), y en la actualidad se encuentra peatonalizándose la calle Chile en lo que se conoce como “Paseo de La Merced” (Ver Figura 129), todo esto forma parte de avances hasta llegar al 2020 a cumplir el objetivo de que el centro cuente con un sistema de transporte de cero emisiones. Para ello se estructuró este espacio de manera que los ciudadanos no ocupen su vehículo privado y tengan cercanía a utilizar otro medio de transporte (Ver Figura 130)



**Figura 128.** Peatonalización del “Paseo de las 7 cruces”.  
Fuente: Observación de campo.



**Figura 129.** Construcción del “Paseo de la Merced”.  
Fuente: Observación de campo.



**Figura 130.** Proximidad a los medios de transporte alternativo: metro bus y bicicleta en el Centro Histórico.

Fuente: (Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, 2015)

En cuanto al sistema de transporte de Quito, esta Agencia ha planteado varias estrategias que en la actualidad se encuentran en estudio y en debate en la Comisión de Movilidad del Concejo de Quito; dichas estrategias han partido de que Quito necesita una reingeniería del transporte ya que al menos el 50% de los recorridos del transporte comparten uno o más tramos y esto es lo que causa sobrecarga de vehículos, y conducción imprudente.

Entre los planteamientos resultados de esta consultoría se tiene: horarios de operación diferenciados entre días laborables y fines de semana, en días laborables de 05:00 a 21:00 y en fines de semana de 07:00 a 23:00 con jornadas de 8 horas, establecer nodos de conexión a los valles en puntos como San Roque, Miraflores y El Bosque con sistemas semi-expresos es decir con velocidad aproximada de 25 km/h, creación de una malla ortogonal en la ciudad, para tener puntos alimentadores del sistema y establecer carriles exclusivos para los buses en las avenidas: Rodrigo de Chávez, Patria, Galo Plaza, Simón Bolívar y General Rumiñahui para lograr un sistema de transporte inteligente que conlleva que las actuales 109 rutas se transformen en 61 circuitos “este-oeste” , 13 “norte-sur”, 4 “diagonales” y 37 serán de alimentación. (El Telégrafo, 2017)



- **Inclusión del manejo ambiental en la planificación de proyectos nuevos**

En Quito se encuentra vigente la Ordenanza N° 0138 expedida por el Concejo Metropolitano de Quito, misma que establece el Sistema de Manejo Ambiental del Distrito Metropolitano de Quito. Esta ordenanza busca en el marco del desarrollo sostenible el mejoramiento continuo, transparencia y eficiencia en el ciclo de vida de todas las actividades y los proyectos que puedan generar de una u otra forma un impacto al medio ambiente; para ello todo proyecto en el DMQ debe obtener permisos ambientales y autorizaciones metropolitanas para su implantación, estos instrumentos serán los mismo que estipule la Autoridad Ambiental Nacional de acuerdo con la normativa que se encuentre en vigencia. (Concejo Metropolitano de Quito, 2016)

Esta ordenanza prevé una póliza o garantía del fiel cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental de cada proyecto que es presentado previo obtención del permiso ambiental, es equivalente al 100% y se podrá efectivizar en caso de existir incumplimientos al mismo. En cuanto a la participación social, esta ordenanza determina que los proyectos se deben socializar con la ciudadanía a fin de facilitar la evaluación y la mitigación del impacto ambiental de un proyecto, esta evaluación se realiza con el apoyo de entidades como las Administraciones Zonales, la Policía Metropolitana y la Fuerza Pública. Las autoridades ambientales distritales deben siempre contar con dos planes: el emergente y el de acción; el emergente está encaminado a mitigar, reducir y reparar los impactos ambientales ante una emergencia no contemplada, mientras que el de acción son actividades que buscan corregir cualquier incumplimientos del Plan de Manejo Ambiental. (Concejo Metropolitano de Quito, 2016)

## 1.2 Estadísticas de las emisiones de CO en Quito

La calidad de aire en Quito es evaluada diariamente para presentar un informe anual emitido por la Secretaría del Ambiente, a través de su red de monitoreo REMMAQ; esta red inició su funcionamiento en el año 2003 y está compuesta por algunos subsistemas complementarios que son: red automática (RAUTO), red de monitoreo pasivo (REMPA), red de depósito (REDEP), red activa de material particulado (RAPAR), y la red meteorológica (REMET). Estas estaciones miden contaminantes para evaluar la calidad del aire y calcular el IQCA, los contaminantes se comparan con la NECA y son: partículas sedimentables, material particulado de diámetro aerodinámico menor a 10 micrones ( $PM_{10}$ ) y menor a 2.5 micrones ( $PM_{2.5}$ ), dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ), dióxido de azufre ( $SO_2$ ), monóxido de carbono (CO) y ozono ( $O_3$ ).

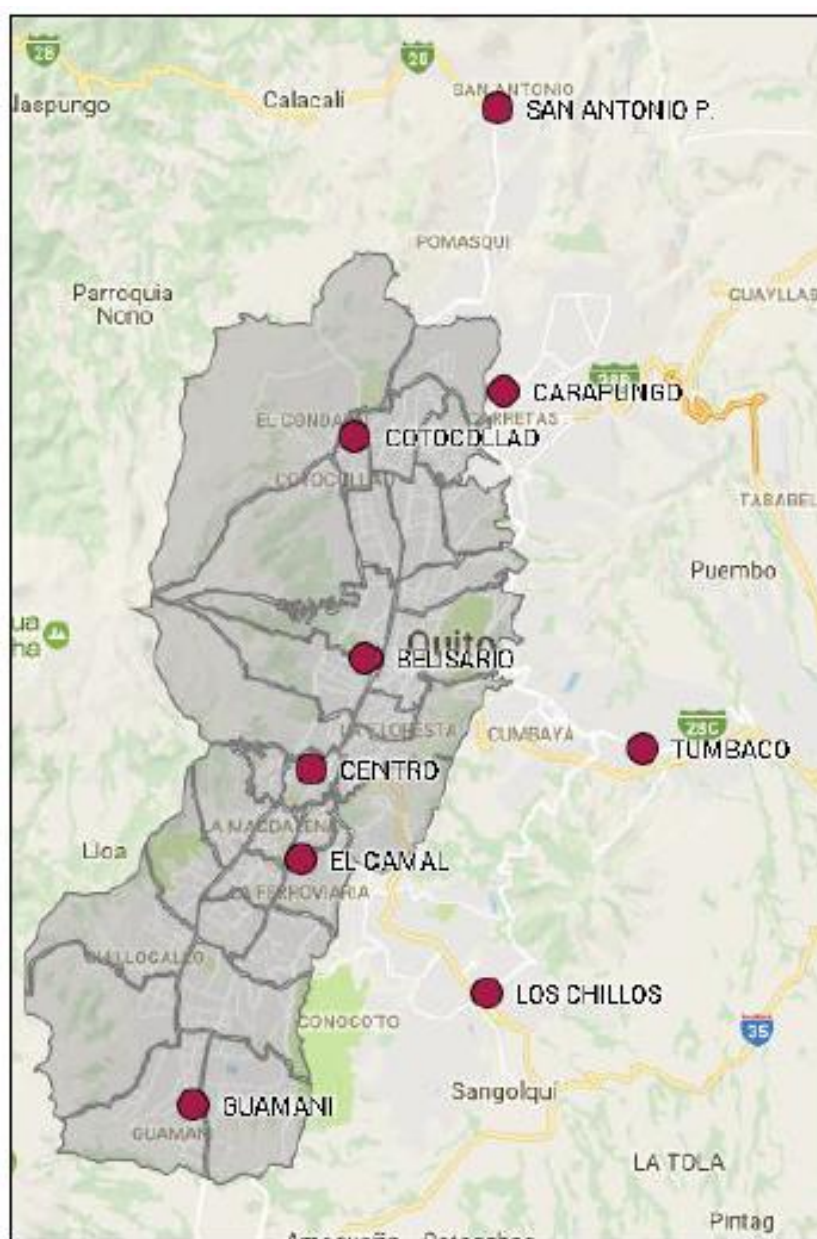
Se realiza una evaluación del contaminante Monóxido de Carbono que es un gas incoloro, inodoro e insípido, ya que su emisión se debe a los procesos de combustión incompleta y los vehículos a gasolina constituyen la fuente más importante. Los límites máximos permitidos de este contaminante por la NECA se muestran a continuación en la Tabla 35.

**Tabla 35.**  
*Límites máximos permitidos por contaminante (CO)*

Contaminante	Valor	Unidad	Período de medición	Excedencia permitida
CO	10	$mg/m^3$	Concentración en 8 horas consecutivas	1 vez por año
	30	$mg/m^3$	Concentración máxima en 1 hora	1 vez por año

Fuente: (MAE, 2011)

Este contaminante es analizado por la red RAUTO que dispone de 8 estaciones fijas que se encuentran en cada administración zonal y una de respaldo que se encuentra en el sector de Jipijapa en la Secretaría del Ambiente (Ver Figura 131), cada estación cuenta con diferentes analizadores de gases y partículas por lo cual el monóxido de carbono es analizado en 7 de ellas. (Ver Tabla 36)



**Figura 131.** Ubicación de las estaciones automáticas de la REMMAQ  
Fuente: (Secretaría del Ambiente, 2017)

**Tabla 36.***Disponibilidad de analizadores de gases y partículas en cada estación de RAUTO*

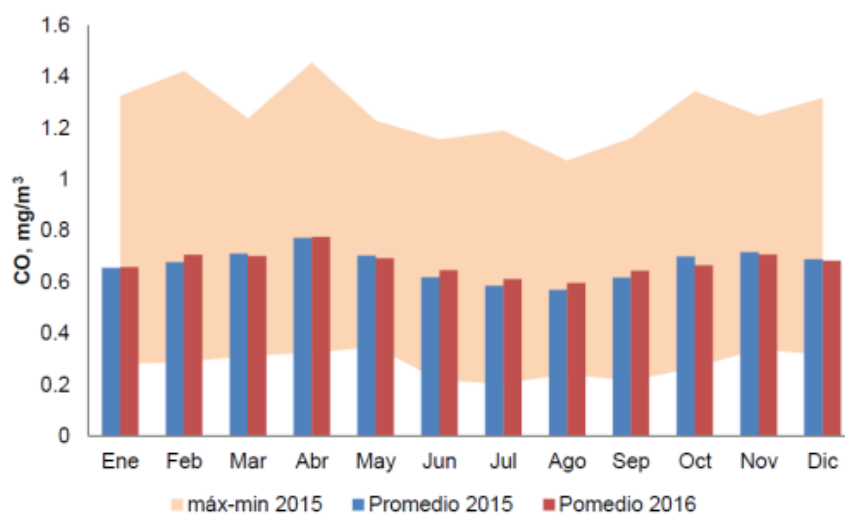
Estación	Nomenclatura	Contaminante					
		CO	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>
Carapungo	Car	X	X	X	X	X	X
Cotocollao	Cot	X	X	X	X	X	
Belisario	Bel	X	X	X	X	X	
Centro	Cen	X	X	X	X	X	
El Camal	Cam	X	X	X	X	X	
Guamaní	Gua	X	X	X			X
Los Chillos	Chi	X	X	X	X		
Tumbaco	Tum			X	X		X
San Antonio de Sap Pichincha						X	X

Fuente: (Secretaría del Ambiente, 2017)

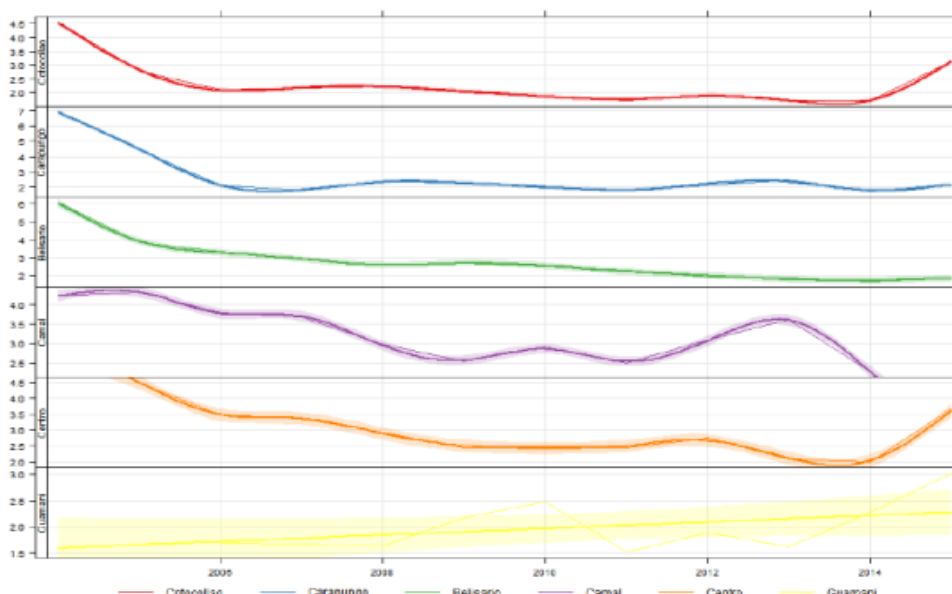
Los datos obtenidos por estas estaciones son confiables ya que desde el año 2006 que se mide el monóxido de carbono se tiene el 96.11% de datos válidos capturados por las estaciones. Se descarta un registro cuando este no cumple con los criterios de cobertura temporal, ya que puede afectar en la representatividad.

El monóxido de carbono en Quito proviene en su gran mayoría del parque automotor y se ve más concentrado en las horas y los meses con temperaturas más bajas ya que se produce un mayor efecto en los arranques cuando se tiene estas condiciones; en el año 2016 se tiene las mayores concentraciones de CO en los meses de abril octubre y noviembre (temperaturas más

bajas), y las menores concentraciones en los meses de julio y agosto debido a temperaturas más altas y menos viajes debido a vacaciones en planteles educativos (Ver Figura 132). La tendencia de este gas contaminante durante el período entre el año 2004 y 2012 ha sido en decremento, sin embargo, desde el año 2013 se observa una tendencia a incrementar (Ver Figura 133)



**Figura 132.** Concentraciones medias mensuales de CO (mg/m<sup>3</sup>) en los años 2015 y 2016.  
Fuente: (Secretaría del Ambiente, 2017)



**Figura 133.** Tendencias CO (mg/m<sup>3</sup>) 2004.2016, máximo promedio octohorario.  
Fuente: (Secretaría del Ambiente, 2017)

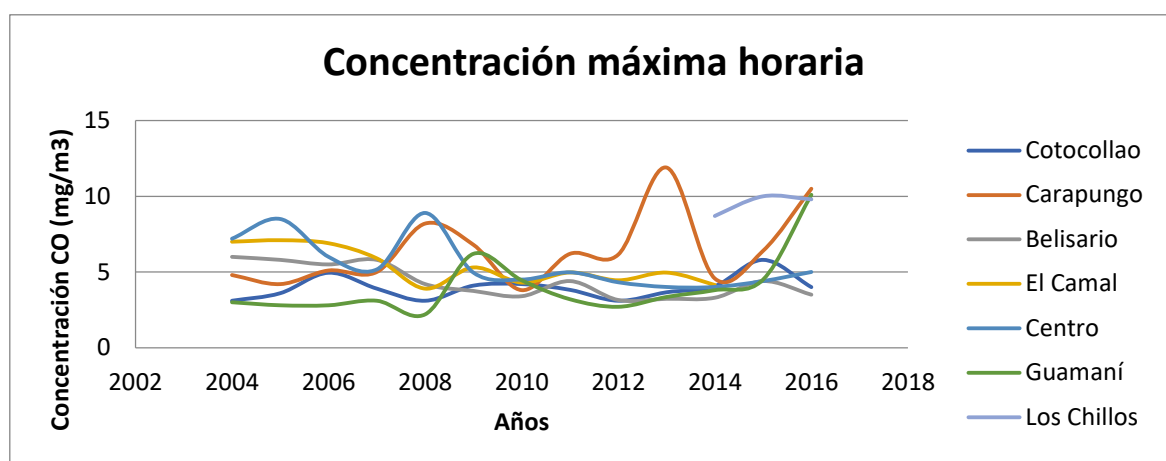
Recopilando los resultados presentados en los informes anuales de la Secretaría del Ambiente a partir del año 2004 en cuanto al monóxido de carbono, cada informe contiene dos estadísticas que son: las concentraciones máximas promedio en 1 hora y las concentraciones máximas promedio en ocho horas de CO en  $\text{mg}/\text{m}^3$  que se muestran a continuación en la Tabla 37 y 38. Con base en estos datos estadísticos se ha elaborado las Figuras 134 y 135 respectivamente.

**Tabla 37.**

*Concentraciones máximas promedio horario de CO expresadas en  $\text{mg}/\text{m}^3$*

Máximo horario							
Año	Cotocollao	Carapungo	Belisario	El Camal	Centro	Guamaní	Los Chillos
2016	4	10,5	3,5		5	10,1	9,8
2015	5,8	6,4	4,4		4,4	4,5	10
2014	4,07	4,57	3,3	4,14	4,01	3,8	8,7
2013	3,66	11,9	3,23	4,96	4,01	3,35	
2012	3,1	6,15	3,15	4,45	4,32	2,7	
2011	3,82	6,2	4,4	4,97	4,98	3,2	
2010	4,2	3,8	3,4	4,3	4,5	4,45	
2009	4,1	6,8	3,75	5,3	4,96	6,2	
2008	3,1	8,2	4,2	3,9	8,9	2,2	
2007	3,9	5	5,8	5,9	5,17	3,1	
2006	4,95	5,1	5,5	6,9	6	2,8	
2005	3,6	4,2	5,8	7,1	8,5	2,8	
2004	3,1	4,8	6	7	7,2	3	

Fuente: Secretaría del Ambiente, informes anuales. Elaboración propia



**Figura 134.** Tendencias de las concentraciones horarias de CO por estación.


Fuente: Secretaría del Ambiente.

La Figura 130 muestra los índices de concentración máxima en 1 hora, este valor se obtiene del promedio aritmético de las concentraciones de 10 minutos de la hora correspondiente, y se selecciona el mayor promedio de cada día (Secretaría del Ambiente, 2017); en la Figura se muestra que desde el año 2004 se tiene una tendencia decreciente hasta el año 2010 en el cual todas las estaciones tienen su menor concentración y se mantienen relativamente constante hasta el año 2014 donde las concentraciones empiezan a aumentar. Una de las estaciones con las concentraciones más altas es Carapungo y desde el año 2014 se implementan estas máquinas en la estación Los Chillos.

**Tabla 38.**

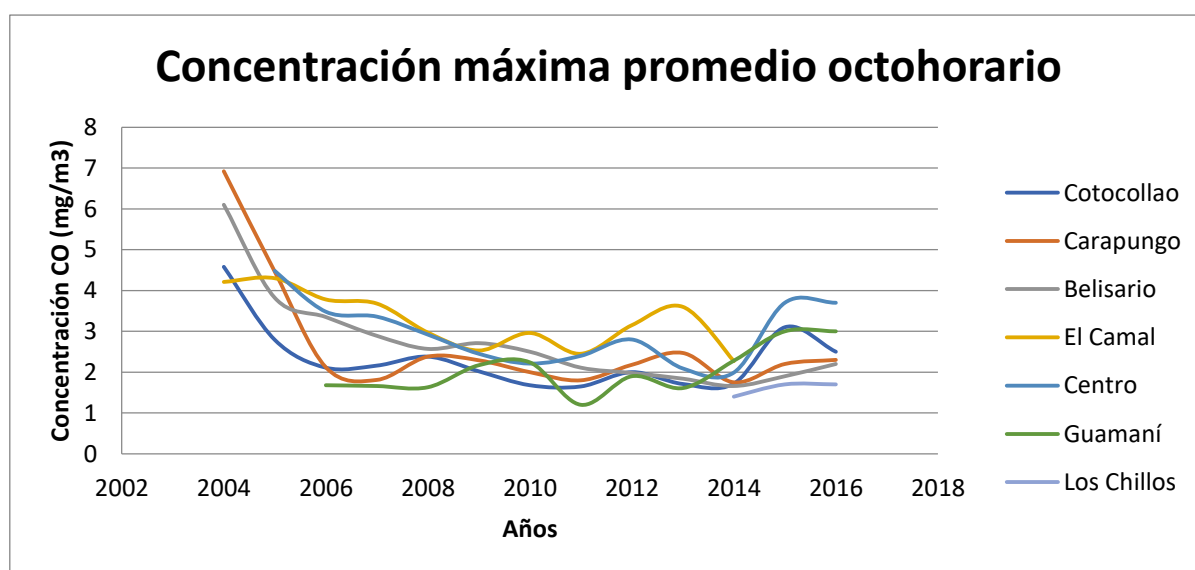
*Concentraciones máximas promedio de ocho horas de CO expresadas en mg/m<sup>3</sup>*

Máximo promedio octohorario							
Año	Cotocollao	Carapungo	Belisario	El Camal	Centro	Guamaní	Los Chillos
2016	2,5	2,3	2,2		3,7	3	1,7
2015	3,1	2,2	1,9		3,7	3	1,7
2014	1,72	1,75	1,66	2,27	1,99	2,28	1,4
2013	1,71	2,47	1,84	3,6	2,09	1,61	

CONTINÚA 

2012	2	2,18	1,98	3,15	2,8	1,9
2011	1,65	1,8	2,11	2,45	2,4	1,2
2010	1,68	2	2,5	2,96	2,21	2,24
2009	2,02	2,29	2,71	2,53	2,45	2,17
2008	2,38	2,38	2,57	2,97	2,92	1,63
2007	2,16	1,81	2,89	3,68	3,36	1,66
2006	2,11	2,12	3,35	3,78	3,48	1,68
2005	2,79	4,46	3,82	4,3	4,48	
2004	4,58	6,92	6,1	4,21		

Fuente: Secretaría del Ambiente, informes anuales. Elaboración propia



**Figura 135.** Tendencias de las concentraciones octo-horarias de CO por estación.

Fuente: Secretaría del Ambiente.

La Figura 135 muestra las concentraciones en 8 horas consecutivas, para hallar estos índices se utilizan las concentraciones horarias (calculadas como el promedio aritmético de los registros de 10 minutos). El promedio de 8 horas para una hora determinada se calcula con las concentraciones de siete horas anteriores. Para cada día existen 24 concentraciones en 8 horas que se calculan de la forma indicada. Se selecciona el mayor promedio de cada día (Secretaría del Ambiente, 2017). Esta figura muestra que desde el año 2004 hasta el 2006 se



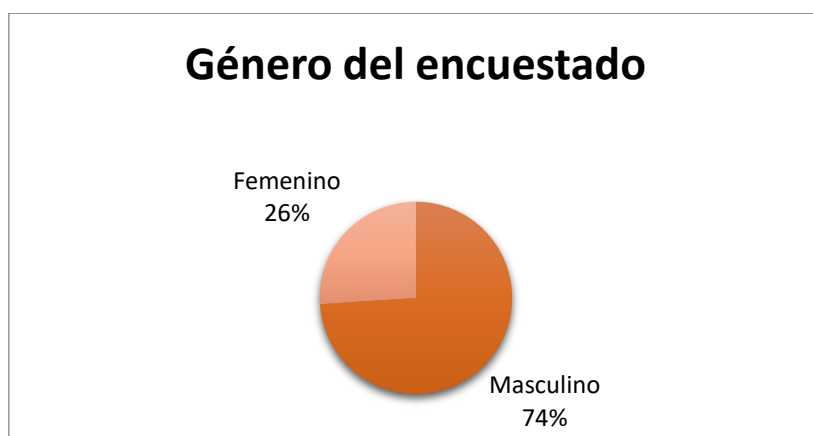
ha tenido un decremento y los valores se han mantenido relativamente constantes hasta el año 2014 donde se visualiza que los índices han empezado a aumentar.

### 1.3 Tabulación de las encuestas a los usuarios de BiciQuito

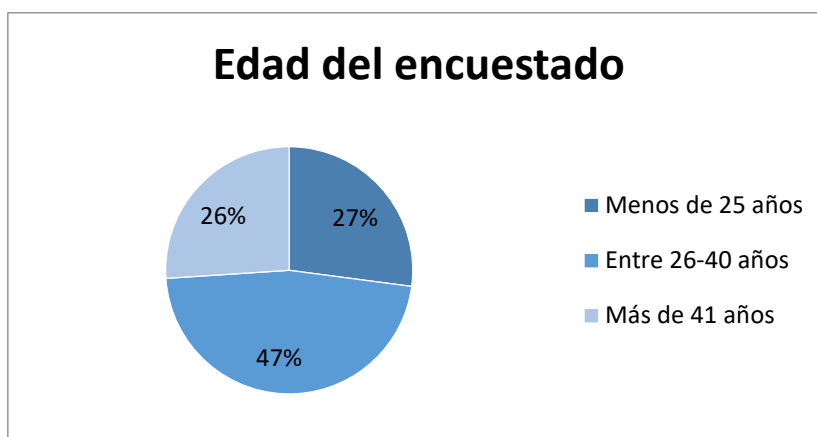
Luego de haber realizado las 96 encuestas en las estaciones de préstamo de bicicletas del Sistema BiciQuito (Ver Figura 136) como se indicó en el Capítulo 3, se han obtenido los siguientes datos que se muestran a continuación desde la Figura 137 hasta la Figura 151.



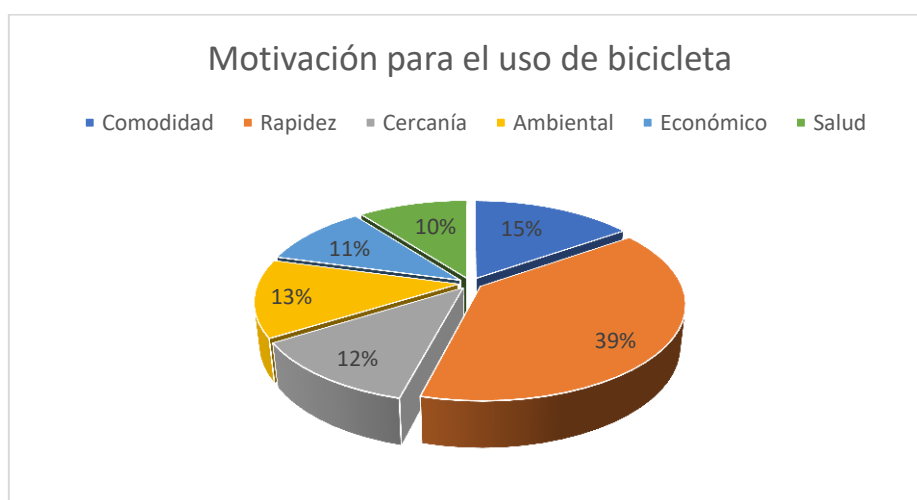
**Figura 136.** Realización de las encuestas a los usuarios del sistema BiciQuito.  
Fuente: Trabajo de campo.



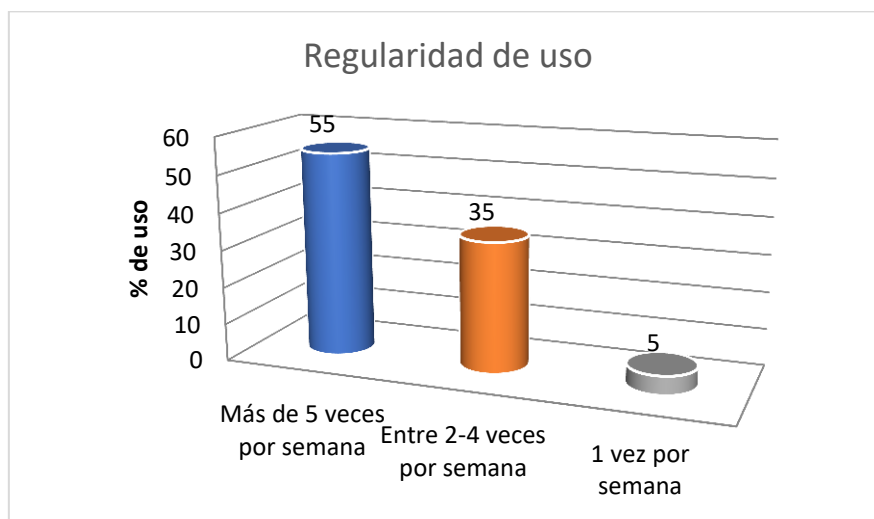
**Figura 137.** Género de los encuestados.



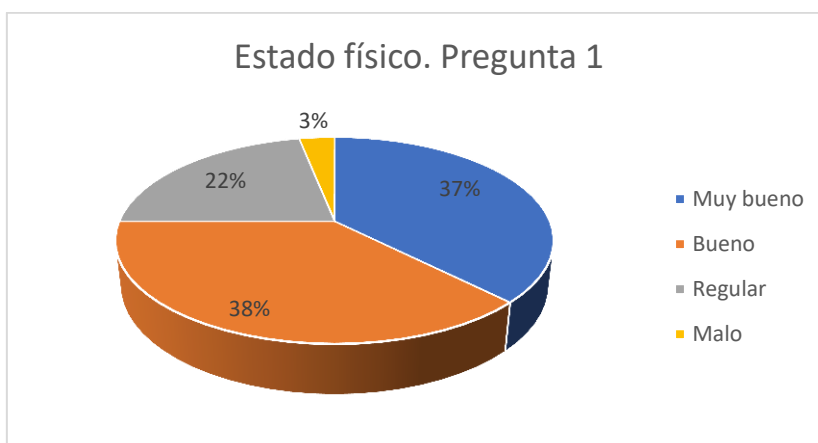
**Figura 138.** Rango de edades de los encuestados.



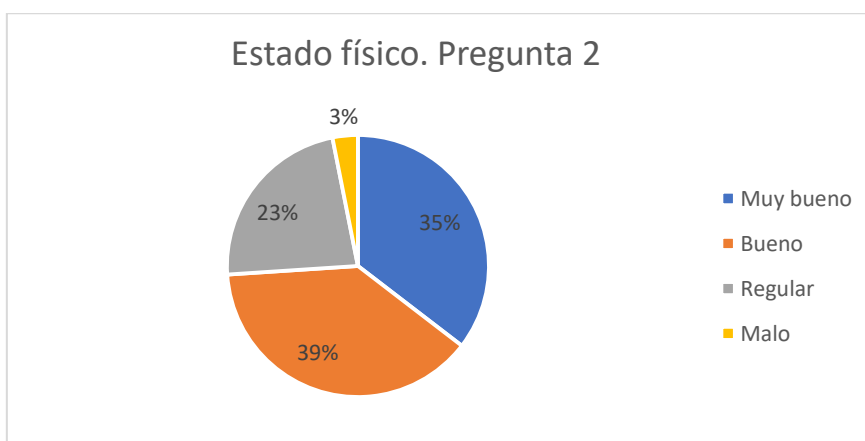
**Figura 139.** Motivaciones de los encuestados para el uso de la bicicleta.



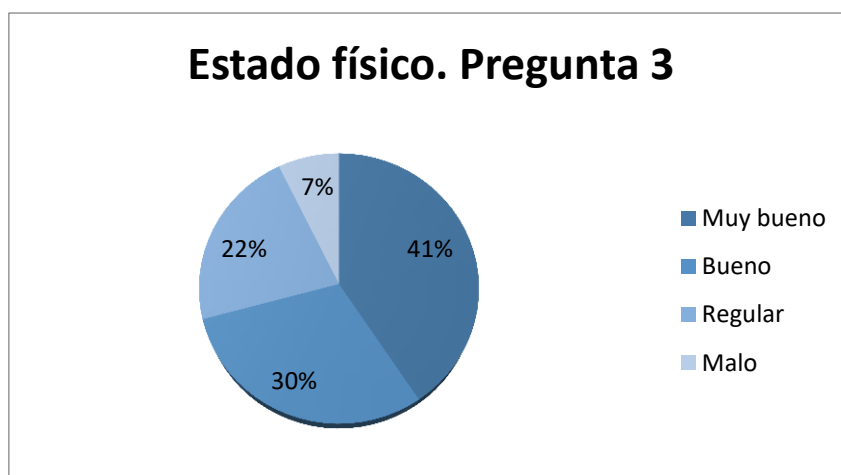
**Figura 140.** Regularidad de uso semanal de los encuestados.



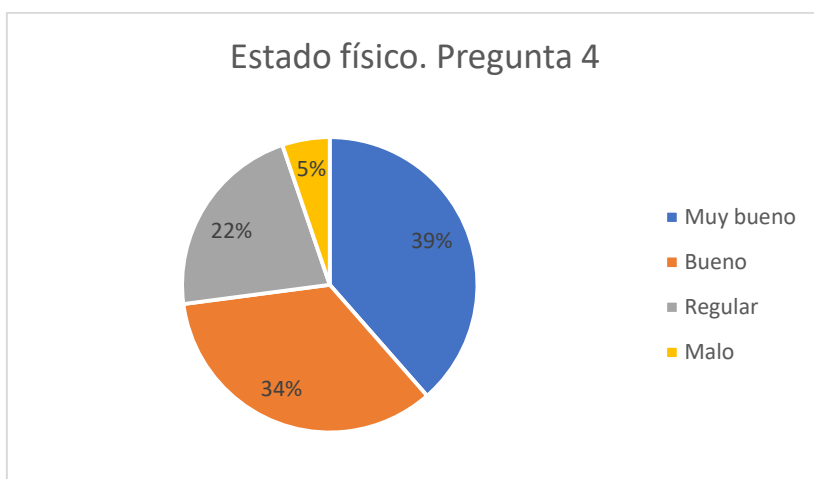
**Figura 141.:** La Ciclovía está marcada claramente?



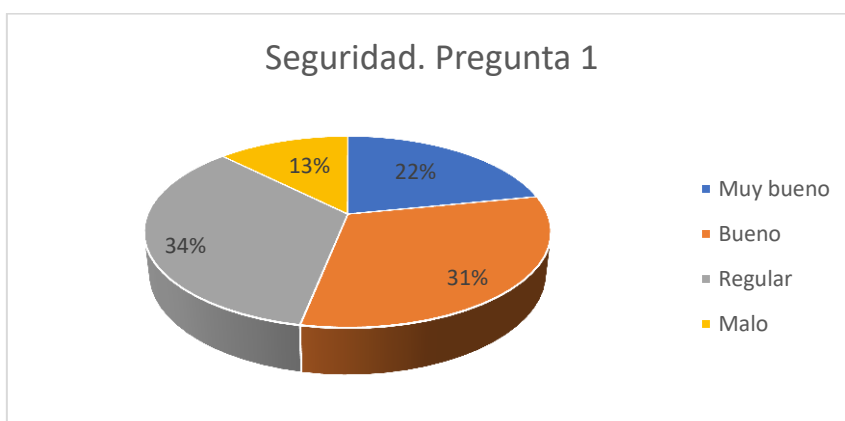
**Figura 142.** La señalización es clara en la Ciclovía?



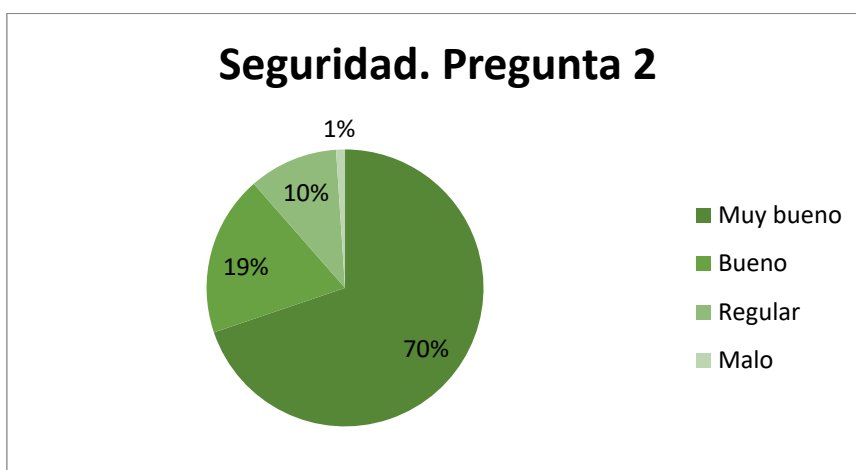
**Figura 143.** La Ciclovía tiene buena conectividad?



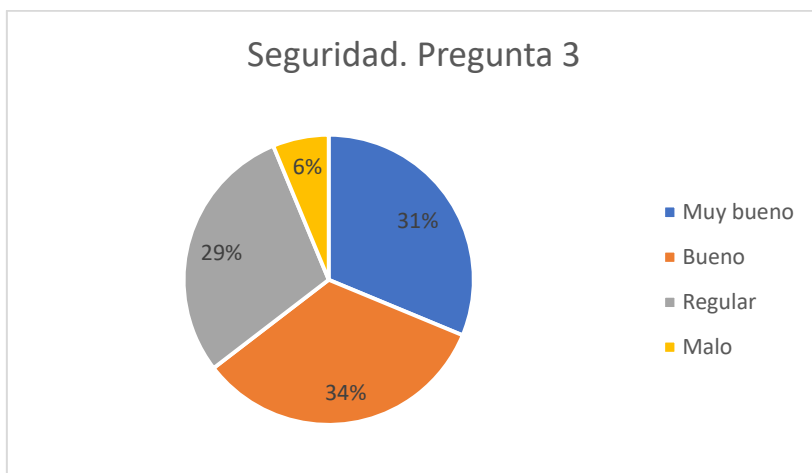
**Figura 144.** La Ciclovía se encuentra sin baches u hoyos?



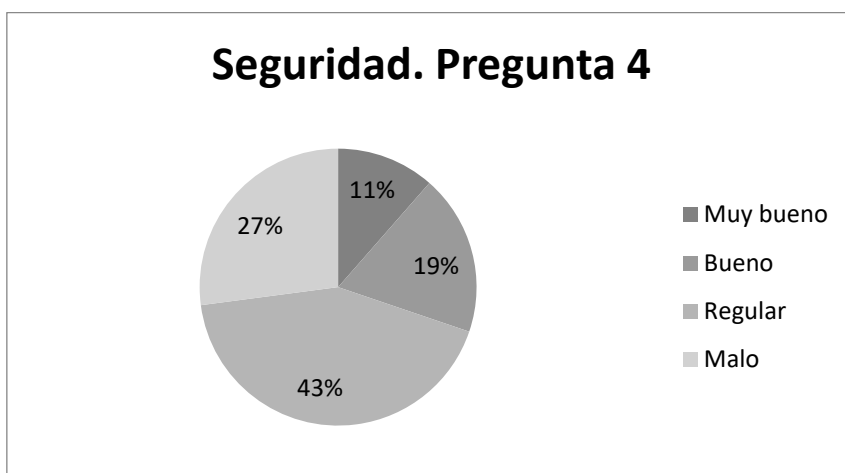
**Figura 145.** Hay facilidades para el usuario en las intersecciones?



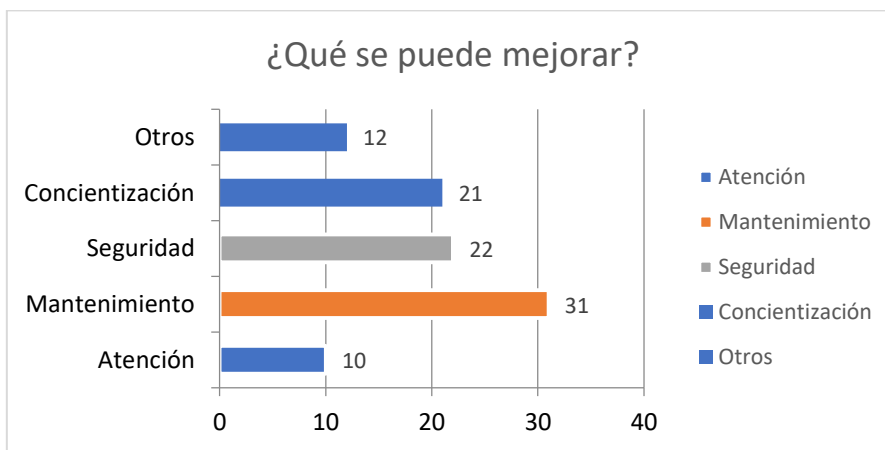
**Figura 146.** El ancho de la Ciclovía es el adecuado?



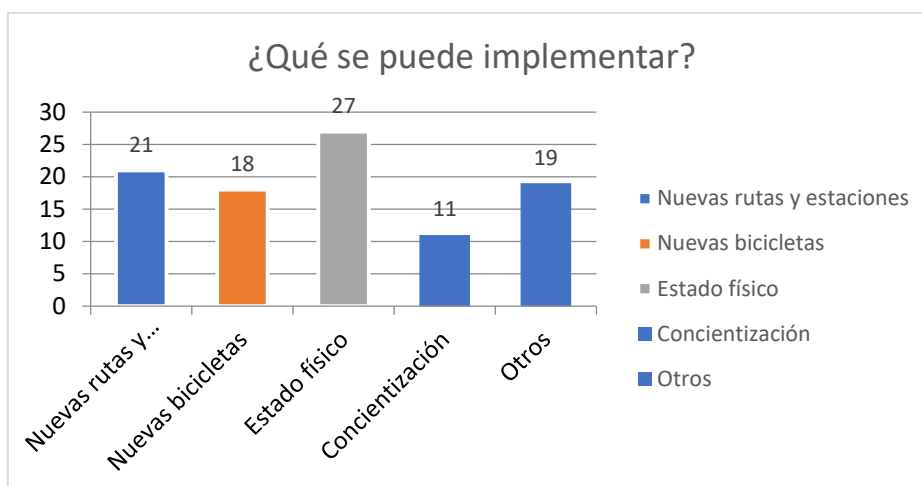
**Figura 147.** Las bicicletas se encuentran en buen estado?



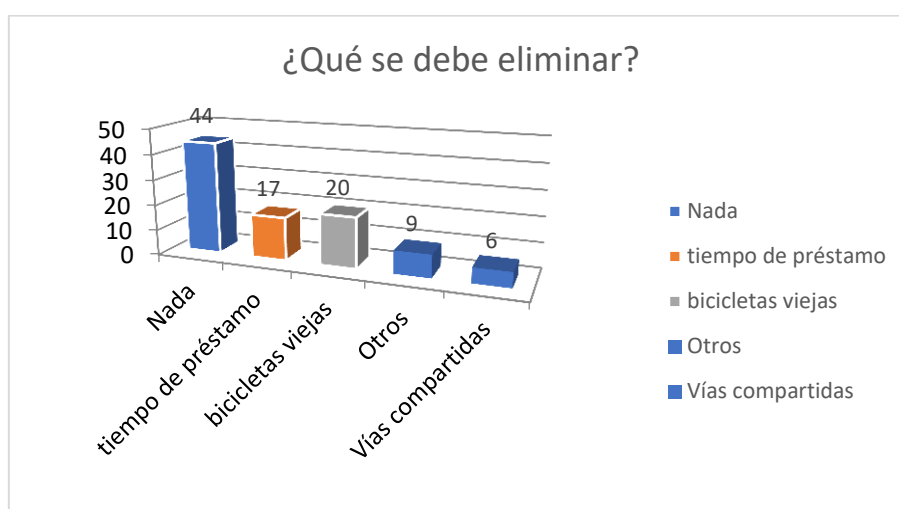
**Figura 148.** Se siente físicamente protegido de los vehículos?



**Figura 149.** Demandas y propuestas para mejorar este servicio.



**Figura 150.** Demandas y propuestas para implementar en este servicio.




**Figura 151.** Demandas y propuestas para eliminar en este servicio.

Finalmente, se ha realizado una Matriz Origen-Destino que ayuda a determinar cuántos kilómetros promedio son recorridos en cada viaje de bicicleta, para ello se creó un cuadro de distancias en Km entre cada parada de BiciQuito como se observa a continuación en la Tabla 39. Así mismo, se presenta a continuación la misma Matriz ingresando cuántos viajes se realizan entre cada estación, para luego determinar los kilómetros recorridos (Ver Tabla 40) y así poder expresar el número de viajes en kilómetros recorridos y promedio de km en cada viaje. (Ver Tabla 41).

**Tabla 39.**  
*Distancias en Km entre las diferentes paradas del Sistema BiciQuito*

Origen																								
Destino	Sto. Domingo	Alameda	IESS	Ejido	U. Católica	Sta. Teresita	Admin La Mariscal	U. Central	Sta. Clara	Seminario Mayor	San Gabriel	Comil	FLACSO	Magap	Cámaras	Cruz del Papa	Portugal	Plaza Américas	Naciones Unidas	Admin. Norte	Estadio	La Y	Floresta	Guápulo
Sto.	0,00	1,10	2,10	2,60	3,40	3,20	3,70	2,90	3,20	3,80	5,20	4,20	4,60	4,70	5,20	5,80	6,30	6,20	6,80	6,90	6,80	7,70	4,00	4,90
Domingo																								
Alameda	1,10	0,00	0,75	1,40	2,10	2,00	2,50	1,70	1,90	2,60	4,10	2,90	3,30	3,60	3,90	4,50	5,10	5,00	5,50	5,70	5,60	6,60	2,50	3,70
IESS	2,10	0,75	0,00	0,55	1,50	1,20	1,60	0,95	1,10	1,90	3,30	2,10	2,70	2,60	3,10	3,80	4,30	4,30	4,70	4,90	4,80	5,80	2,80	3,00
Ejido	2,60	1,40	0,55	0,00	1,00	0,65	1,30	0,75	1,00	1,70	3,10	1,50	2,10	2,10	2,60	3,20	3,80	4,10	4,20	4,40	4,20	5,70	1,60	2,50
U. Católica	3,40	2,10	1,50	1,00	0,00	0,85	1,00	1,60	1,20	2,00	3,40	1,60	1,80	2,20	2,70	3,30	3,50	4,20	4,30	4,40	4,20	5,60	1,20	1,60
Sta. Teresita	3,20	2,00	1,20	0,65	0,85	0,00	0,65	1,00	0,40	1,30	2,60	0,90	1,50	1,50	2,00	2,70	3,00	3,60	3,60	3,70	3,60	4,90	2,00	2,10
Admin La Mariscal	3,70	2,50	1,60	1,30	1,00	0,65	0,00	1,80	1,20	1,70	2,80	1,00	1,00	1,60	2,00	2,60	2,70	3,50	3,50	3,80	3,40	5,00	1,60	1,50
U. Central	2,90	1,70	0,95	0,75	1,60	1,00	1,80	0,00	0,65	1,00	2,40	1,90	2,50	2,20	2,70	3,30	3,80	3,40	4,20	4,30	4,40	5,20	2,60	3,10
Sta. Clara	3,20	1,90	1,10	1,00	1,20	0,40	1,20	0,65	0,00	0,90	2,30	1,30	1,90	1,50	2,00	2,70	3,20	3,20	3,60	3,80	3,70	4,60	2,40	2,50
Seminario Mayor	3,80	2,60	1,90	1,70	2,00	1,30	1,70	1,00	0,90	0,00	1,50	1,30	1,90	1,60	2,00	2,70	3,20	2,50	3,30	3,50	3,70	4,30	2,90	3,40


CONTINÚA 

San Gabriel	5,20	4,10	3,30	3,10	3,40	2,60	2,80	2,40	2,30	1,50	0,00	2,00	2,10	1,50	1,40	1,90	2,50	1,10	2,10	2,20	2,40	2,80	4,20	3,30
Comil	4,20	2,90	2,10	1,50	1,60	0,90	1,00	1,90	1,30	1,30	2,00	0,00	0,75	0,75	1,20	1,90	2,40	2,70	2,80	3,00	2,90	4,20	2,30	1,60
FLACSO	4,60	3,30	2,70	2,10	1,80	1,50	1,00	2,50	1,90	1,90	2,10	0,75	0,00	0,65	1,10	1,60	1,70	2,60	2,50	2,90	2,40	4,00	2,20	1,40
Magap	4,70	3,60	2,60	2,10	2,20	1,50	1,60	2,20	1,50	1,60	1,50	0,75	0,65	0,00	0,55	1,20	1,60	2,10	2,20	2,40	2,20	3,50	2,80	1,90
Cámaras	5,20	3,90	3,10	2,60	2,70	2,00	2,00	2,70	2,00	2,00	1,40	1,20	1,10	0,55	0,00	0,65	1,60	1,50	1,60	1,80	1,90	2,90	3,20	2,10
Cruz del Papa	5,80	4,50	3,80	3,20	3,30	2,70	2,60	3,30	2,70	2,70	1,90	1,90	1,60	1,20	0,65	0,00	1,10	1,90	1,00	1,50	1,10	2,70	3,80	2,60
Portugal	6,30	5,10	4,30	3,80	3,50	3,00	2,70	3,80	3,20	3,20	2,50	2,40	1,70	1,60	1,60	1,10	0,00	2,20	1,20	1,80	0,70	3,10	3,70	2,50
Plaza Américas	6,20	5,00	4,30	4,10	4,20	3,60	3,50	3,40	3,20	2,50	1,10	2,70	2,60	2,10	1,50	1,90	2,20	0,00	1,30	1,40	1,60	1,80	4,70	3,60
Naciones Unidas	6,80	5,50	4,70	4,20	4,30	3,60	3,50	4,20	3,60	3,30	2,10	2,80	2,50	2,20	1,60	1,00	1,20	1,30	0,00	0,70	0,45	1,90	4,60	3,30
Admin. Norte	6,90	5,70	4,90	4,40	4,40	3,70	3,80	4,30	3,80	3,50	2,20	3,00	2,90	2,40	1,80	1,50	1,80	1,40	0,70	0,00	1,20	1,10	5,00	3,90
Estadio	6,80	5,60	4,80	4,20	4,20	3,60	3,40	4,40	3,70	3,70	2,40	2,90	2,40	2,20	1,90	1,10	0,70	1,60	0,45	1,20	0,00	2,30	4,40	3,20
La Y	7,70	6,60	5,80	5,70	5,60	4,90	5,00	5,20	4,60	4,30	2,80	4,20	4,00	3,50	2,90	2,70	3,10	1,80	1,90	1,10	2,30	0,00	6,10	5,00
Floresta	4,00	2,50	2,80	1,60	1,20	2,00	1,60	2,60	2,40	2,90	4,20	2,30	2,20	2,80	3,20	3,80	3,70	4,70	4,60	5,00	4,40	6,10	0,00	1,50
Guápulo	4,90	3,70	3,00	2,50	1,60	2,10	1,50	3,10	2,50	3,40	3,30	1,60	1,40	1,90	2,10	2,60	2,50	3,60	3,30	3,90	3,20	5,00	1,50	0,00



**Tabla 40.**  
*Número de viajes recorridos entre cada parada de BiciQuito*


Origen	Sto. Domingo	Alameda	IESS	Ejido	U. Católica	Sta. Teresita	Admin La Mariscal	U. Central	Sta. Clara	Seminario Mayor	San Gabriel	Comil	FLACSO	Magap	Cámaras	Cruz del Papa	Portugal	Plaza Américas	Naciones Unidas	Admin. Norte	Estadio	La Y	Floresta	Guápulo
Sto. Domingo	1	1						1																
Alameda	1		1	1	2			1				1	1		1		1							
IESS																								
Ejido	1			1			1						1	2		1								
U. Católica				1				1					1		1									
Sta. Teresita		1		1									1	1		1				2		1		
Admin La Mariscal				2												1	1							
U. Central					1	1		1				1	1		1									
Sta. Clara					1																			
Seminario						1																		

CONTINUA 

San Gabriel	1		1							1
Comil	1	1								1
FLACSO	1		1	1		1		1	1	
Magap	1			1				1	1	1
Cámaras	1	1	1	1				1		2
Cruz del Papa	1			1		1	1			1
Portugal								1	1	
Plaza								1		1
Américas										
Naciones Unidas										
Admin. Norte			1							1
Estadio	1			1				1	2	
La Y				1			1		1	
Floresta				1						1
Guápulo						1				

**Tabla 41.**  
*Número de viajes expresados en km recorridos, y promedio de km recorridos*

Origen Destino	Sto. Domingo	Alameda	IESS	Ejido	U. Católica	Sta. Teresita	Admin La Mariscal	U. Central	Sta. Clara	Seminario Mayor	San Gabriel	Comil	FLACSO	Magap	Cámaras	Cruz del Papa	Portugal	Plaza Américas	Naciones Unidas	Admin. Norte	Estadio	La Y	Floresta	Guápulo	Suma de km recorridos	Promedio de km	
Sto. Domingo	1,1	2,1						2,9																	6,10	2,03	
Alameda	1,1	0,8	1,4	2,1				1,7				2,9	3,3		3,9		5,1									29,95	2,72
IESS																										0,00	
Ejido	2,6		0,0				1,3						2,1	2,1		3,2										16,30	2,04
U. Católica				1,0					1,0				1,8		2,7											10,70	2,14
Sta. Teresita		2,0		0,8									1,5	1,5		2,7					3,7					19,45	2,43
Admin La Mariscal				1,3											2,0	2,6										7,20	1,80
U. Central					1,6	1,8		0,0				1,9	2,5		2,7											10,50	1,75
Sta. Clara					1,2																					1,20	1,20

CONTINÚA 



De la investigación realizada se muestra que en promedio los quiteños se desplazan alrededor de 2,17 km en cada viaje realizado en bicicleta, el mínimo recorrido que realizan es de 1, 20 km y el máximo es de 3,33 km.

Para analizar los resultados obtenidos con el modelo de la encuesta del Ing. Mesías, cabe recalcar que se hizo en los mismos puntos y en la misma relación donde él lo realizó, con la diferencia de que el total es de 96 encuestas. Las únicas estaciones que han variado desde el 2015 hasta ahora son: i) Plaza Grande, ubicada anteriormente en la calle Guayaquil, frente el antiguo Registro Civil, fue eliminada por la construcción de la Plaza Huerto San Agustín en noviembre del 2015, y no se volvió a habilitar. ii) Asamblea Nacional, como nos comenta el Sr. Roberto Morales se eliminó por dos motivos: muy pocos usuarios en la estación y pérdida de conectividad debido a la construcción del Bloque F y Plaza Vicente Piedrahita en la Asamblea Constituyente (Ver Figura 152). iii) Plaza de Toros, por motivos de construcción del Metro-Q fue reubicada en la Av. Amazonas e Isla Tortuga, sin embargo no ha vuelto a estar en funcionamiento desde entonces.

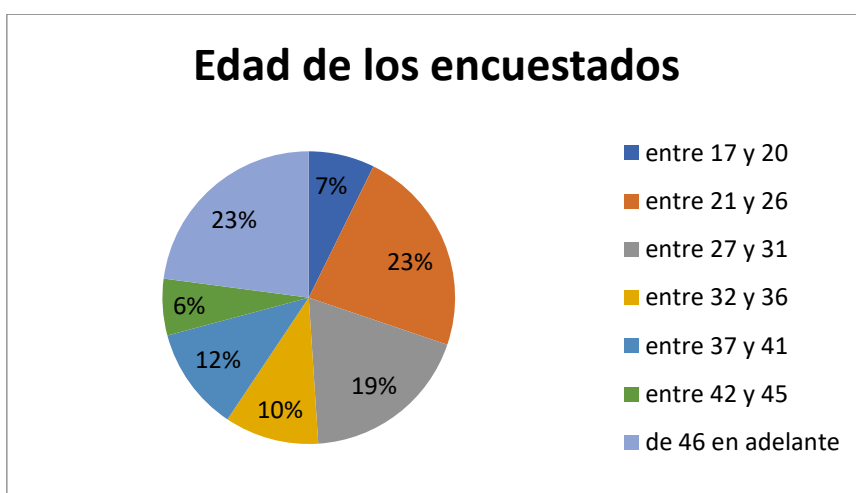


**Figura 152.** Pérdida de la continuidad de la Ciclovía a la altura de la Asamblea Constituyente.

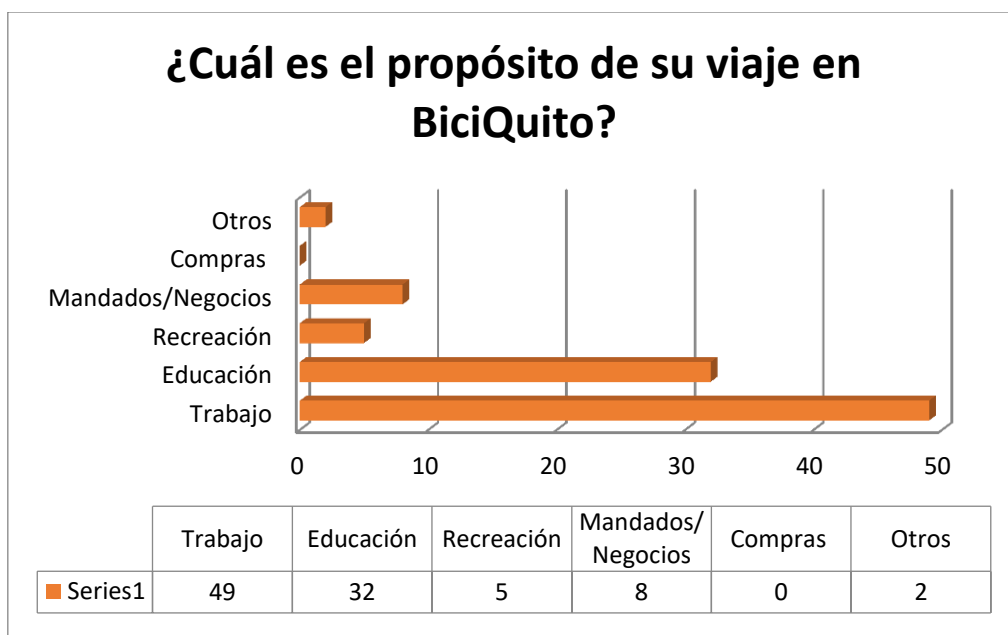
Fuente: Observación de campo.

En contraste con estas estaciones cerradas se han abierto dos estaciones con la finalidad de atender las necesidades de más usuarios, estas estaciones son: Estación La Floresta ubicada en el Parque Navarro, y la Estación Guápulo ubicada en el Mirador de Guápulo.

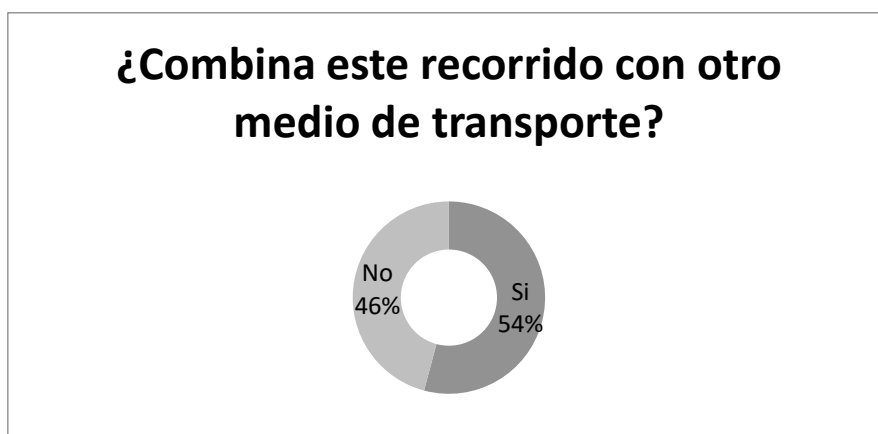
Los resultados obtenidos del modelo de las encuestas del Ing. Mesías se muestran a continuación en las Figuras 153 hasta la 171, posteriormente en la parte de discusión de los resultados se realizará una comparación entre ambos modelos y los resultados arrojados.



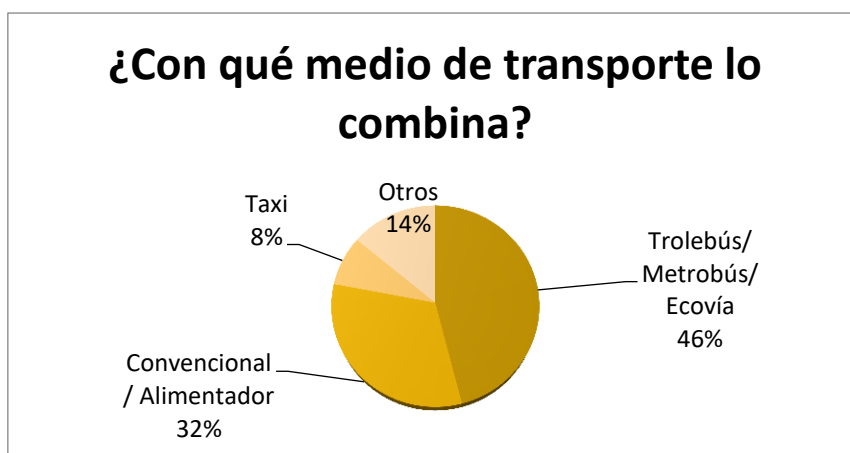
**Figura 153.** Rango de edad de los encuestados.



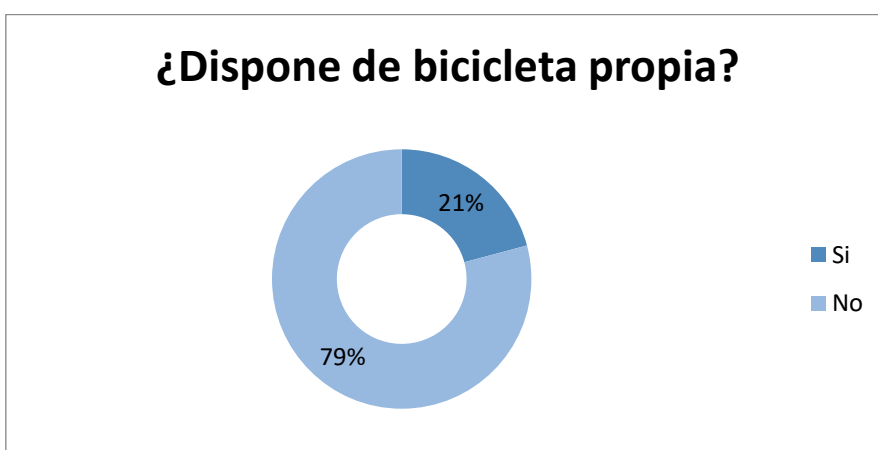
**Figura 154.** Propósito del viaje en el servicio BiciQuito.



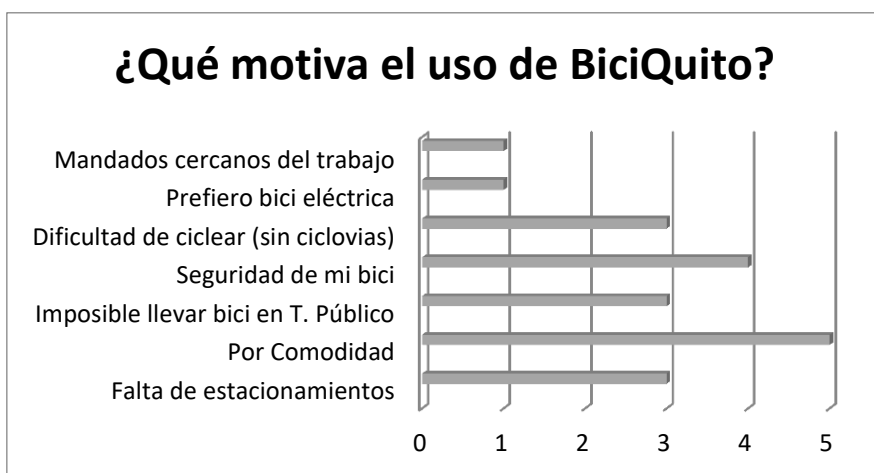
**Figura 155.** Porcentaje de encuestados que combinan su recorrido con otro medio de transporte.



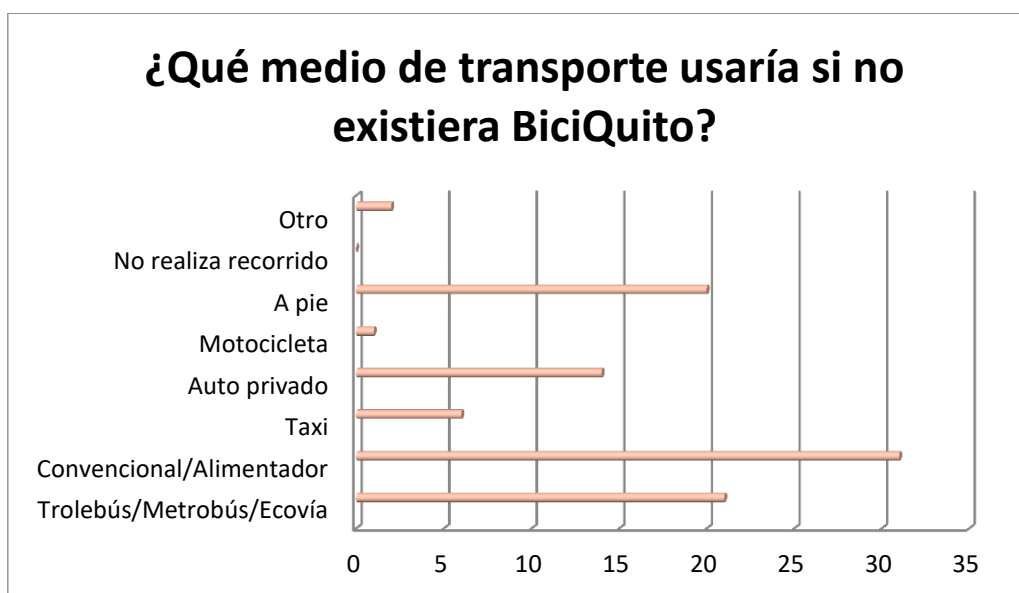
**Figura 156.** Con qué otros medios de transporte lo combinan?



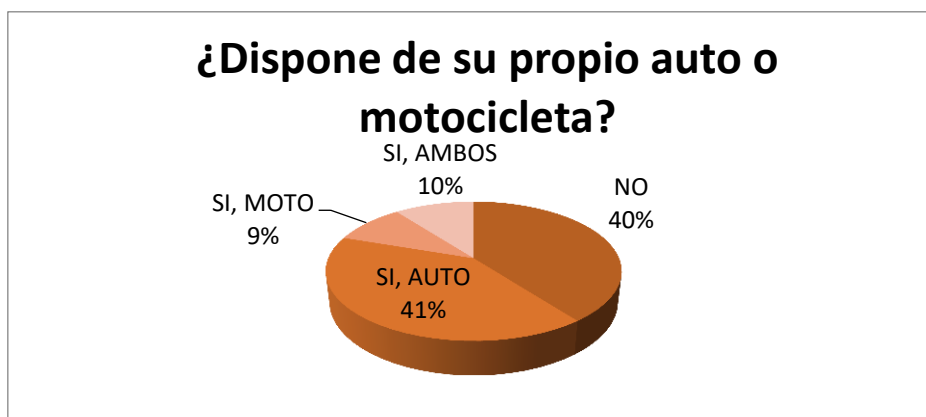
**Figura 157.** Porcentaje de encuestados que disponen de bicicleta propia.



**Figura 158.** Motivaciones para el uso del Sistema BiciQuito.

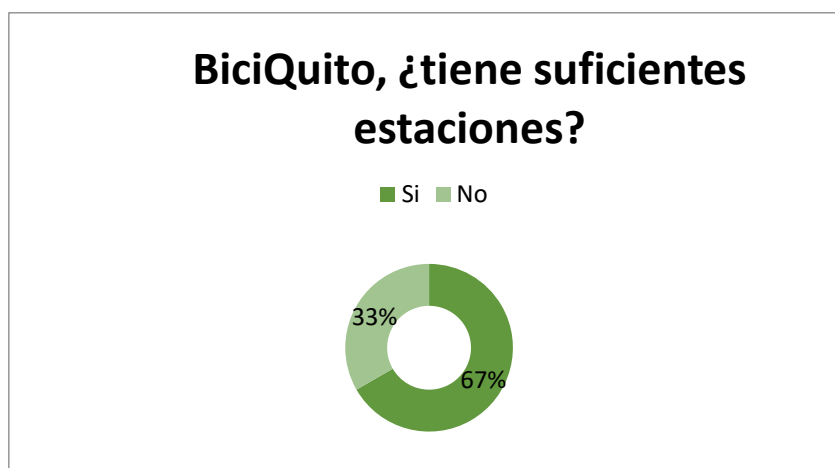


**Figura 159.** Opciones de otro medio de transporte a usar de no existir BiciQuito.  
Fuente: Elaboración propia.

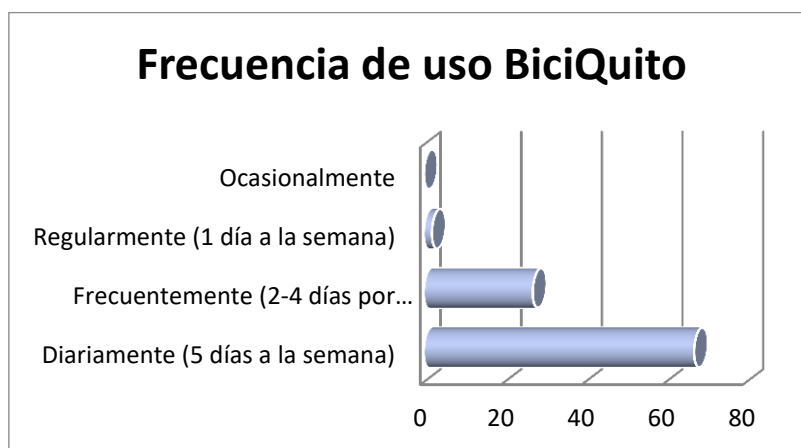


**Figura 160.** Porcentaje de los encuestados que disponen de auto o motocicleta.

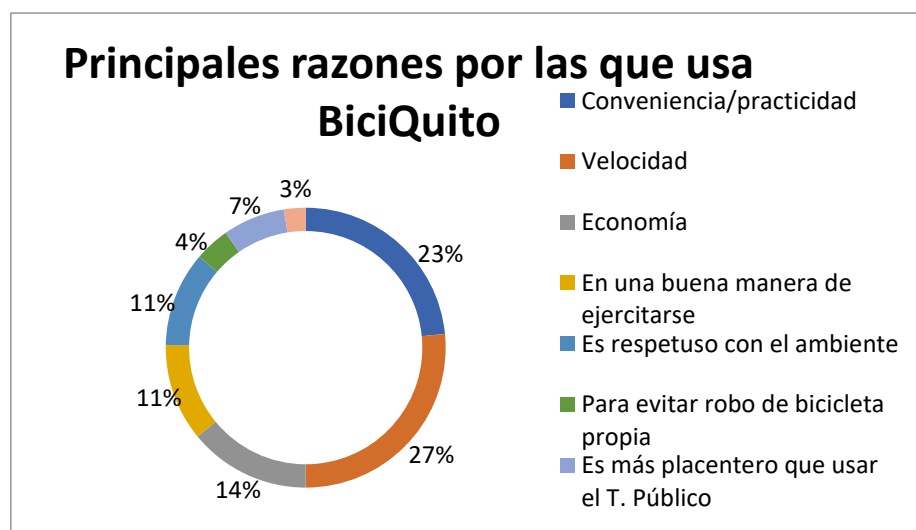




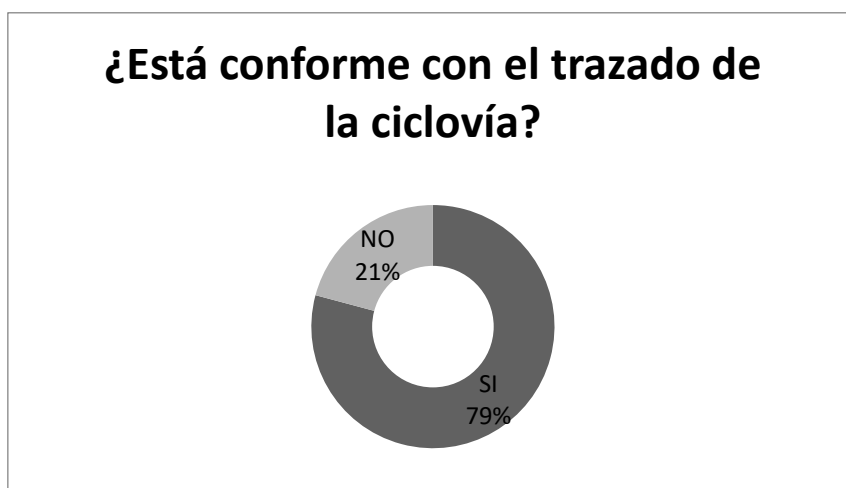
**Figura 161.** Consideración de la cantidad de estaciones por parte de los usuarios.



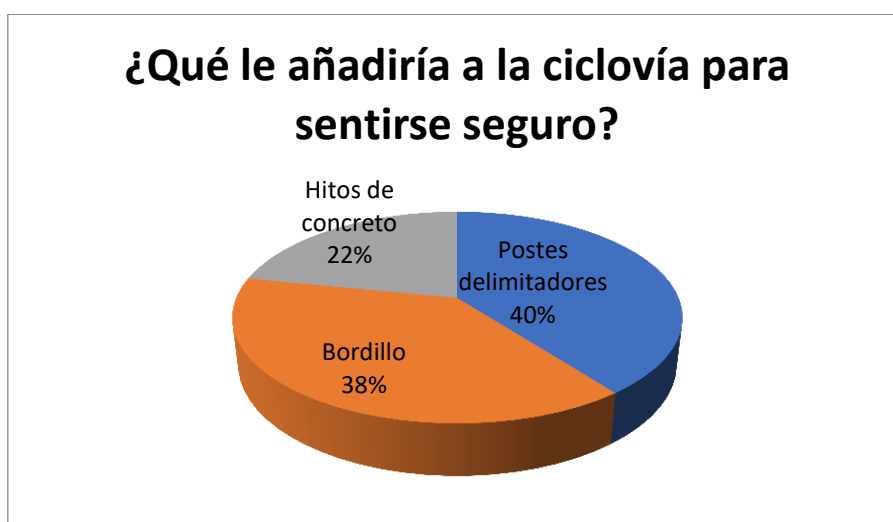
**Figura 162.** Frecuencia de uso de este Sistema.



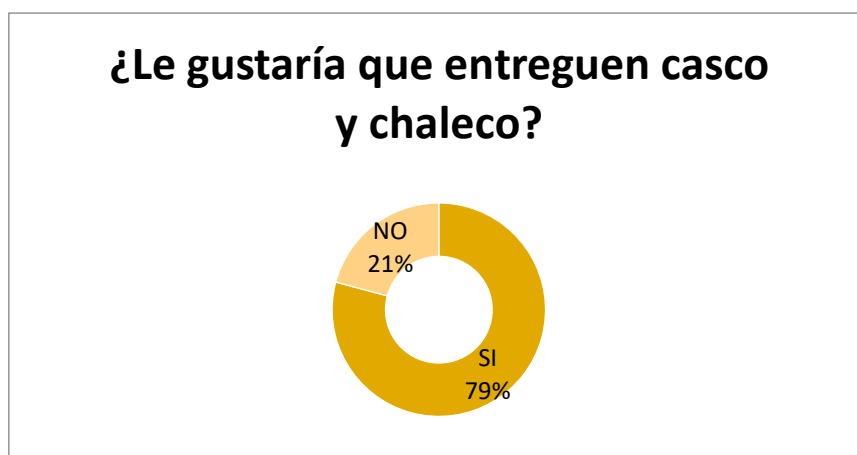
**Figura 163.** Principales razones para el uso de BiciQuito.



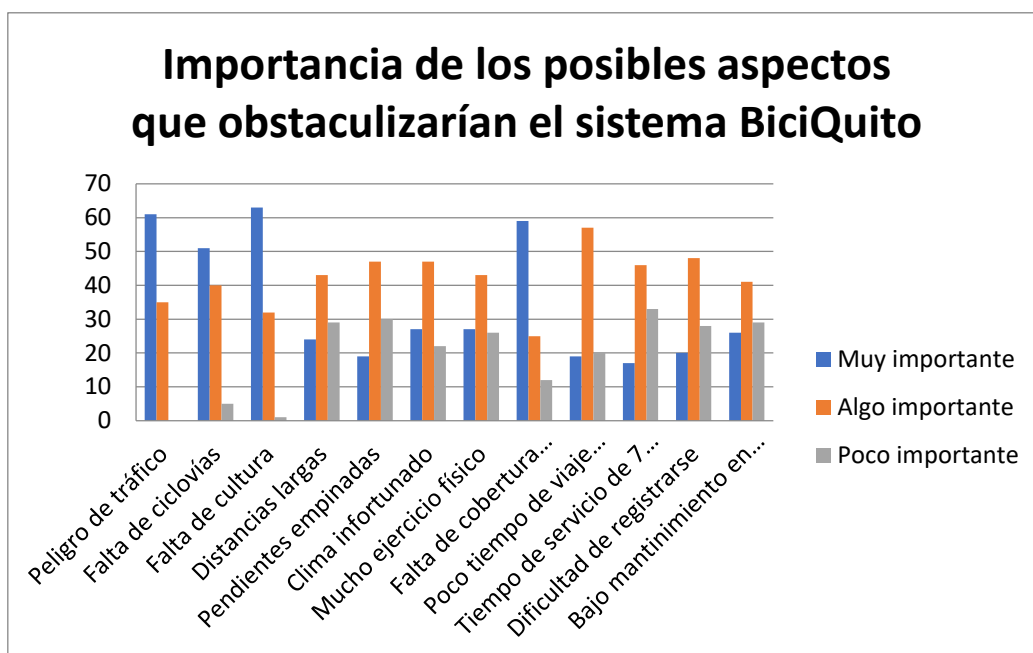
**Figura 164.** Porcentaje de conformidad con el trazado de la Ciclovía.



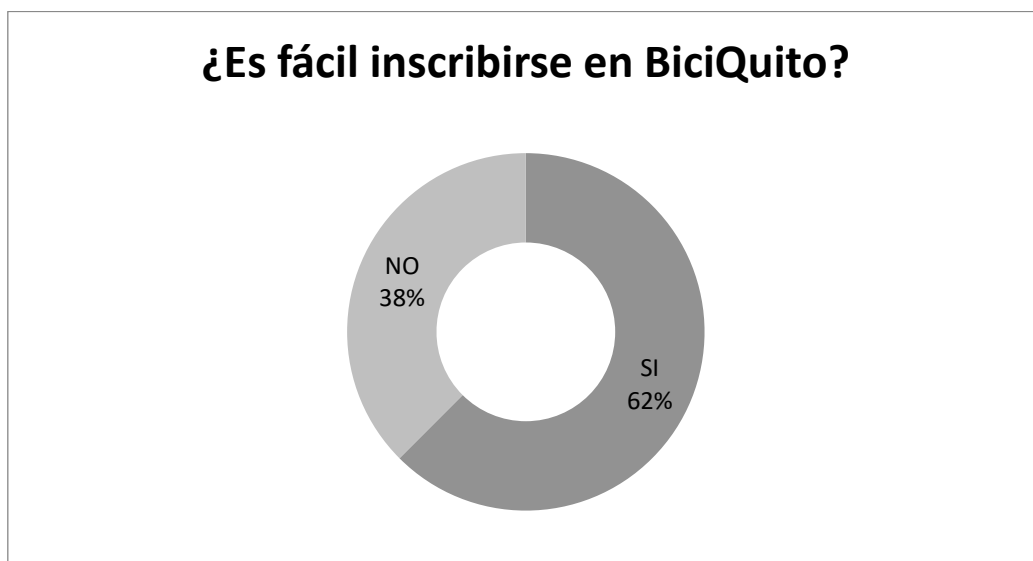
**Figura 165.** Seguridades adicionales a la Ciclovía solicitadas por usuarios.



**Figura 166.** Opinión de usuarios sobre chaleco y casco.



**Figura 167.** Importancia de los aspectos que posiblemente obstaculizarían el Sistema BiciQuito.



**Figura 168.** Consideración de los encuestados en cuanto a la inscripción en el Sistema.



**Figura 169.** Consideración de los encuestados sobre la rapidez de entrega de bicicletas en este Sistema.



**Figura 170.** Calificación sobre el estado de las bicicletas.



**Figura 171.** Calificación de encuestados sobre la atención en las estaciones.

## 2. Discusión de los resultados

Luego de la aplicación de las encuestas realizadas en esta investigación, se verifica que la mayoría de los usuarios son hombres (74% de la población encuestada), los usuarios son relativamente jóvenes (74% entre 25- 40 años), el motivo principal de uso de bicicleta es la rapidez (39%) mientras que el ambiental es sólo el 13%, más de la mitad de encuestados utilizan este sistema todos los días, en cuanto al estado físico de la Ciclovía el 75% de encuestados creen que la vía está marcada claramente, 74% que la señalización es clara, 71% que tiene buena conectividad y 73% que la vía se encuentra sin baches u hoyos. Estas estadísticas demuestran que las ciclovías están en buen estado, y cumplen con los estándares de confortabilidad para el usuario.

En cuanto a la seguridad de la Ciclovía las respuestas fueron: 53% de encuestados creen que hay facilidades para el cruce de ciclistas en las intersecciones, 89% que el ancho de la Ciclovía es adecuado, 65 % que las bicicletas se encuentran en buen estado, sin embargo, sólo el 30% se siente físicamente protegido de los vehículos. Estas estadísticas demuestran que se deben implementar semáforos exclusivos para ciclistas que ayuden el cruce en las intersecciones, así como separar físicamente las ciclovías con bordillos o postes delimitadores, es decir aumentando los km de vía en carril segregado para brindar sensación de seguridad al ciclista.

Las preguntas abiertas en cuanto a demandas y propuestas se han tabulado con las respuestas más reiteradas por parte del usuario y dejando en el capo de “otros” a aquellas que no eran frecuentes, sino más bien únicas. De esta forma se tiene:

- i) ¿Qué se puede mejorar? 33% de los encuestados cree que se debe mejorar el mantenimiento a las bicicletas, y 22% la seguridad que incluye semaforización,

señalización vertical y horizontal y el mantenimiento de las vías, 21% mejorar el respeto al ciclista por medio de campañas de concientización y en el 12% de “otros” se incluye: extender el horario de atención, podar ramas en Ciclovía y dotar de cadenas para parquear la bicicleta

- ii) ¿Qué se debe implementar? 27% consideran que es necesario mejorar el estado físico es decir: semáforos y vías segregadas, 21% nuevas estaciones y rutas hacia el norte y sur de la ciudad, y en lugares con conectividad hacia otros transportes como El Playón de la Marín, Quitumbe, y Estación Río Coca, el 19% de “otros” incluye el cobro de una mensualidad para mantenimiento, el préstamo automático de bicicletas, auxilio mecánico en estaciones, y control de policías metropolitanos para respetar al ciclista.
- iii) ¿Qué se debe eliminar? El 44% de los encuestados cree que no se debe eliminar nada, el 20% las bicicletas que tengas muchos años de uso y el 17% las restricciones del tiempo de préstamo. El 8% de “otros” incluye eliminar el papeleo para la renovación del carnet, el personal para el préstamo de bicicletas pues en otros países esto es automático y el carril compartido en el centro histórico con El Trole

Todas estas demandas y propuestas obtenidas desde los usuarios ayudan a comprender la situación diaria que viven ellos como ciclista, están encaminadas a mejorar e implementar elementos en el servicio que impulsen el transporte no motorizado y atraigan a más ciudadanos a utilizar este modo de transporte.

Luego de aplicar las encuestas del Ing. Mesías se llega a los siguientes resultados: hombres mayoría de usuarios (74% del total), la edad de los encuestados se divide en más categorías por lo cual se puede identificar que la población entre 21 y 31 años así como desde los 46

años en adelante son la mayoría de los usuarios. El propósito del viaje en bicicleta es en su mayoría trabajo y educación, y conocer estos segmentos ayuda a identificar hacia qué sectores se pueden plantear estrategias para atraer a más gente hacia este servicio. El 54% de los encuestados combina este recorrido con otros medios de transporte, lo cual equivale a aproximadamente la mitad de encuestados, e invita a pensar que tan sólo la Ciclovía no es suficiente para cubrir la totalidad de los desplazamientos; del total de personas que si lo combinan el 78% lo hacen con sistemas BRT y en buses convencionales. El 79% de encuestados no disponen de bicicleta propia; y de las personas que si disponen de bicicleta propia prefieren usar este servicio por comodidad o seguridad de su bicicleta propia en su mayoría, así como también manifestaron que es imposible llevar su bicicleta en transporte público desde lugares alejados al hipercentro, como por ejemplo, los valles.

Se planteó la opción de: ¿Qué transporte se usaría de no existir este sistema? y las respuestas más populares fueron: bus convencional, sistemas BRT, o a pie; aun así el auto privado no es una opción popular entre los encuestados, lo cual invita a pensar que la congestión, los largos tiempos de viaje y la dificultad de estacionamiento desmotivan el uso de auto privado dentro de la ciudad para viajes cortos. El 40% de los encuestados tienen auto propio y el 41% no disponen ni de motocicleta ni de auto, lo cual ratifica que mucha gente aun teniendo auto propio prefiere usar bicicleta. El 67% de encuestados opina que el Sistema sí cuenta con suficientes estaciones, lo cual se asemeja al resultado obtenido en las propuestas a implementarse por los usuarios en la encuesta anterior.

La frecuencia de uso es en su mayoría los 5 días de la semana. Conveniencia, velocidad y economía son las principales razones para usar este sistema (juntas equivalen al 64%), la razón ambiental equivale solamente al 11%. El 79% de los encuestados si está conforme con el trazado de la Ciclovía, lo cual es similar a la pregunta de la encuesta anterior donde se

pregunta si la Ciclovía tiene buena conectividad. Para dar más seguridad a la Ciclovía el 40% de los encuestados cree que los postes delimitadores son la mejor opción, y los hitos de concreto son la opción menos popular. El 79% de los encuestados si considera que es una buena opción que se entregue casco y chaleco; del porcentaje que no está de acuerdo, algunas personas manifestaron que son artículos de uso personal y cada usuario debería precautelar su propia seguridad.


Se realizó una valoración de la importancia de ciertos factores que podrían obstaculizar el servicio, entre los más importantes están el peligro de tráfico, falta de ciclovías, falta de cobertura y falta de cultura; mientras que entre los menos importantes están el tiempo de servicio y las pendientes empinadas. El 62% de los encuestados consideran que sí es fácil inscribirse en este sistema, el 85% creen que si es rápida la entrega de las bicicletas, el 91% considera que las bicicletas si están en buen estado y el 96% están contentas con la atención del personal en las estaciones.

Otra de las preguntas planteadas pide a los encuestados que manifiesten un lugar específico donde ellos consideran que es necesario colocar más estaciones de este sistema, todas las respuestas se muestran a continuación en la Tabla 42 y entre las más populares están el Playón de la Marín, la estación Rio Coca, la Universidad de las Américas (Udla), el Hospital Baca Ortiz y la Magdalena al sur de la ciudad. Todas estas posibles estaciones ayudarían a la conexión entre otros sistemas de transporte y la bicicleta de forma directa.

**Tabla 42.**

*Opciones de estaciones solicitadas por encuestados.*

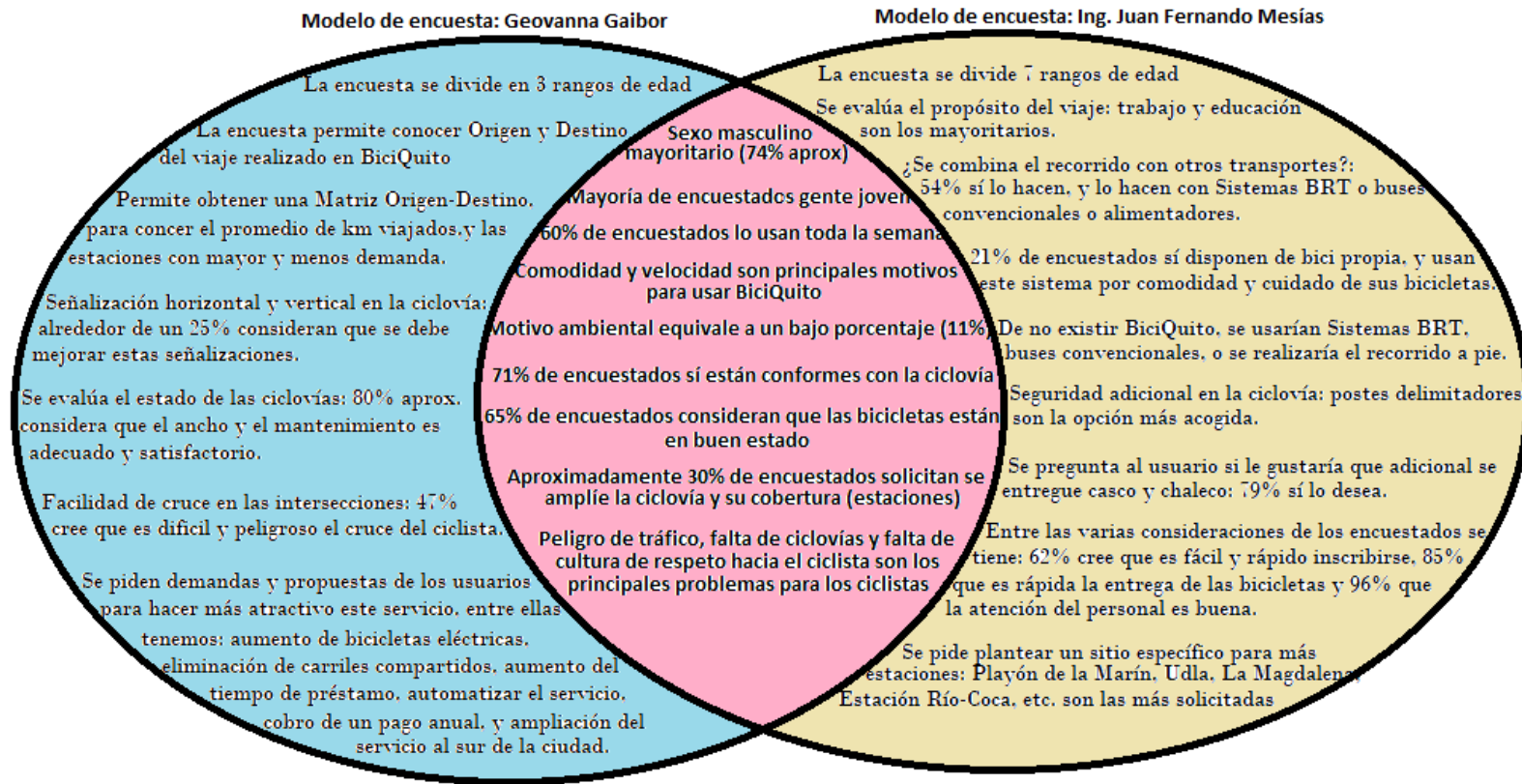
Ninguna	58
Playón de la Marín	6
Udla	3
Recreo	1

CONTINÚA 

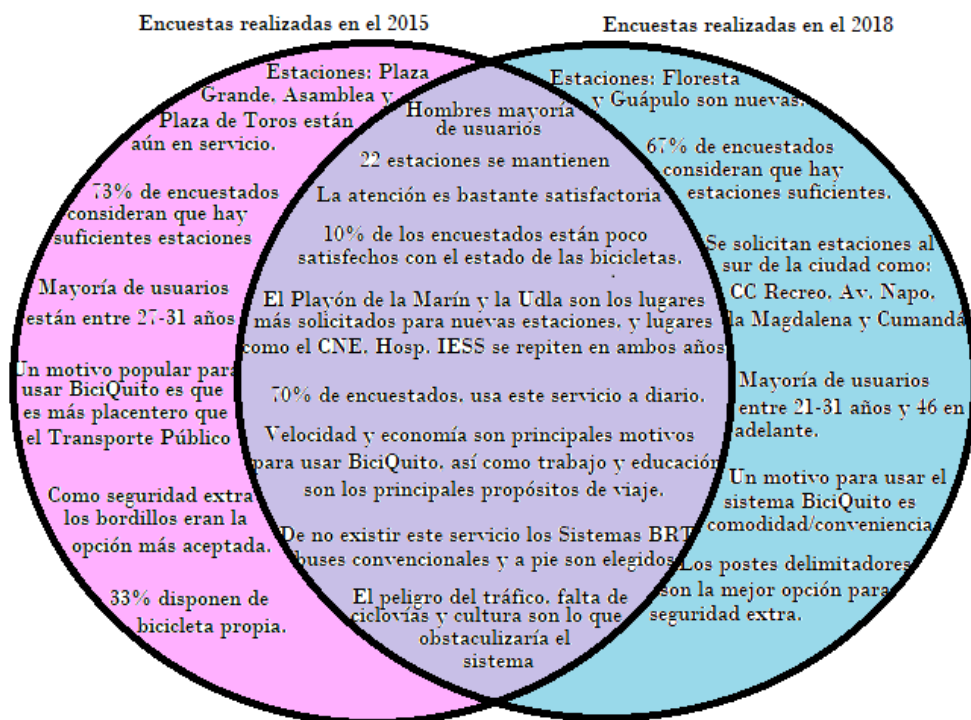


Parque Cumandá	2
Av. Gonzáles Suárez	1
H Carlos Andrade Marín	1
Estación Río Coca	4
La Magdalena	2
Colegio Mejía	1
Pasteurizadora	1
Teatro Sucre	1
Colegio 24 de mayo	1
10 de agosto y Orellana	1
CNE	1
Parque bicentenario	1
Estación La Ofelia	1
CC El Bosque	1
Redondel de la Av. 6 diciembre e Interoceánica	1
H Baca Ortiz	3
Plaza Artigas	2
H Metropolitano	1
Colegio Montufar	1
Cumbayá	1

Con la finalidad de realizar una comparación entre los resultados obtenidos con ambos modelos de encuestas se presenta a continuación un Diagrama de Venn con los resultados obtenidos en cada encuesta (Ver Figura 172), así mismo se realiza un gráfico comparativo con el modelo de la encuesta del Ing. Mesías en 2015 y en la actualidad. (Ver Figura 173).



**Figura 172.** Gráfico comparativo de los resultados obtenidos con ambos modelos de encuestas.



**Figura 173.** Gráfico comparativo de los resultados obtenidos con el modelo de la encuesta del Ing. Mesías en el 2015 y en la actualidad.

En la Figura 172 se muestra los enfoques de cada uno de los modelos de las encuestas, con la encuesta planteada en esta investigación se llega a plantear una Matriz Origen-Destino para conocer las estaciones con más demanda y cuánto son los kilómetros promedio que se recorren en este medio de transporte, así como también mediante la herramienta de preguntas abiertas se conoce las sugerencias de los usuarios para mejorar el servicio. En la encuesta del Ing. Mesías se conocen datos más profundos sobre el viaje realizado como son: el propósito, la combinación con otros modos de transporte y a que se debe el uso de este sistema.

Juntas estas encuestas brindan un amplio panorama del Sistema BiciQuito y nos llevan a plantear estrategias que abarquen cada una de las necesidades de los usuarios para hacer más atractivo este servicio que serán detalladas a continuación en el Capítulo 5, ya que sin duda

alguna, la bicicleta es uno de los medios de transporte más amigables con el medio ambiente y que también permite cuidar de nuestra salud.


### 3. Comprobación de hipótesis

En el Capítulo 2 en la Tabla 5 se presentó el cuadro de operacionalización de las variables que guían al investigador a comprobar la hipótesis planteada de saber si Quito es una ciudad eco amigables con estrategias de transporte sostenible, se utilizará el mismo cuadro, ingresando los resultados hallados a lo largo de toda la investigación (Ver Tabla 43)

**Tabla 43.**

*Cuadro de resultados de variables planteadas*

Objetivos	Variable	Resultado
Examinar las estrategias de transporte para la mitigación del cambio climático, implementadas en los países desarrollados, cuyo objetivo es la reducción de las emisiones de dióxido de carbono CO <sub>2</sub> .	Estrategias de transporte sostenible	Se han implementado variadas políticas con excelentes resultados en países de Europa, Asia y Norteamérica.  Impulso al transporte no motorizado, implementación de políticas fuertes e incentivo a la creación de tecnologías limpias
Evaluar el actual sistema de transporte de las parroquias urbanas del Distrito Metropolitano de Quito, con sus consecuentes emisiones de dióxido de carbono.	Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	Drástico crecimiento del parque automotor en los últimos años. Alta inversión en mejorar los servicios de transporte público. Medidas ya obsoletas como el Pico y Placa que se deberían ampliar todo el día.

CONTINÚA 

<p>Determinar modos de transporte sostenible viables a aplicarse en el Distrito Metropolitano de Quito para enfrentar el cambio climático.</p>	<p>Sistemas de transporte sostenible que mitigan el cambio climático</p>	<p>Extender las rutas y estaciones del Sistema BiciQuito, dotar de carriles segregados y seguridad a ciclistas. Extender el modelo de ciudad peatonal que se aplica en el Centro Histórico. Radicalizar los costos de parqueaderos. Invertir en buses interparroquiales y reorganizar el transporte dentro de la ciudad para que no se cubran las mismas rutas por varias compañías de buses.</p>
--	--	---

Como se ha podido verificar en el Capítulo 3 y 4, el tema de mitigación del impacto ambiental del sector del transporte es de preocupación a nivel mundial, alrededor del mundo se han implementado políticas drásticas en la búsqueda de reducción de gases de efecto invernadero y algunas de ellas han tenido excelentes resultados tales como: mejorar las vías para ciclistas y peatones, aplicación de impuestos a la circulación y altos precios de estacionamiento. También las grandes empresas automotrices han invertido en investigación de tecnologías limpias no solo en vehículos livianos, sino también en buses o vehículos pesados.

En el Distrito Metropolitano de Quito se ha buscado soluciones a estos problemas de contaminación que van de la mano con problemas de congestión y más tiempo de viaje; entre ellas se tiene el “Pico y Placa”, la “Zona Azul”, inversión en el Sistema BiciQuito, estacionamientos en diferentes puntos de la ciudad y reducción de impuestos a carros híbridos y eléctricos, se ha invertido en impulsar los Sistemas BRT y la construcción del Metro de Quito. Sin embargo, el problema de congestión se mantiene así como la contaminación del aire, esto se debe principalmente el crecimiento de la ciudad y sobre todo al crecimiento del parque automotor.

Se llega a determinar que la hipótesis se cumple parcialmente, puesto que las autoridades Sí han planteado propuestas para promover cambios hacia otros modos de transporte, y aun así el sector del transporte sigue siendo el más alto contaminante en la ciudad. Estas propuestas deben ser más drásticas, se debe mejorar el transporte público, la cultura de respeto al peatón, al ciclista, y también al medio ambiente.

## CAPÍTULO V

### PROPUESTA

En este Capítulo, luego de haber realizado toda la investigación sobre la actual situación del Transporte en el DMQ, se plantea un plan estratégico que será puesto a consideración de las autoridades municipales para que; en la medida de lo posible, se lo aplique y se dé un paso hacia adelante en el tema de la sostenibilidad ambiental del sector del transporte.

#### 1. Datos informativos

**Título:** Plan de acción estratégico para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del sector del transporte y conducirlo hacia la sostenibilidad ambiental.

**Ejecutor:** Agencia Metropolitana de Tránsito, Secretaría de la Movilidad, Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas; o en su efecto, la entidad competente que el Municipio considere adecuada.

#### Beneficiarios

**Directos:** Ciudadanos habitantes y que laboren dentro de las parroquias urbanas del DMQ.

**Indirectos:** Ciudadanos habitantes y que laboren en las parroquias rurales y alrededores del DMQ.

**Ubicación:** Ecuador, Provincia Pichincha, Distrito Metropolitano de Quito, Parroquias rurales, Hipercentro de Quito.

**Tiempo estimado para la ejecución:** De acuerdo con el Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025, mismo que podrá ser reformado hacia otros ejes de desarrollo a partir del 2025, se considera un tiempo aproximado de ejecución de 5

años. Tomando en cuenta que el año 2019 se utilizará como un año de revisión y modificación que se considere pertinente a la presente investigación.

**Inicio:** 01 de enero del 2020

**Final:** 31 de diciembre del 2025

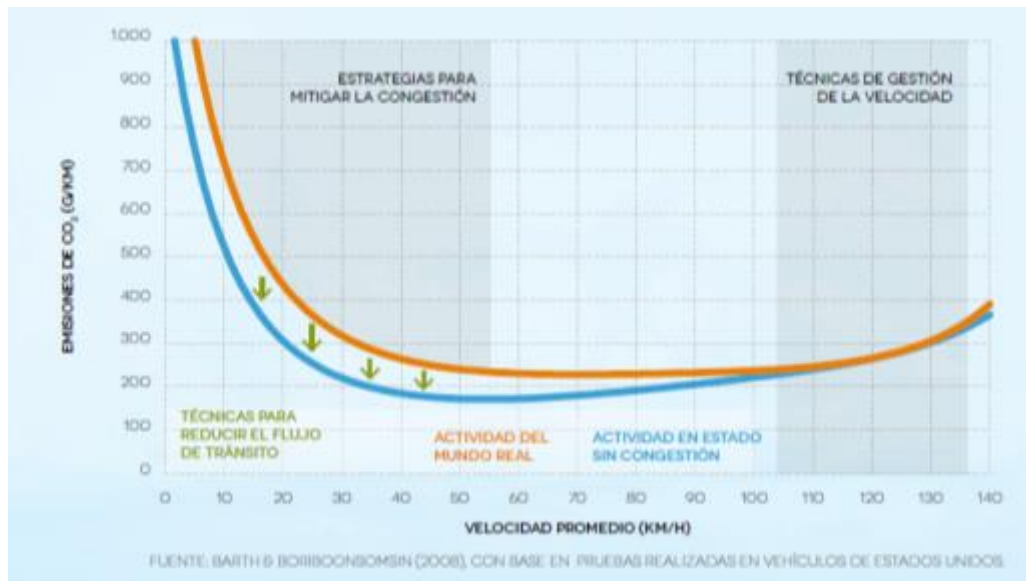
**Equipo Técnico Responsable:** A definir por las autoridades competentes.

**Costo:** Se toma como referencia el préstamo solicitado por la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas a la firma Lance Capital First Sustainable, para 30 años plazo con un interés del 6,5%, con un valor de \$134'300.000 (ciento treinta y cuatro millones con trescientos mil dólares)

## **2. Antecedentes de la propuesta**

La necesidad de reducir las emisiones de GEI del sector del transporte, ha generado gran debate y acciones alrededor del mundo desde inicios de este siglo. En la actualidad se conocen ya varias investigaciones alrededor de este tema que significan el punto de partida para esta propuesta. ¿Cuál será el efecto que se espera obtener luego de aplicarse las estrategias de mitigación? Según el BID, con pruebas realizadas en los vehículos de los Estados Unidos, tras aplicar estrategias de mitigación se obtienen mayores velocidades promedio de circulación y menores emisiones de CO<sub>2</sub>. (Ver Figura 174)





**Figura 174.** Relación entre velocidades promedio de vehículos ligeros y emisiones de Dióxido de Carbono.


Fuente: (Banco Interamericano de Desarrollo, 2013)

La ingeniería de tráfico ha planteado soluciones mediante infraestructura vial para mejorar las velocidades de circulación a través del paradigma “predicción y provisión”, que lejos de reducir el problema de la congestión ha generado un tráfico inducido y esto a su vez ha generado mayores contaminaciones. En la actualidad los planes estratégicos tienen enfoques más holísticos basados en la temática “evitar-cambiar-mejorar” (basados en las siglas en inglés ASI Avoid-Shift-Improve). Esta temática consiste en: i) evitar los viajes innecesarios o evitar viajes en transportes motorizados, ii) cambiar a modos de transporte más amigables con el medio ambiente. iii) mejorar la eficiencia de los viajes restante. BID

De acuerdo con estas estrategias de “Evitar-Cambiar-Mejorar” el Banco Interamericano de Desarrollo presenta un cuadro con cada una de las estrategias que se han aplicado en los países en vías de desarrollo y dentro de que segmento de la estrategia se enmarca (Ver Tabla 44).

**Tabla 44.***Efectos de estrategias de reducción de GEI en el transporte (estrategias ASI)*

Estrategia de reducción de GEI en el transporte	Evitar	Cambiar	Mejorar
Mejoras en el transporte público		Hace más atractivo al transporte público en relación con el uso del automóvil particular	Promueve vehículos y operaciones más eficientes en el consumo de energía y combustibles menos carbono-intensivos
TNM (Transporte motorizado)	no	Hace más atractivo al TNM en relación con el uso del automóvil particular	
Precios y subsidios	Desalienta los viajes de bajo valor con alto costo social	Hace menos atractivo al automóvil en relación con otras modalidades	Reduce el congestionamiento en horas pico
Uso del suelo	Reduce la necesidad de viajes largos al ubicar los lugares de origen y destino en las inmediaciones	Hace que el transporte público y el TNM sean más viables para los viajes.	

CONTINÚA 


Gestión del estacionamiento	Desalienta los viajes de alto costo e impacto social	Alienta a elegir alternativas a la circulación en automóvil y mejora los ambientes peatonales	Reduce el tiempo de buscar lugar para estacionar
Reducción de los viajes al trabajo	Provee opciones de trabajo en casa/ día de trabajo reducido	Promueven incentivos a quienes no usan el auto para trasladarse	Reduce el congestionamiento en hora pico
Acceso y uso de vehículos automóviles	Desalienta la propiedad y el uso de vehículos	Aumenta la probabilidad de hogares sin automóvil y desalienta la propiedad y el uso de vehículos	Reduce el congestionamiento
Gestión y operaciones del sistema		Proporciona mejor información sobre las alternativas de transporte público	Reduce el congestionamiento y mantiene a los vehículos funcionando a velocidades más eficientes
Carga multimodal	Reduce los viajes de carga de baja productividad	Hace más atractivas a las modalidades eficientes y desalienta el uso de las modalidades menos eficientes	Introduce vehículos más limpios y más eficientes y combustibles con un menor contenido de carbono

Fuente: (Banco Interamericano de Desarrollo, 2013)

Cada estrategia que se plantea supone una dificultad de implementación y un costo social, son estas precisamente las variables que muchas veces detienen que se genere un cambio en el sector del transporte; por ello, las autoridades evalúan profundamente cada política que van a implementar, en la Tabla 45 se presentan las estrategias con sus respectivos grados de dificultad y su respectiva cantidad de emisiones que podrán ser evitadas según el Banco Interamericano de Desarrollo.

**Tabla 45.**  
*Desafíos e impactos de la implementación de estrategias*

Estrategia de reducción de GEI en el transporte	Dificultad de implementación	Costo de implementación	Reducción de KVR (Kilómetros Vehículo Recorridos)	Reducción de emisiones de GEI
<b>Mejoras en el transporte público</b>				
Mejoras operativas	Media	Bajo	Media-Alta	Media-Alta
Mejoras del sistema de llantas	Media	Bajo	Bajo-Media	Bajo-Media
Integración del sistema en corredores con prioridad	Media-Alta	Bajo-Media	Media	Media
Autobuses de tránsito rápido	Media	Media-Alta	Media-Alta	Media-Alta
Sistemas de tren ligero, metro y trenes subterráneos	Alta	Alta	Media-Alta	Media-Alta

CONTINÚA 

Programas de regulación de la vida útil de los autobuses y de eliminación gradual y chatarrización de vehículos	Bajo -Media	Bajo-Media	Media	Media
<b>Transporte no motorizado</b>				
Aceras nuevas y mejoradas y cruces peatonales	Bajo	Bajo-Media	Bajo-Media	Bajo-Media
Pacificación del tránsito	Bajo	Bajo	Bajo-Media	Bajo-Media
Infraestructura mejorada para bicicletas, redes y programas de apoyo	Bajo	Bajo-Media	Media	Media
<b>Precios y subsidios</b>				
Impuestos y subsidios a los combustibles para motores	Media	Bajo	Alta	Alta
Tarifas y peajes de uso para vialidades nuevas (N)/ existentes (E)	Bajo (N)- Alta (E)	Media	Bajo (N) - Media (E)	Bajo (N) - Media (E)
Cargo por congestión en vialidades nuevas (N)/ existentes (E)	Media (N)- Alta (E)	Media	Bajo (N) - Media (E)	Bajo (N) - Media (E)
Tarifa de área restringida	Alta	Media	Alta	Alta
<b>Uso del suelo</b>				
Códigos y pláticas de planificación urbana	Media	Bajo	Media-Alta	Media -Alta
Desarrollo orientado al transporte (DOT)	Media	Bajo	Media-Alta	Media -Alta
Zonas libres de autos y calles de tránsito restringido	Bajo	Bajo	Media	Media

Fuente: (Banco Interamericano de Desarrollo, 2013)

Todas las estrategias implementadas alrededor del mundo, mismas que se presentaron con anterioridad en el Capítulo 3, se ajustan a estas estrategias recopiladas por el BID y se han comparado con la situación actual de la ciudad de Quito. A lo largo del Capítulo 4 se demostró que se han hecho esfuerzos por reducir las emisiones de GEI por parte de la municipalidad, sin embargo, los resultados obtenidos no son los que se esperaban y el problema del cambio climático se sigue profundizando. Por todo esto, es indispensable radicalizar los esfuerzos y las políticas en el DMQ, valorar el costo social que estas podrían representar vs los beneficios al ambiente y la salud de los quiteños y aplicar políticas que conduzcan al sector del transporte hacia la sostenibilidad ambiental.

### **3. Justificación**

El sector del transporte es la mayor fuente contaminante de gases de efecto invernadero en el mundo y tal situación se ve reflejada dentro del DMQ, mismo que es el tema de investigación del presente trabajo. A lo largo de toda esta investigación se ha evaluado la situación actual de dicho sector. Entre los datos estadísticos más relevantes que se han obtenido son: incremento acelerado del parque automotor a razón de entre el 5 y 10% por año lo cual significa entre 15.000 y 35.000 vehículos por año. Quito es una ciudad con aproximadamente 2'239.191 habitantes que generan un total global de 4'600.000 viajes, de estos viajes el 84,3% es realizado por el sector del transporte motorizado, donde el transporte privado equivale al 23%, estos datos muestran que el modo de transporte no motorizado no es demasiado popular entre los quiteños y que el transporte privado es de mayor preferencia lo cual se evidencia día a día en la congestión de la ciudad. El hipercentro de Quito<sup>6</sup> concentra la mayoría de los viajes diarios; la ocupación de la infraestructura existente, dentro de esta área,

---

<sup>6</sup> Calle Ambato, al oeste: Av. América-calle Imbabura; al norte: Av. El Inca; al este: Av. 6 de Diciembre-Av. 12 de Octubre-Av. Gran Colombia. Posee un área de 37 km<sup>2</sup> con un perímetro aproximadamente de 26.2 km. (Secretaría de Movilidad, 2014)

es ocupada en un 30% por el transporte público y en un 70% por el transporte privado. En puntos céntricos de afluencia como “El Trébol” se ha establecido que los tiempos promedios han incrementado en un orden del 7% respecto a los registros del 2008 ya que las velocidades de desplazamiento se han reducido de 19.8 km/h a 14.1 km/h. (Secretaría de Movilidad, 2014)

Según la AMT, entre enero y octubre del año 2016 se matricularon 26, 863 vehículos nuevos, mientras que en el mismo período del año 2017 fueron 32, 431 vehículos, es decir, entre un año y el otro se han aumentado alrededor de 5,568 vehículos más (aproximadamente 20,7%), estas cifras reflejan el crecimiento constante del parque automotor en Quito. En una entrevista con el Sr. Fausto Miranda, Director de la AMT mencionó que en el 2016 se matricularon alrededor de 400.000 vehículos, mientras que en el año 2017 esta cifra subió a alrededor de 432.000 vehículos. Este incremento de vehículos no solo influye en la movilidad, sino también en el medio ambiente, pues mientras más tiempo están encendidos estos vehículos más emisiones de CO<sub>2</sub> son enviadas al ambiente. La solución que se creería es la más viable es abrir más vías y dar soluciones al congestionamiento, sin embargo, esta solución no es sostenible pues solo se induciría a un aumento de vehículos, por lo que hay que optar es por mejorar el transporte público, impulsar los transportes no motorizados y tratar de restringir el uso del vehículo privado.

#### **4.Objetivos**

##### **Objetivo General**

Elaborar un plan de acción estratégico direccionado específicamente al sector del transporte, recolectando la información, evidencia y necesidades observadas a lo largo de toda esta investigación, para lograr la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector del transporte y poder llevarlo hacia la sostenibilidad ambiental tan necesaria en la actualidad para enfrentar los problemas del cambio climático.

### **Objetivos específicos**

Realizar campañas de concientización masivas para la difusión del grave problema de la contaminación automotriz en la ciudad.

Plantear estrategias de transporte en la ciudad de Quito, basándose en los excelentes resultados que estas han tenido en otras ciudades para promover el uso del ciclismo y caminata como medios de transportes opcionales al auto privado.

Reducir progresivamente y de manera significativa la contaminación del sector del transporte en la ciudad de Quito.

### **5.Fundamentación propuesta**

La presente propuesta es un plan de acción estratégico basado en toda la información recolectada a lo largo de esta investigación, está dirigido hacia las autoridades competentes con el sector del transporte y busca cambios hacia modos más amigables con el medio ambiente y la consecuente reducción de las emisiones de dióxido de carbono al ambiente. Se basa en todas las estrategias de mitigación aplicadas en ciudades del mundo que han dado excelentes resultados y han permitido que los niveles de contaminación del sector del transporte se reduzcan considerablemente y se ampara en la constitución del Ecuador que vela los derechos de los ciudadanos y del medio ambiente, y procura la accesibilidad para todos, el derecho de vivir en un ambiente sano y respetar un aire puro; todo esto teniendo en cuenta la jerarquía de movilidad donde el peatón ocupa el lugar principal.

### **6.Diseño de la propuesta**

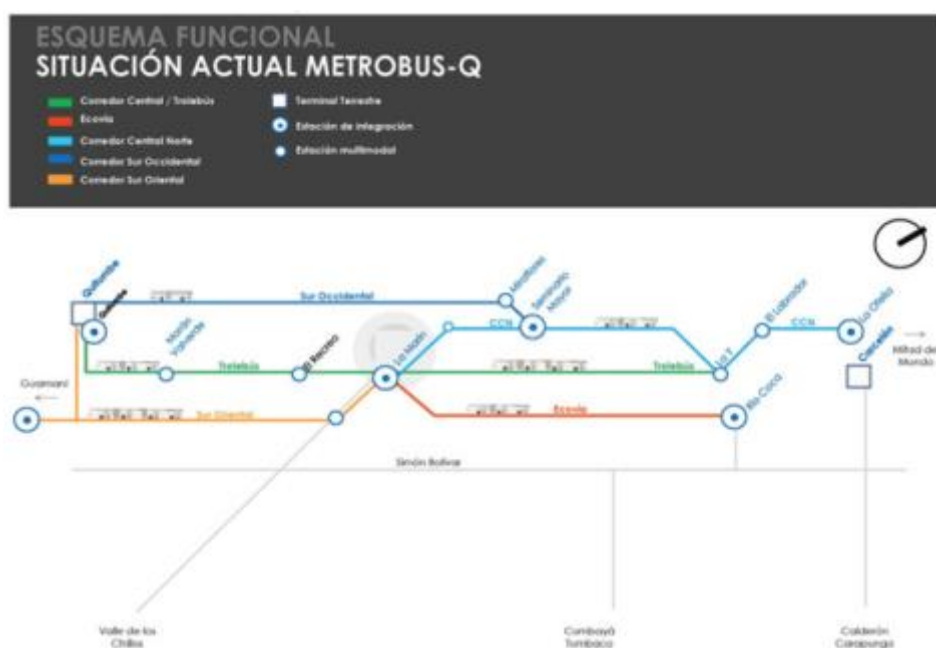
El diseño de la propuesta se basa en toda la información recolectada durante la investigación, propone a las autoridades estrategias que se pueden aplicar en Quito, y que se



enmarcan en las estrategias “Evitar-Cambiar-Mejorar” presentadas en la Tabla 43. A continuación se detalla cada una de las estrategias que forman parte de esta propuesta.

## 6.1 Estrategias encaminadas a mejorar el Transporte Público

**6.1.1 Expandir e impulsar los servicios del transporte público:** En el años 2016 se presentó a la municipalidad un estudio sobre el transporte público realizado por la Agencia d’Ecología Urbana de Barcelona donde se presentaron dos aspectos importantes: i) los corredores de los Sistemas BRT solo cubren una franja longitudinal de la ciudad (Ver Figura 175). ii) existen rutas convencionales redundantes y repetidas que generan congestión y se contraponen a otras partes de la ciudad donde la cobertura del transporte público es mínima (Ver Figura 176).



**Figura 175.** Esquema funcional del Metrobús-Q. (BRT).

Fuente: (BCE Ecología. Agencia de Ecología Urbana, 2017)



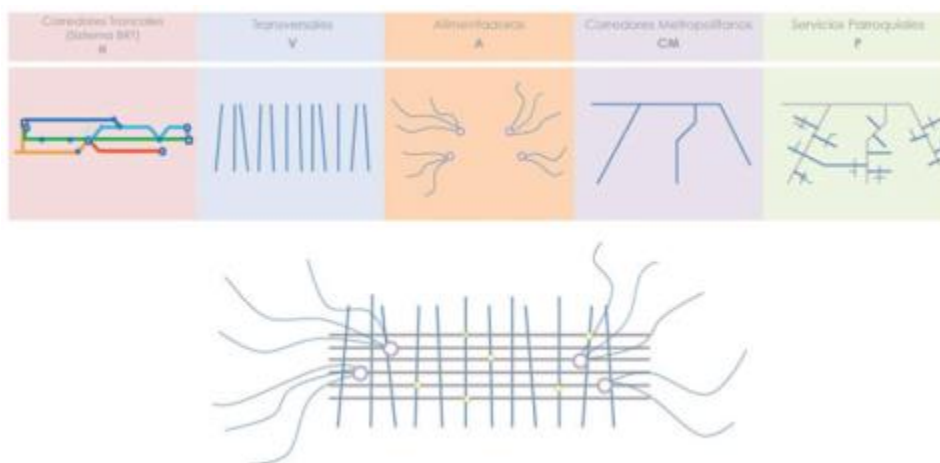
**Figura 176.** Rutas redundantes de los buses convencionales.

Fuente: (BCE Ecología. Agencia de Ecología Urbana, 2017)

Los objetivos de estas estrategias van encaminados a mejorar la accesibilidad de todos los ciudadanos y la integración territorial, reducir los tiempos de viaje, mejorar la calidad del servicio, descongestionar las vías de la ciudad y mejorar la satisfacción de los usuarios del transporte público.

Como una solución principal es cambiar la red del TP pues se ha visto y demostrado durante los últimos años que esta red no es ni sostenible ni accesible para todos los ciudadanos y es fuente de congestión y poca satisfacción en los usuarios. El cambio de la red se lo haría hacia una red ortogonal como la de la ciudad de Barcelona; esta red estaría compuesta por los corredores BRT, ejes transversales que atravesarían la ciudad en sentido este-oeste a través del ancho de la franja urbana de Quito, ejes alimentadores que recorren los barrios periféricos al norte y sur de la franja urbana y los acercan a los terminales de los sistemas BRT, los corredores metropolitanos que transportan a las personas de los valles

orientales y las parroquias urbanas y los servicios parroquiales que se conceptualizan como rutas alimentadoras hacia los corredores metropolitanos (Ver Figura 177)



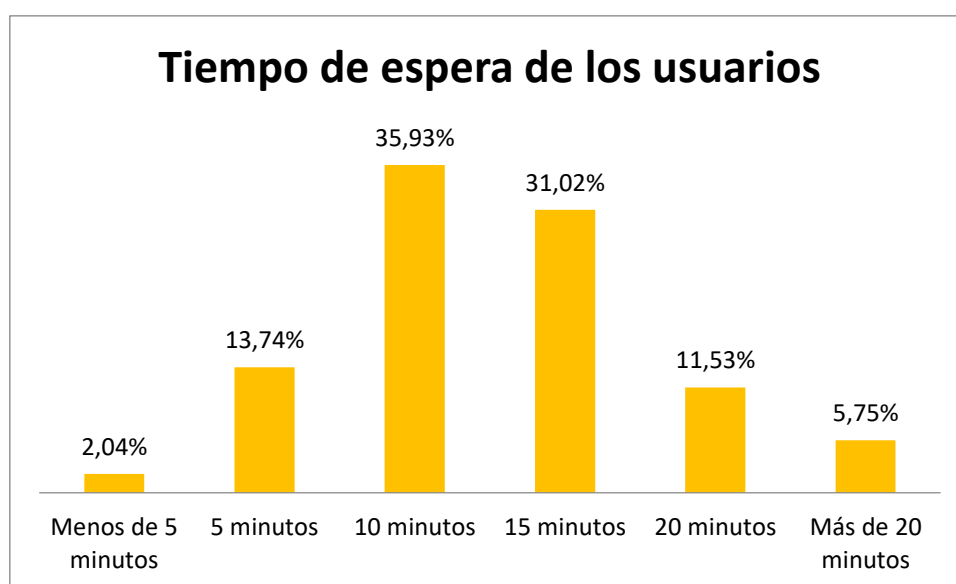
**Figura 177.** Componentes de la nueva malla para el transporte público integrado.  
Fuente: (BCE Ecología. Agencia de Ecología Urbana, 2017)

De esta forma se organizan aquellas rutas que son redundantes, se envía a estas unidades a cubrir otros ejes dentro de su mismo sector y se garantiza que la cobertura y continuidad del servicio (Ver Figura 178). Con esta nueva red también es fácil la lectura y comprensión de la red para aquellas personas que no residen dentro de la ciudad.



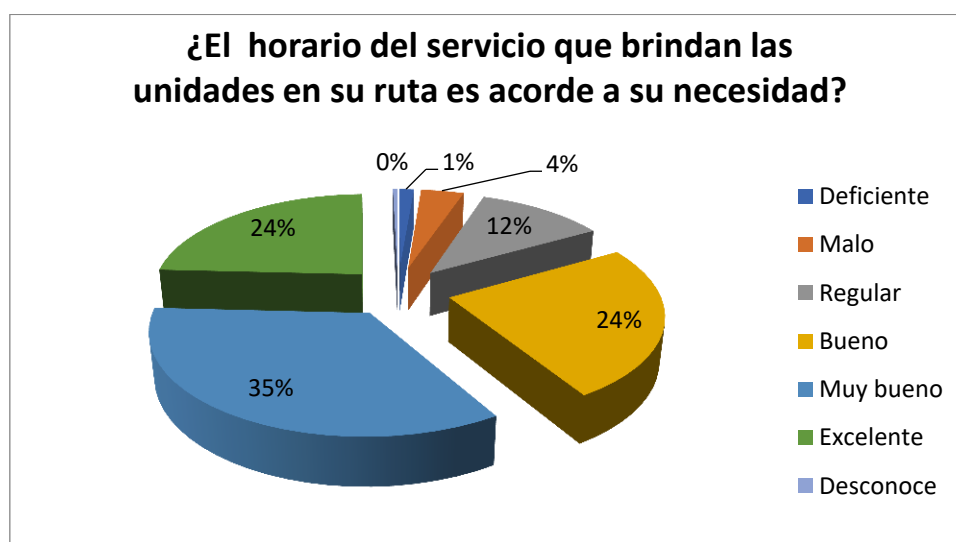
**Figura 178.** Modelo del Nuevo Sistema Integrado de Transporte Público.  
Fuente: (BCE Ecología. Agencia de Ecología Urbana, 2017)

**6.1.2 Expansión de los horarios y frecuencia del servicio:** Según la encuesta de movilidad realizada por la AMT en el 2017 para conocer el mejoramiento de la calidad del servicio del TP, aproximadamente el 36% de los usuarios espera 10 minutos antes de tomar el bus, y cerca del 31% lo hace por 15 minutos (Ver Figura 179), por lo tanto el tiempo de espera promedio es de 12,8 minutos; por otra parte el 17% de encuestados no está satisfecho con el horario de servicio (Ver Figura 180)



**Figura 179.** Tiempos de espera para tomar el TP de los usuarios encuestados.

Fuente: (Agencia Metropolitana de Tránsito, 2017)



**Figura 180.** Conformidad de los usuarios del TP respecto al horario de servicio que brindan.

Fuente: (Agencia Metropolitana de Tránsito, 2017)

Estos segmentos de personas no conformes corresponden a los residentes en barrios periféricos, de clase media baja y baja que empiezan sus recorridos a lugares de trabajo y estudios desde antes 5 de la mañana, y terminan los mismos cerca de la media noche. Por estos motivos se proponen los siguientes horarios y frecuencias del Transporte Público:

- i) Corredores BRT- Metrobús-Q: estos fortalecen el eje Norte-Sur, circulan por un carril segregado y prestan su servicio en: horario laboral la frecuencia cada 5 minutos desde las 04h30 hasta las 24:00, Sábados frecuencia cada 6 minutos desde las 06h00 hasta las 23:00, Domingos y feriados con frecuencia de 6 minutos desde las 06h30 hasta las 23:00.
- ii) Líneas verticales o transversales: estos fortalecen el eje Este-Oeste, circula por un carril compartido y brindan su servicio en: horario laboral la frecuencia cada 5 minutos desde las 04h30 hasta las 23:30, Sábados frecuencia cada 7 minutos desde las 06h00 hasta las 23:00, Domingos y feriados con frecuencia de 7 minutos desde las 06h30 hasta las 23:00.
- iii) Rutas alimentadoras: Recogen los pasajeros desde los barrios periféricos hasta las principales terminales, circulan por un carril compartido, su servicio se da en: horario laboral la frecuencia cada 5 minutos desde las 04h30 hasta las 23:30, Sábados frecuencia cada 7 minutos desde las 06h00 hasta las 23:00, Domingos y feriados con frecuencia de 7 minutos desde las 06h30 hasta las 23:00.
- iv) Corredores metropolitanos: recorren la mancha urbana de los valles, circulan por carril exclusivo, prestan su servicio en: horario laboral desde las 05h00 hasta las 23:00, Sábados desde las 06h00 hasta las 23:00, Domingos y feriados desde las 06h30 hasta las 22:00. Sus frecuencias viene establecida por la lógica de cremallera (Ver Figura 181) donde el Express se realiza sin paradas intermedias en horas de

alta demanda, el Semi Express con paradas de intercambio modal y el Standard con todas las paradas.



**Figura 181.** Servicios de los corredores metropolitanos en Lógica de Cremallera.

Fuente: (BCE Ecología. Agencia de Ecología Urbana, 2017)

**6.1.3 Digitalización del pago del pasaje en el TP:** En el país, Cuenca es la primera ciudad en implementar la digitalización del pago del pasaje, este sistema de cobro aumenta la seguridad, la comodidad, reduce el tiempo en la transacción y permite que el ayudante del conductor se encargue específicamente del ingreso y salida del transporte de las personas discapacitadas. Al aplicarlo en la ciudad de Quito, se necesita homologar las tarifas de los buses y expender tarjetas electrónicas diferenciadas: roja para tarifa regular, azul para estudiantes, amarilla para personas de la tercera edad y discapacitados y gris para los turistas. Este sistema funciona como una tarjeta prepago y se recarga en asociación de farmacias y supermercados con el sistema similar al de una recarga de tiempo aire en el celular.

**6.1.4 Mejora de la eficiencia energética del transporte público:** Los retos del TP no solo es la mayor cobertura sino también su sostenibilidad, es por eso que se debe apoyar la transformación de la flota de TP hacia energías limpias, tal es así que en la ciudad de Quito se ha probado un bus eléctrico biarticulado en el Corredor Central Norte durante tres meses (Ver Figura 182), en ese tiempo transportó a 130.000 personas, recorrió 9.000 km y durante este tiempo se evitó la polución de 12 Ton de CO<sub>2</sub> eq; ha dado buenos resultados y aunque su costo es elevado los beneficios que se obtienen son mucho mayores



**Figura 182.** Bus biarticulado 100% eléctrico que se probó en el DMQ.  
Fuente: (Teleamazonas, 2017)

**6.1.5 Facilidades en buses convencionales para personas con capacidad reducida:** Es necesario pensar en las personas con movilidad reducida que solo cuentan con rampas en buses articulados más no en buses convencionales. Para ellos existen dos mecanismos: i) buses con rampa hidráulica que desciende y permite el ascenso de la persona en su propia silla de ruedas, o ii) buses con asiento elevador que permiten el ascenso de la persona sin su silla de rueda y no restan la capacidad de asientos. (Ver Figura 183)



**Figura 183.** Autobuses diseñados para personas con movilidad reducida.

Fuente: Autobuses AGA, 2017

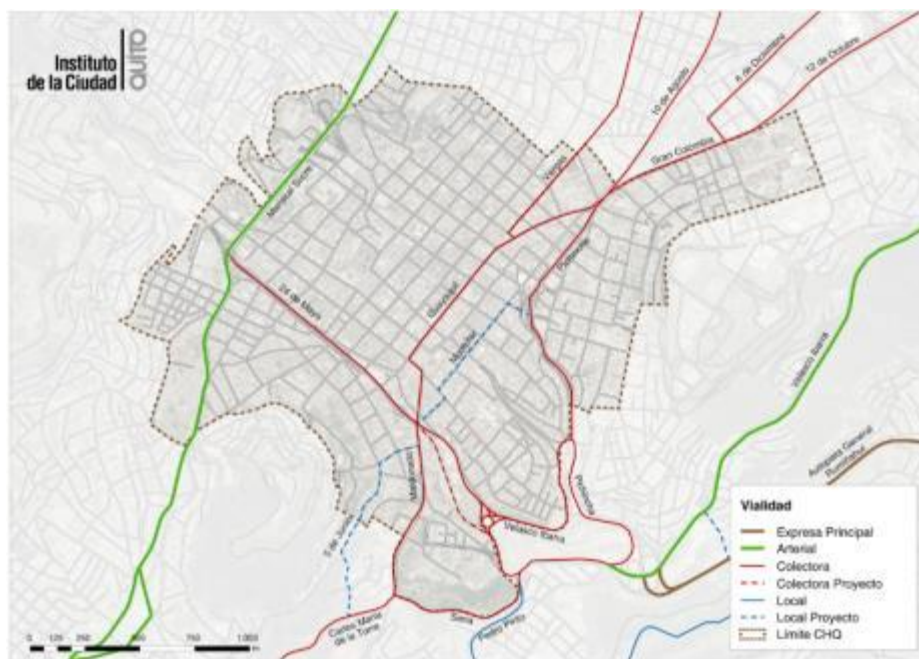
**6.1.6 Reducción de emisiones del transporte público existente:** Según la Secretaría del Ambientes los principales niveles de gases contaminantes a la atmósfera se encuentran en un estado deseable, se debe tomar en cuenta que la ciudad de Quito tiene una altura media en el límite urbano de 2.810 msnm, por lo cual la combustión se realiza con un 27% menos de oxígeno que en el nivel del mar. La Corpaire debe controlar los niveles de smog de los buses de más años que circulan en la ciudad; según una entrevista realizada con el Sr, Edgar Fernando Muñoz Herrería, Coordinador de Revisión Técnica Vehicular AMT, comenta que todos los buses cumplen con los niveles máximos de emisión de ppm de azufre. Este límite está determinado por la norma NTE INEN 2207 “Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres que utilizan diesel.” Esta norma permite 550 ppm y buses de tecnología Euro 2, para limitar las contaminaciones esta norma debería cambiar, no ser tan permisiva, ya que en la actualidad continúan circulando buses con tecnología Euro 3 desde el año 1990 y emiten alrededor de 350 ppm. (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2016)

El objetivo que se busca alcanzar es tener tecnología Euro 5 con 10 ppm de emisiones, pero esto solo se logrará con cambios en la norma, mejorar el combustible que actualmente se produce en la Refinería, un mayor control a las emisiones y un cronograma para la renovación de la flota vehicular. (Carvajal & Imbaquingo, 2018)



## 6.2 Mejorar la infraestructura para impulsar el uso de la caminata.

**6.2.1 Peatonalización del centro histórico:** El centro histórico ocupa una superficie de 3,75 km<sup>2</sup> y fue declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO en el año 1978, dentro de esta área se encuentran alrededor de 130 edificaciones monumentales entre ellas se tiene iglesias coloniales, conventos, plazas, piletas, rincones consagrados de tradición mestiza y se caracteriza por sus calles angostas. En cuanto a la movilidad en el CHQ se tiene la Av. Mariscal Sucre como la arteria principal, la Av. 24 de mayo como vía colectora (sentido oriente-occidente) y la Av. Pichincha y Guayaquil como vías colectoras (sentido norte-sur), las calles de color gris son vías angostas y locales de pendientes pronunciadas que soportan tráfico liviano y buses convencionales (Ver Figura 184)

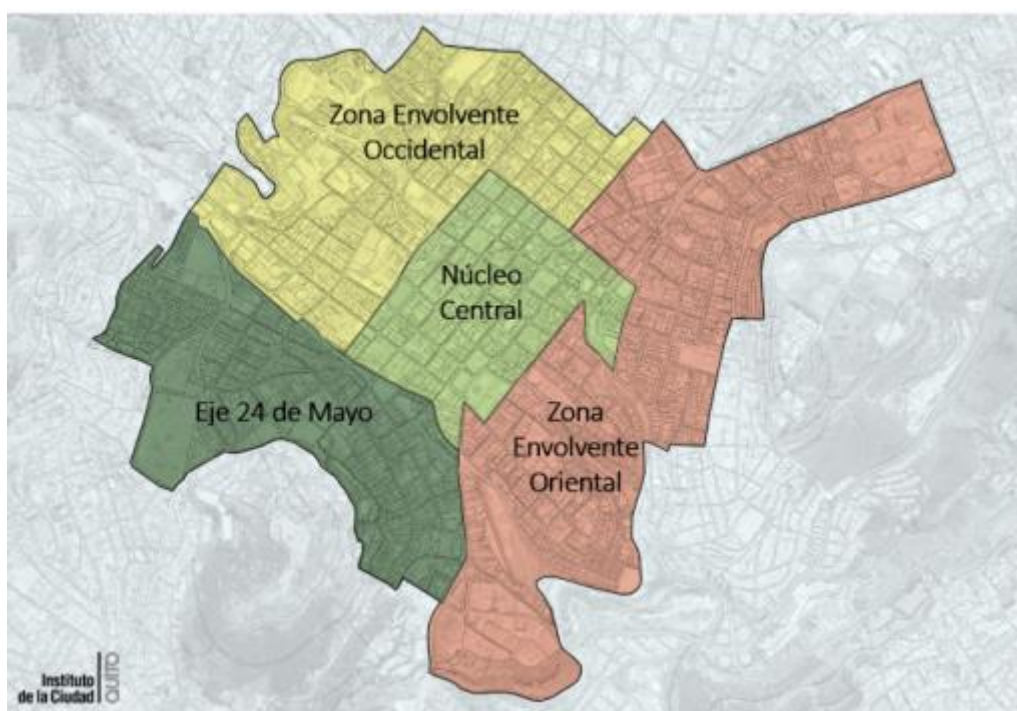


**Figura 184.** Mapa de categorización y dimensionamiento vial del CHQ.

Fuente: (Instituto de la ciudad, 2018)

En el año 2016 se elaboró una encuesta multipropósito aplicada por el Instituto de la Ciudad (ICQ) donde se separó al Centro Histórico mediante zonas tipológicas (Ver Figura 185). Según la Ordenanza Municipal N°. 1277, Título II. De la delimitación del Centro

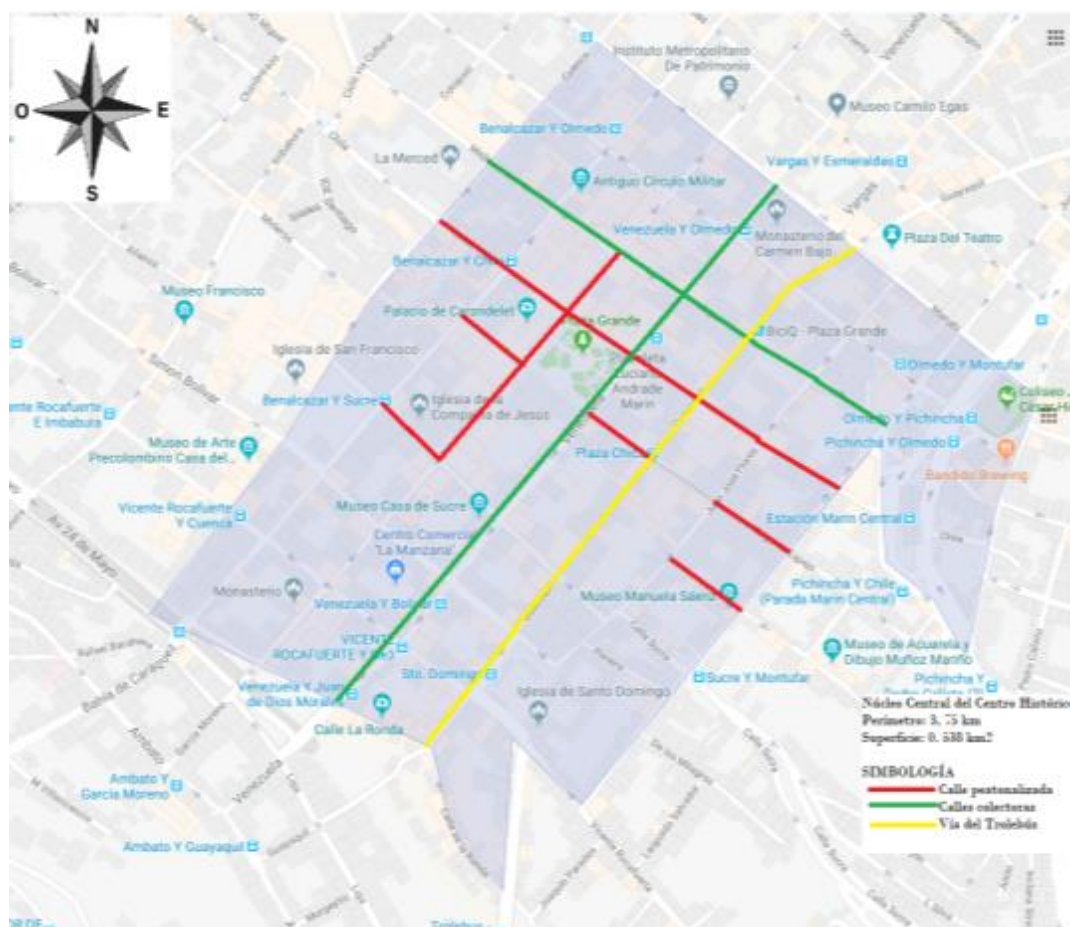
Histórico, Subdivisión y Categorías, Art 80 párrafo a) El Núcleo Central comprende el sector urbano más representativo y primigenio de la ciudad y está delimitado por las calles: Chimborazo, Mires, Olmedo, Imbabura y Manabí, Flores, Maldonado, Morales, y Av. 24 de mayo, hasta unir nuevamente con la Chimborazo; calles en las cuales están comprendidos sus dos paramentos.



**Figura 185.** Mapa de zonas tipológicas del CHQ.

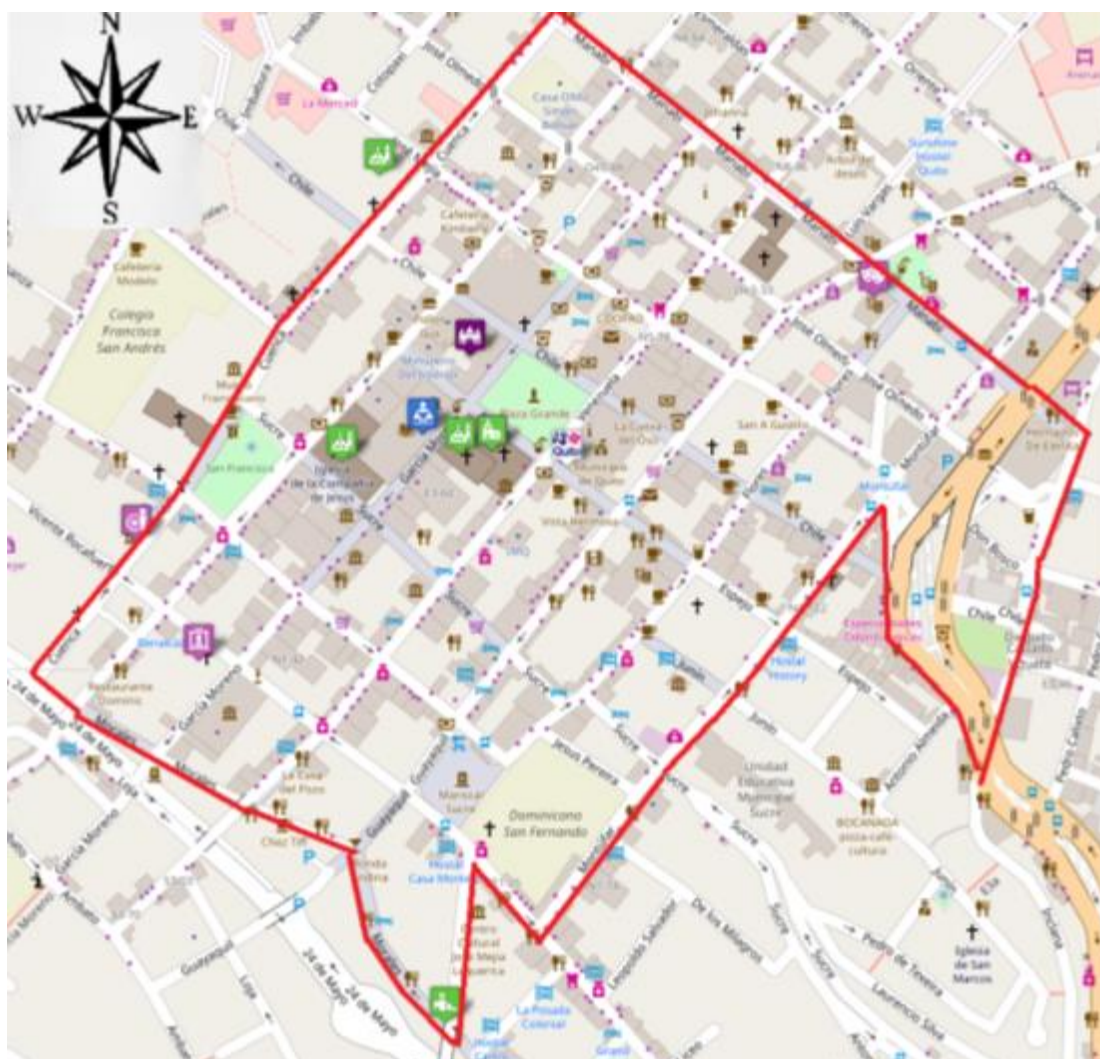
Fuente: (Instituto de la ciudad, 2018)

Este núcleo central tiene un perímetro de 3,75 km y una superficie de 0,538 km<sup>2</sup>, dentro de esta área se tiene gran concentración de museos, iglesias, edificaciones coloniales, es decir, gran afluencia por el turismo. Según la encuesta del 2016, es aquí donde se puede peatonalizar todas las calles a excepción de calle Venezuela y Mejía que se encuentran en color verde pues son vías colectoras y la calle Guayaquil de color amarillo que es vía del Trolébus-Q; en la actualidad ya se ha emprendido la peatonalización del Centro Histórico, las calles que se encuentran marcadas de color rojo ya están peatonalizadas. (Ver Figura 186)



**Figura 186.** Mapa de movilidad en el núcleo central del Centro Histórico.

Para emprender esta estrategia es necesario conocer cuantos y que tipos de negocios se tiene dentro de esta área, que en su mayoría son restaurantes, cafeterías, papelerías, bancos y de artículos varios (Ver Figura 187), pues el acceso vehicular será inevitable para su abastecimiento. Para ello nos regiremos a la Ordenanza Metropolitana N° 117 que trata sobre la reglamentación para la circulación de vehículos de transporte de carga en el DMQ, con base en esta ordenanza se determina que los vehículos de carga liviana, media y pesada de abastecimiento para los negios del núcleo central del CH sólo podrán circular en el horario de 22h00 a 05h30.



*Figura 187.* Mapa turístico del núcleo del Centro Histórico.

**6.2.2 Mejora de infraestructura para peatones** Impulsar la caminata también depende de las seguridades que se brinde al peatón, de la clara señalización que permita su circulación en las avenidas de Quito, de la amplitud que tengan los peatones para desplazarse en las aceras, de la inclusión que tengan las personas con movilidad reducida así como también la educación al peatón sobre sus derechos y obligaciones; estos están especificados en la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial. Título IV De los actores de la seguridad vial, Capítulo I De los usuarios de las vías, Sección 1 De los peatones, artículos 198, 199 y 200.

Según estadísticas de la ANT, Quito y Guayaquil son las ciudades con mayores muertes registradas de peatones cada año, y su principal causa es el atropellamiento. Para poder controlar esto es necesario brindar al peatón facilidades para cruzar en todas las intersecciones de la ciudad con señalización de pasos cebras, semáforos únicos para peatones (con contador y sonido), o incluso en horas pico la presencia de un Agente Metropolitano. Es necesario realizar un estudio de tráfico para poder identificar cada punto de conflicto, determinar la demanda peatonal y caracterizar los puntos que requieran estas facilidades. A continuación se presentan claros ejemplos de la dificultad de los peatones para cruzar en ciertas intersecciones que se han determinado mediante inspección visual, sin embargo no significa que estos sean todos los puntos: Redondel del Coliseo General Rumiñahui, donde llegan las avenidas Ladrón de Guevara, Velasco Ibarra y Toledo (Ver Figura 188), al sur en la Av. Ajaví y Cardenal de la Torre (Ver Figura 189), La Av. Antonio José de Sucre (Occidental) tiene pasos peatonales cada 2 km aproximadamente lo cual dificulta el cruce de personas en algunos puntos, se presenta la intersección de esta avenida con la calle Antonio Román a la altura de la entrada al museo de sitio La Florida donde se ve a peatones en el centro de la avenida y a sus costados intentando cruzar (Ver Figura 190)



**Figura 188.** Redondel del coliseo General Rumiñahui.  
Fuente: Observación de campo



**Figura 189.** Av. Ajaví y Cardenal de la Torre.

Fuente: Observación de campo



**Figura 190.** Av. Antonio José de Sucre y Antonio Román.

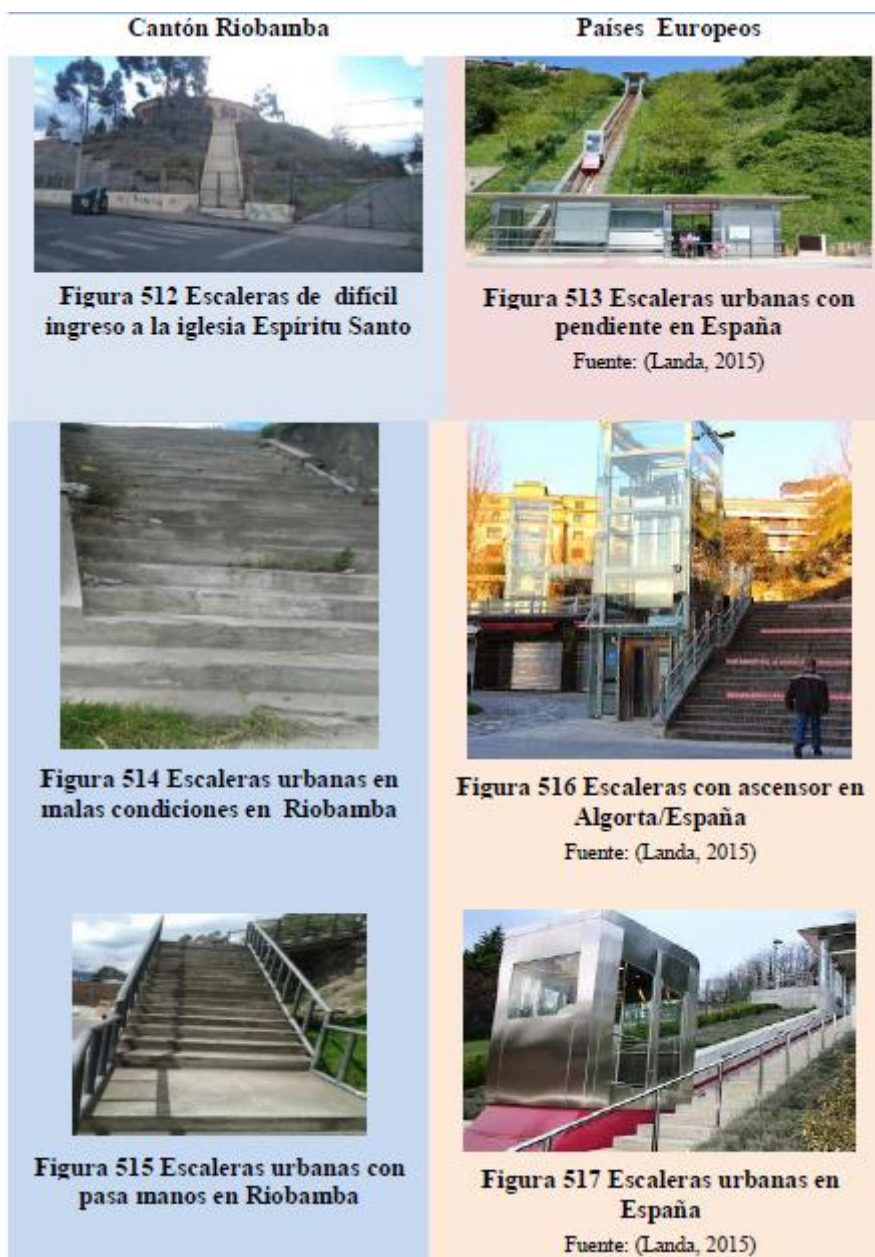
Lo ideal es invertir recursos suficientes para lograr convertir a cada intersección en una similar a la que se tiene en la Av. Amazonas y Naciones Unidas (Ver Figura 191) con semáforos para peatones incluido un contador para que el peatón conozca de cuántos segundos dispone para poder cruzar y el sonido característico para las personas no videntes, pasos cebras bien marcados, zona de seguridad en el centro de la Avenida y de ser posible la presencia de una agente metropolitano que precautele la seguridad del peatón.



**Figura 191.** Av. Amazonas y Naciones Unidas.

Fuente: Observación de campo.

**6.2.3 Mejora y accesibilidad de aceras y escalinatas:** Otra realidad que sufren los peatones en la ciudad de Quito es el espacio mínimo y mal estado de las veredas por las que caminan, así como poca o nula adecuación para las personas con movilidad reducida en ciertos lugares de Quito (Ver Figura), esta realidad se contrapone a la Ordenanza N°282, Capítulo II De las Aceras, Art 3 que dice “ Las aceras en el suelo urbano del DMQ, deberán mantenerse en buenas condiciones físicas, limpias y libres de obstáculos que impidan o dificulten la circulación de peatones...”. Por este motivo es necesario el mantenimiento de las aceras de Quito, la ampliación y adecuación de las mismas para permitir el desplazamiento de las personas vulnerables. Las escalinatas son también un punto de dificultad en el acceso, es por eso que se recomienda realizar una investigación de las facilidades de movilidad para personas con discapacidad en Quito, como se realizó en el cantón Riobamba por la Ing. Mariana Villa, lo que permitió realizar un benchmarking entre la ciudad y otros países. (Ver Figura 192)



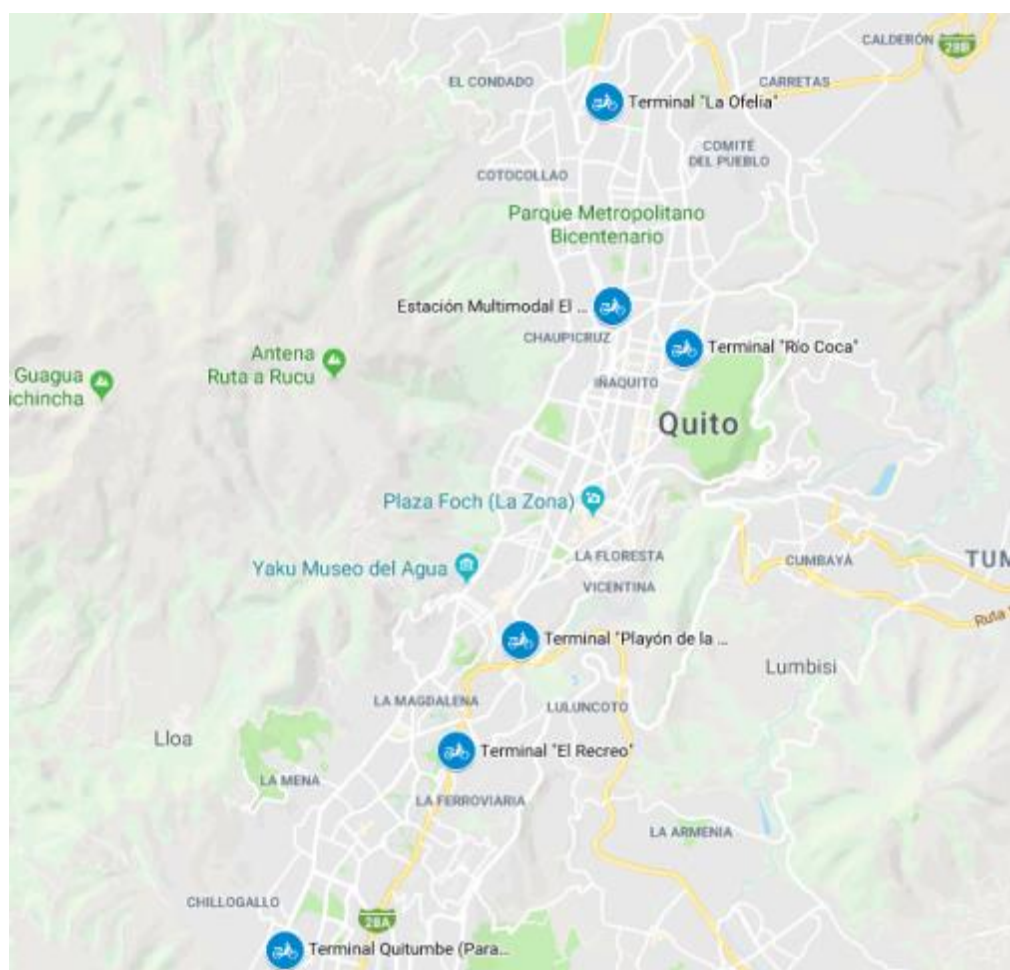
**Figura 192.** Benchmarking entre escalinatas de Riobamba con otros países.  
Fuente: (Villa Orozco & Carrión Estupiñan, 2018)

### 6.3 Mejorar la infraestructura para impulsar el uso de la bicicleta

Mediante las encuestas realizadas a los usuarios del Sistema BiciQuito se han determinado necesidades que se perciben como urgentes para hacer del uso de la bicicleta un modo de transporte cotidiando entre los quiteños, estas demandas se basan en continuidad y conexión del servicio. A continuación, se presenta las estrategias para impulsar el uso de la bicicleta.



**6.3.1 Conexión del sistema BiciQuito con otros modos de transporte:** Dotar de ciclovías y estaciones del sistema BiciQuito que atraviesen a todas las terminales terrestre multimodales (Quitumbe al sur y Carcelén al norte), y las estaciones de integración multimodal (Carcelén y la Ofelia, Río Coca, La Marín, El Recreo y Quitumbe) que se muestran a continuación en la Figura 193; en estas estaciones se movilizan más de 1500 pasajeros por día y según el estudio realizado por la Agencia d'Ecología Urbana de Barcelona en el 2016 para la reestructuración del transporte público se tiene la mayor afluencia de pasajeros en las horas pico de la mañana, y en la actualidad hay que pensar en la conectividad con la estación multimodal de “El Labrador” (Ver Figura 194)



**Figura 193.** Mapa de las estaciones y terminales multimodales donde se deben dotar de estaciones del Sistema BiciQuito.

ESTACIONES	AFLUENCIA PASAJEROS (HP mañana)
CARCELÉN	6.356
MARÍN	4.236
QUITUMBE	9.712
RIO COCA	4.205
Total general	24.508

**Figura 194.** Estaciones de integración multimodal, afluencia de pasajeros en horas pico de la mañana.

Fuente: (BCE Ecología. Agencia de Ecología Urbana, 2017)

**6.3.2 Expansión de las ciclovías y del servicio BiciQuito hacia el norte y sur de la ciudad.** Puesto que actualmente las vías se concentren en el hipercentro y las personas que viajan desde fuera de esta área no pueden acceder mediante ciclovías. El trazado se ha realizado tomando en cuentas las estaciones solicitadas en las encuestas y parten desde las estaciones ya existentes como se puede ver a continuación en las Figuras 195 y 196 respectivamente, también se presentan las pendientes de cada tramo con la finalidad de luego complementar las razones para el uso e implementación de bicicletas eléctricas. Según este trazado hace falta la implementación de 22 estaciones más de BiciQuito; hacia el norte de la ciudad hace falta la incorporación de alrededor de 46,50 km y al sur de 62,80 km aproximadamente; es decir que para tener una cobertura de ciclovías en la franja principal a lo largo y ancho de las parroquias urbanas del DMQ hace falta la implementación de aproximadamente 110 km de Ciclovía que se deberá evaluar de acuerdo a las capacidades viales de cada una de ellas para determinar si se puede implementar un carril segregado o en su efecto un carril compartido.

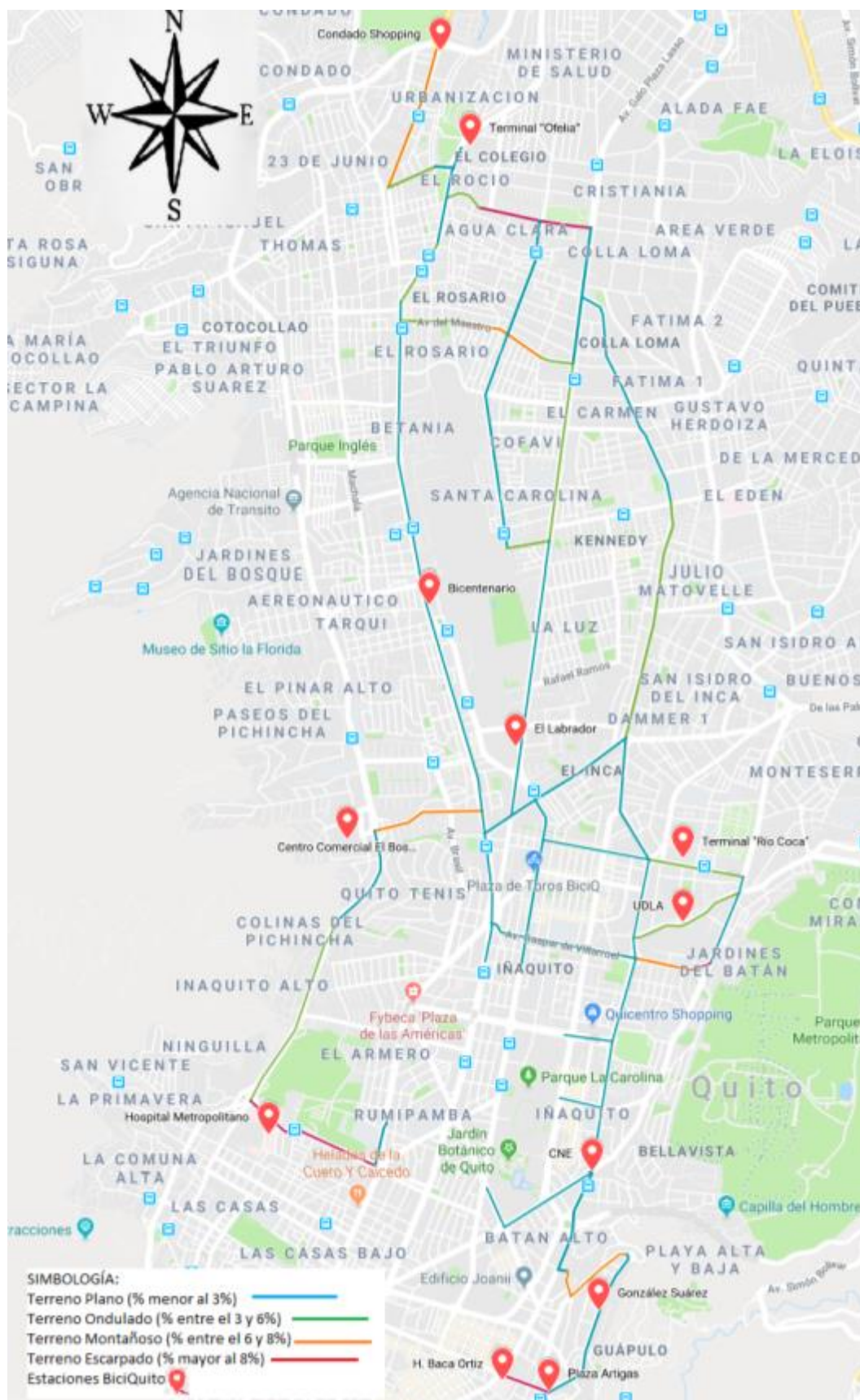
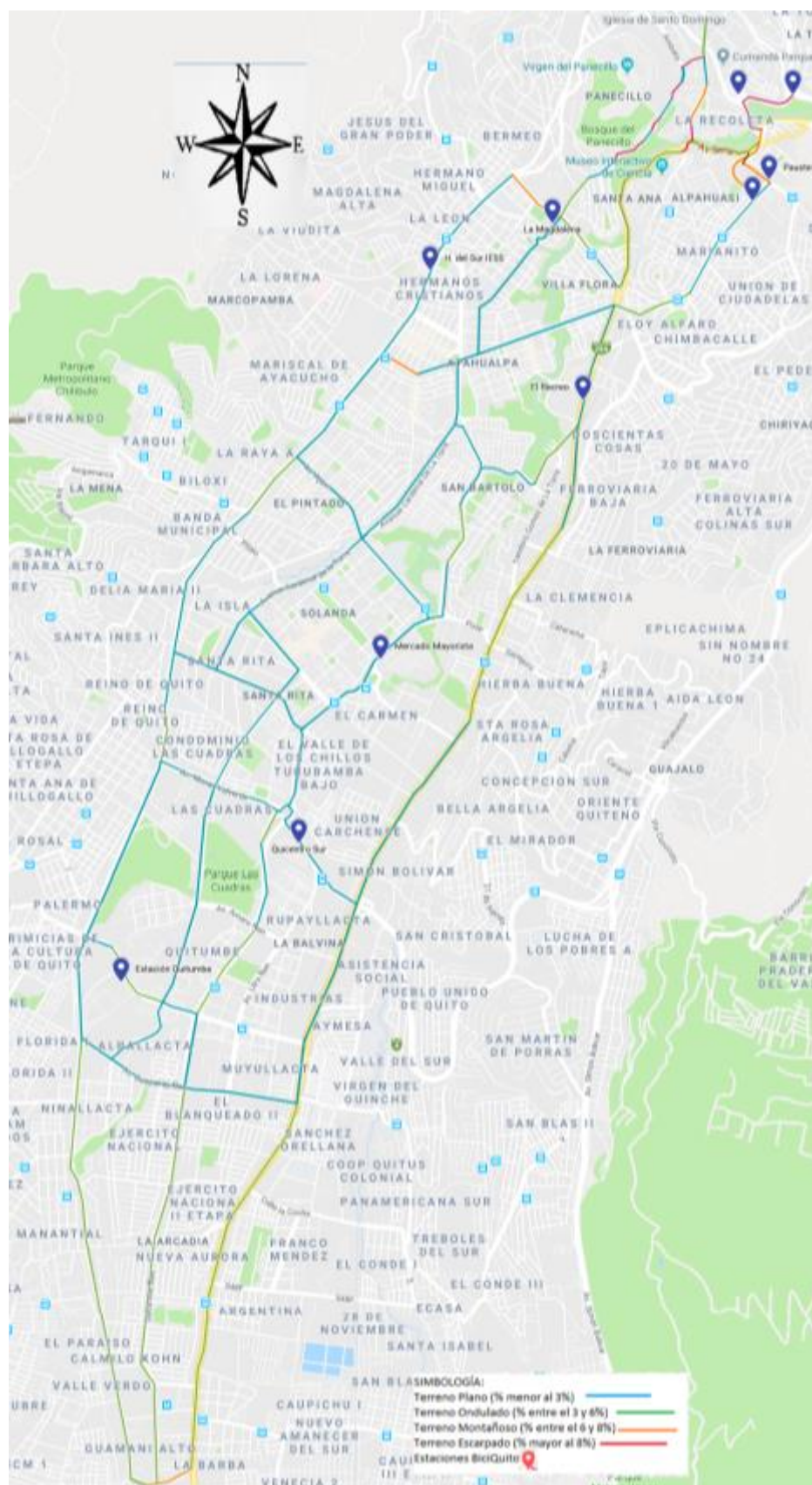


Figura 195. Trazado de Ciclovía y estaciones hacia el norte de la ciudad.



**Figura 196.** Trazado de Ciclovía y estaciones hacia el sur de la ciudad.

Esta inversión en ciclovías se justifica también en el estudio realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo, en su publicación denominada “Ciclo inclusión en América Latina y el Caribe” donde se muestra los kilómetros de Ciclovía en cada ciudad de la región, y podemos ver que otras ciudades realizan gran inversión en implementar ciclovías, Quito tan sólo cuenta con 63,8 km (Ver Figura 197)



**Figura 197.** Kilómetros de infraestructura vial para bicicleta en ciudades de América Latina.

Fuente: (BID, 2015)

**6.3.3 Automatización del servicio de préstamo de bicicletas en BiciQuito.** Este servicio ha dado excelentes resultados en otras ciudades de la región como México y Buenos Aires, pues acceder a una bicicleta es rápido, cómodo, personalizado y efectivo, no demanda de personal que atienda de forma individual a cada usuario y de esta forma el servicio es accesible los 365 días del año las 24 horas de cada día. Para implementar este sistema se sigue el ejemplo de CitiBike en New York; este sistema funciona mediante una tarjeta RFID (Radio Frequency Identification) que es una tarjeta lectora de código QR que tiene cada bicicleta, y que se complementa con un tag RFID que es una pieza que se integra a la bicicleta mediante una pieza soldada, la cual sirve como un candado, este se abre al leer el código y la bicicleta queda libre para su uso. El servicio se puede complementar con una aplicación móvil que ayude a encontrar los puntos donde se puede dejar la bicicleta y las rutas posibles determinadas mediante GPS.

**6.3.4 Incorporación de más bicicletas eléctricas.** Estas bicicletas cuentan con un sistema de asistencia al pedaleo, están aptas para las personas de la tercera edad pues recorren más distancias en menos tiempo y con menos esfuerzo físico. Son ideales para las pendientes pues poseen un sensor de par motor o de torsión que enciende el motor dependiendo de la fuerza de pedaleo que se aplique, si esta es grande (como por ejemplo en subidas) el motor se activa automáticamente y permite ciclear en pendientes empinadas con poco esfuerzo físico, es ideal en el DMQ pues se tienen cambios de pendientes pronunciados sobre todo en el Centro Histórico. En el año 2015 en Quito se implementaron 300 bicicletas eléctricas, mediante contratación pública con un presupuesto referencial de \$889.107,14, por lo tanto cada bicicleta eléctrica tiene un costo de \$2.963,69. En la actualidad se tienen 25 estaciones con 296 bicicletas activas, si se amplía el número de estaciones a 47 en total deberían existir 557 bicicletas eléctricas; se redondea este número en 300 más. Será necesario mantener gratuita la

suscripción a BiciQuito para las bicicletas manuales, sin embargo para utilizar las eléctricas se deberá cancelar un valor que se lo impone en base a un benchmarking en la región (Ver Tabla 46); de esta forma el costo que se implanta en Quito es de \$15 por concepto de suscripción mensual y \$150 por concepto de suscripción anual, mediante tarjetas de prepago que se recargan como una recarga electrónica y aseguran la calidad, mantenimiento y disponibilidad de estas bicicletas eléctricas.

**Tabla 46.**

*Benchmarking de costo por suscripción de bicicleta pública en la región.*

País	Servicio	Costo anual (\$)	Costo mensual (\$)
Chile	Bike Santiago	95	7.90
Brasil	Bike Rio	110	10
Uruguay	Movete	140	13
Perú	Miraflores	140	18
México	EcoBici	250	23
	MobiBike	230	21

**6.3.5 Adecuar al transporte público para permitir el traslado de bicicletas.** De las encuestas realizadas a los usuarios de BiciQuito cerca de un 20% sí disponían de bicicleta propia y sin embargo usan el servicio pues viven en sectores periféricos de la ciudad desde donde es imposible transportar su bicicleta en el transporte público. Este sistema ya ha sido implementado en la ciudad de Curitiba en Brasil en los buses biarticulados (Ver Figura 198), también es conveniente implementar soportes externos para el traslado de bicicletas en los buses alimentadores y convencionales, siempre y cuando las placas sean visibles y se cuente

con el apoyo de los agentes de tránsito para que agilicen y permitan el embarque y desembarque de las bicicletas. . (Ver Figura 199)



**Figura 198.** Transporte de bicicletas en buses biarticulados.

Fuente: (Curitiba, 2016)



**Figura 199.** Portabicicletas en transporte público.

Fuente: (Restrepo, 2016)

## 6.4 Medidas para desincentivar el uso de vehículos privados

**6.4.1 Extender la restricción de circulación “Pico y Placa”:** Se ha determinado que la congestión vehicular en Quito se ha incrementado en los horarios fuera de esta restricción de circulación, esto puede ser eliminado si se restringe la circulación las 24 horas del día dependiendo de cada dígito de la placa. Los vehículos con al menos 4 pasajeros (vehículo compartido) son exentos de esta restricción y pueden circular normalmente.



**6.4.2 Impuesto a la circulación:** Estas son las medidas que más GEI guardan y no permiten su contaminación, sin embargo, son las menos aceptadas por la ciudadanía y se debe evaluar el costo social al aplicarlas. Para el impuesto a la circulación se toma como referencia la “Vignette” de Austria y se aplica en las autopistas principales afluentes hacia el hipercentro de Quito, que son: Autopista General Rumiñahui, Manuel Córdova Galarza, Ruta Viva, Av. Simón Bolívar, y Av. Oswaldo Guayasamín (Ver Figura 200).



**Figura 200.** Autopistas para aplicar el “Sticker de circulación”.

El método consiste en aplicar un sticker en el parabrisa de los vehículos livianos y pesados que se compra con anticipación y permite la circulación por estas avenidas, se lo verifica mediante controles al tránsito o cámaras de seguridad. El precio varía dependiendo de para cuantos meses será válido el sticker, se tomará como referencia los precios de Austria (en dólares) y se muestra a continuación en la Tabla 47. Los vehículos híbridos y eléctricos están

excentos de este pago y pueden circular sin restricción; cabe recalcar que este método se basa en el tiempo de duración del sticker de circulación (sistema pre-pago) sin importar cuántas veces al día el vehículo circule por las autopistas antes señaladas.

**Tabla 47.**

*Precios del Sticker de circulación, según su tiempo de uso*

Duración del Sticker	Motocicletas (\$)	Vehículos livianos (\$)
1 año	34.70	87.30
2 meses	13.10	26.20
10 días consecutivos	5.20	9.00

Fuente: (Austria. Llegar y vivir, 2015)

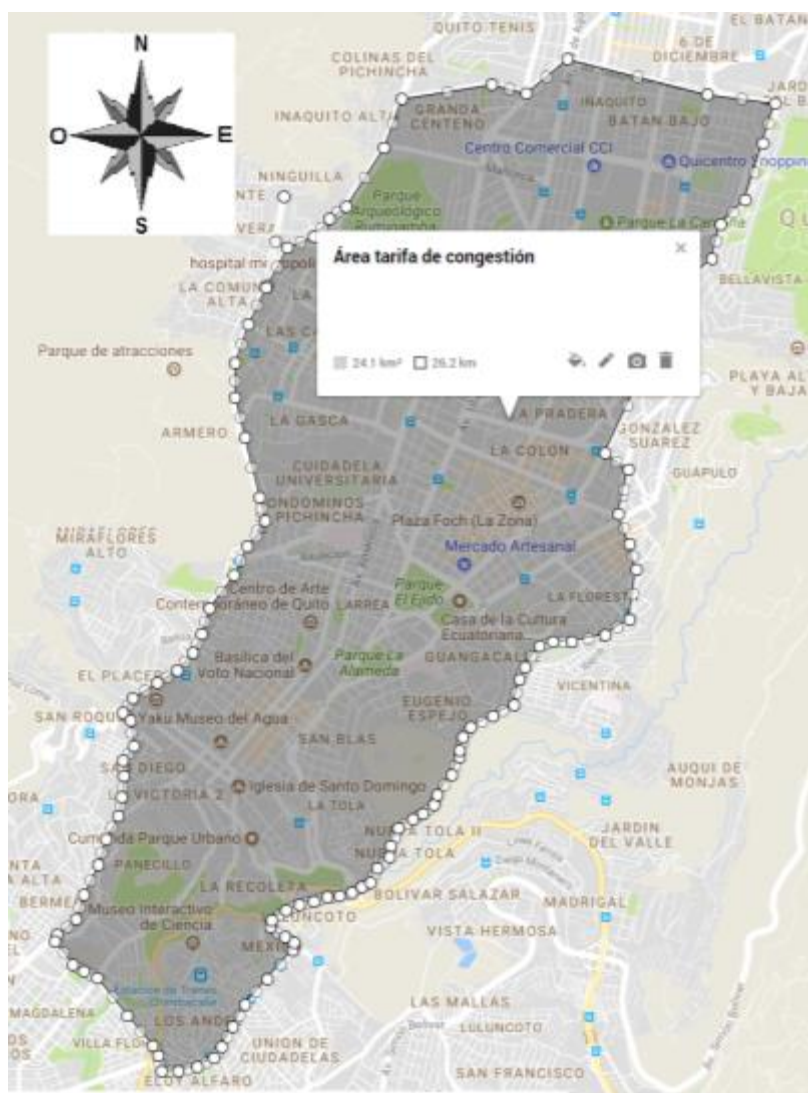
Para aquellas personas que no deseen acogerse a esta metodología, se plantea la metodología de peaje o tele peaje, que se basa en el cobro del permiso de circulación por las autopistas antes señaladas tomando en cuenta el número de veces que el vehículo circule por ellas, es decir, cada vez que ingrese a estas autopistas se cobrará dicho valor; para determinar cuánto se cancelará se realiza un benchmarking de los peajes de la región (Ver Tabla 48) y se determina que el valor de cada pasada será de \$0,65 para las motocicletas, \$2, 10 para los automóviles y las camionetas, \$3,75 para buses de 2 ejes, \$5, 68 para camiones de 3 y 4 ejes y \$7, 28 para camiones de 5 o más ejes.

**Tabla 48.***Costos de peajes para diferentes tipos de transporte en ciudades de la región.*

Ciudad	Peaje	Costo por cada tipo de transporte (\$)				
		Motocicletas	Autos o camionetas	Buses de 2 ejes	Camiones de 3 y 4 ejes	Camiones de 5 ejes o más
Bogotá-Medellín	Peaje de Siberia		3,37	4,79	5,38	9,49
Lima	Peaje de Chillán	0,91	1,53	2,74	4,80	6,85
Buenos Aires	Dock Sud y Hudson	0,43	0,90	2,69	3,58	4,48
Santiago de Chile	Angostura	1,08	3,84	6,76	11,9	11,9
Asunción-Paraguay	Guajaivi	0,18	0,90	1,80	2,70	3,60

Fuente: Elaboración Propia

**6.4.3 Tarifas de congestión:** Las tarifas a la congestión consisten en recargos económicos por circular por zonas de alta afluencia de vehículos dentro de la ciudad, que se han caracterizado por su congestión; ha sido aplicado en Singapur, Londres, Estocolmo entre otros con excelentes resultados. En la ciudad de Quito la zona por la cual se circularía con recargos sería el hipercentro de Quito, determinado de forma exacta a continuación en la Figura 201 con un área total de 24,1 km<sup>2</sup>.



**Figura 201.** Área donde se aplicaría la tarifa a la congestión

No obstante, luego de analizar la extensión del área y el costo social que esto implicaría, se reduce la zona hacia el centro histórico (Ver Figura 202) con un área de 3,93 km<sup>2</sup>; esta restricción se aplica de lunes a viernes en un horario de 7 am hasta 6 pm. Las personas que comprueben con la documentación pertinente que viven dentro de esta zona serán exceptos de esta tarifa en un vehículo por cada vivienda. El valor será cancelado en licencias con validez por un día o por 30 días, se expenderán en gasolineras, oficinas de correo, casetas especiales y farmacias, esta licencia se debe portar en el parabrisas del vehículo, y su control se realizará

mediante un circuito cerrado de video vigilancia. El valor se determinó mediante benchmarking (Ver Tabla 49) y será de \$8, 30 diarios, o \$40 mensuales.



**Figura 202.** Área definitiva donde se aplicará la tarifa de congestión.

**Tabla 49.**

*Costos de tarifa de congestión diaria en diferentes ciudades donde se la aplica.*

Ciudad	Costo diario (\$)
Londres	13
Estocolmo	8,91
Singapur	3

**6.4.4 Aumento del costo de parqueo de la “Zona Azul”.** En la ciudad de Quito se tienen varias opciones de parqueaderos que son: Parqueaderos municipales con el valor de \$0.50 a \$0.75 por hora o fracción, Parqueaderos privados especialmente en centros comerciales que van desde \$1 hasta \$2 la hora o fracción, y los parqueaderos Urbapark con la tarifa de \$0.75 la hora o fracción (Ver Figura 203); se propone incrementar el costo de la Zona Azul a \$0,75 las

dos horas o fracción y automatizar el servicio para hacerlo de forma más rápida y controlar el cobro exacto y la duración del mismo.



*Figura 203.* Opciones de parqueaderos en la ciudad de Quito.

**6.4.5 Fomento del uso de vehículos con bajas emisiones:** Eliminar el costo del parqueadero “Zona Azul”, no recaudar el impuesto a la circulación y tarifas de congestión a vehículos híbridos o eléctricos

### **7. Metodología para ejecutar la propuesta**

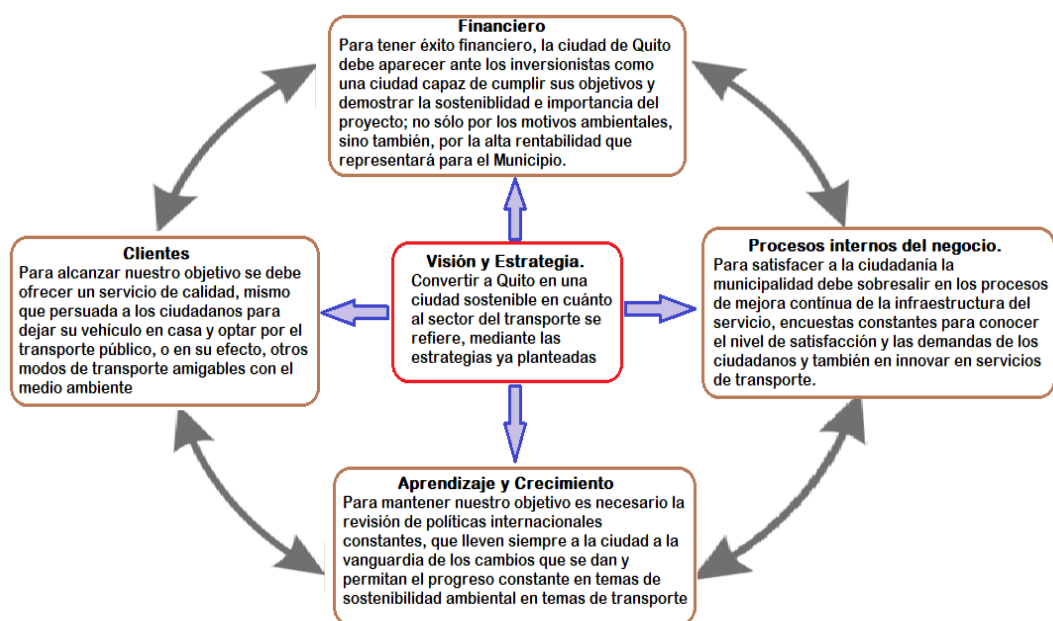
La metodología de aplicación es el Balance Score Card o también llamado Cuadro de Mando Integral, mismo que fue creada por Robert Kaplan y David Norton en 1992; consiste en una herramienta o modelo de gestión estratégica que permite tener una visión general, conglomerada e interrelacionada de las estrategias que se aplicarán, en el cuál no sólo se toman en cuenta el desempeño financieros sino también el conocimiento del cliente, los procesos internos de negocio y el aprendizaje y crecimiento (feedback). (gestiopolis, 2001)

El proceso para implementar el BSC es:

- i) Plantear los objetivos que se desean cumplir.
- ii) Elaborar los indicadores o mediciones que reflejen el nivel de cumplimiento de los objetivos.
- iii) Definir las metas concretas en relación a los resultados de cada indicador.
- iv) Definir las acciones, iniciativas, estrategias, proyectos, etc. que se van a implementar para lograr los objetivos. (ISOTools, 2015)

Tomando toda esta revisión del BSC y aplicando a la presente propuesta se plantean a continuación en la Figura 204 las áreas críticas a apuntar con esta metodología con sus respectivas importancias, posteriormente en la Tabla 50 se plantea los indicadores y las metas que se utilizará para medir el cumplimiento de los objetivos que se han planteado.






**Figura 204.** Cuatro perspectivas del BSC necesarias para la aplicación de la propuesta.

**Tabla 50.**

*Indicadores y metas a utilizarse para medir el cumplimiento de objetivos*

Perspectiva	Indicadores	Metas
Financiera	Aumento de ingresos recaudados por concepto de uso de TP, impuesto a la circulación, tarifas de congestión, parqueos en Zona Azul, etc. Endeudamiento de la municipalidad con instituciones bancarias.	Recaudar el dinero suficiente para devengar la inversión realizada en aplicar las estrategias planteadas. Realizar la cancelación completa de los préstamos solicitados para implantar el plan estratégico

CONTINÚA 

<p>Procesos Internos</p>	<p>Calidad del proceso de implementación de las estrategias. Calidad del servicio de TP. Calidad del mantenimiento a unidades del TP. Cantidad de emisiones de CO2 no emitidas al ambiente. Eficiencia tecnológica de los automotores del TP.</p>	<p>Elevar el grado de satisfacción de los ciudadanos al usar el TP. Posicionar a Quito como un ejemplo regional de transporte sustentable. Evitar la emisión de gases de efecto invernadero al medio ambiente.</p>
<p>Cliente</p>	<p>Aumento de usuarios en sistemas públicos de transporte. Satisfacción del cliente. Calidad que los ciudadanos perciben del TP. Calidad de la atención a los usuarios del TP. Seguridad de peatones y ciclistas.</p>	<p>Provocar la preferencia del uso de TP en los ciudadanos. Reducir el número de accidentes relacionados con el transporte. Persuadir a los usuarios a recomendar el uso del TP.</p>
<p>Aprendizaje y Crecimiento</p>	<p>Cantidad de innovaciones implementadas en los diferentes modos de transporte. Capacitación a personeros relacionados con la movilidad. Incremento de las capacidades operativas del TP.</p>	<p>Aumentar constantemente la eficiencia tecnológica de la flota de TP. Mejorar los ejes en los que falte intervención de la municipalidad.</p>

## CAPÍTULO VI

### EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA PLANTEADA

#### 1. Principios de la evaluación económica

Realizar la valoración económica de un proyecto es importante para conocer la factibilidad de su realización, así como los cambios en el bienestar de las personas que serán beneficiarias de dicho proyecto. Al someter un proyecto a una valoración económica se puede cuantificar el verdadero impacto del mismo en el área de aplicación, así como mejorar la toma de decisiones, aumentar el sentido de la responsabilidad, ayudar a la planificación, y buscar la correcta financiación del mismo.

La evaluación económica permite identificar las diferentes formas en que los escasos recursos se pueden emplear de forma eficiente y se basa en dos principios fundamentales: i) evalúa tanto los costos de poner en marcha el proyecto como sus resultados y beneficios. ii) toda evaluación se realiza mediante un punto de vista o perspectiva que puede ser: desde la perspectiva del Estado, o del ciudadano en este caso. (Caicedo & Angulo Rangel, 2017)

Para el Banco de Desarrollo del Ecuador (BDE), los proyectos se enmarcan en tres categorías: i) proyecto productivo, desarrollado por la empresa privada con la finalidad de obtener beneficios económicos, ii) proyecto público o social, desarrollado por el Estado u organismos multilaterales que buscan alcanzar un impacto positivo en la vida y calidad de la población, y iii) proyecto de vida que es una meta trazada por cualquier individuo como objetivos personales. En este caso particular, la propuesta de transporte sostenible frente al cambio climático es un proyecto público o social, desarrollado por la municipalidad del DMQ

que busca tener beneficios ambientales directos y en la calidad de vida de los quiteños. (BDE, 2016)

Para el BDE los pasos para la elaboración de un proyecto exitoso, sobre todo si es de inversión social son los siguientes: 1) Estudio de mercado, 2) Tamaño, 3) Localización, 4) Ingeniería del proyecto, 5) Costos e Ingresos, 6) Inversiones, 7) Financiamiento, y 8) Evaluación. Cabe mencionar que no es lo mismo una evaluación financiera que una evaluación económica, pues una evaluación financiera busca el máximo beneficio para el inversionista, calculándose con los precios del mercado y sin tener en cuenta los beneficios externos, mientras que la evaluación económica busca el máximo beneficio para la sociedad, calculando la rentabilidad con los precios de cuenta y hace un tratamiento explícito de los efectos externos. Es por eso que en este caso la evaluación económica es de vital importancia para invertir de manera segura los fondos que son de la sociedad en general y asegurar que al final del proyecto se tendrán los beneficios esperados y la calidad de vida de los quiteños cambiará de forma sustancial. (BDE, 2016)

## **2. Presupuesto y evaluación económica**

Elaborar un presupuesto para infraestructura vial según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) no sólo se debe considerar como el dinero necesario para ponerlo en marcha, sino como una inversión multisectorial en la cual se debe considerar sin lugar a dudas los servicios ecosistémicos. Los servicios ecosistémicos son beneficios que las personas obtienen de la naturaleza para apoyar y sostener la vida. La incorporación de estos servicios da como resultado carreteras más sostenibles y rentables, al mismo tiempo que conservan los beneficios que la naturaleza otorga, desde agua y aire limpio hasta madera y alimentos. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016).

La inclusión de los servicios ecosistémicos de manera sistemática en proyectos viales, ayudarían a cumplir con las áreas de prioridad del BID que son: i) Promover un crecimiento inclusivo y sostenible, ii) Construir y mantener infraestructura sostenible para el medio ambiente, iii) Incluir consideraciones sociales y ambientales en la planeación de infraestructura a nivel local, nacional y regional, iv) Incrementar la contribución de los servicios ecosistémicos y de biodiversidad en el desarrollo sostenible, v) Promover una agenda multisectorial. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016)

Estos servicios ecosistémicos deben ser evaluados conforme a los proyectos viales que se pondrán en marcha desde su planeación, el correcto enfoque de los mismos, disminuirá en costos de construcción y costos de mantenimiento al aprovechar los beneficios de la naturaleza para evitar inundaciones, erosión, derrumbes, etc. (Ver Figura 205).

En el presente proyecto lo que se busca es mejorar la calidad de aire, y aumentar la captura del carbono que es emitido al medio ambiente, ya que como tal, la infraestructura vial de la ciudad de Quito ya se encuentra implantada desde años atrás, la consideración que se realizará es implementar franjas verdes a lo largo de toda la ciudad, donde sea posible colocarlas, para que los árboles que se planten en ellas sirvan como purificadores del ambiente, reduzcan los ruidos del tráfico, sirvan como barreras corta vientos, reduzcan la radiación solar a través de la sombra y reduzcan el consumo energético ya que actúan como reguladores de temperatura, humedad y viento.

Servicios ecosistémicos prioritarios para evaluación:	Regulación de la calidad del aire	Almacenamiento de carbono	Protección contra tormentas costeras	Control de erosión	Regulación de inundaciones	Recursos naturales importantes a nivel local	Prevención de derrumbes	Regulación de la calidad del agua
<b>PROYECTOS VIALES QUE AFECTAN LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS IMPORTANTES PARA COMUNIDADES EN RIESGO</b>								
Zonas río arriba o cerca de comunidades vulnerables	✓			✓	✓	✓		✓
Áreas donde la subsistencia depende altamente de recursos naturales renovables						✓		
Zonas río arriba de comunidades que obtienen agua potable directamente de los arroyos				✓				✓
Proyectos que forman parte de una planeación multisectorial	✓		✓	✓	✓		✓	✓
<b>PROYECTOS VIALES QUE PUEDEN CAUSAR UN CAMBIO DE ALTO RIESGO O DE GRANDES PROPORCIONES EN EL USO DE LA TIERRA</b>								
Potencial para la tala intensiva de vegetación silvestre		✓		✓	✓		✓	✓
Potencial de pérdida de los pantanos o de la vegetación ribereña				✓	✓			✓
Potencial de pérdida de los hábitats costeros, especialmente manglares y pantanos			✓					
Potencial para el crecimiento urbano				✓	✓			✓
Potencial para la expansión de actividades agrícolas				✓				✓
Potencial para una mayor extracción de recursos naturales		✓		✓	✓			


**Figura 205.** Lista de verificación de los servicios ecosistémicos prioritarios para considerar en proyectos viales.

Fuente: (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016)

Para realizar el presupuesto referencial desde la perspectiva del Municipio de Quito, es decir cuánto le va a costar implementar todas las estrategias, se ha elaborado una tabla con los segmentos de la movilidad en los cuáles se trabajará, y se ha buscado en el Portal de Compras Públicas del SERCOP procesos similares o iguales, de preferencia en la ciudad de Quito, de los cuáles se extrae la siguiente tabla que se presenta a continuación (Ver Tabla 51).

**Tabla 51.***Análisis de costos para implementar las estrategias.*

Segmento de la movilidad	Estrategias a aplicar	Herramientas necesarias	Presupuesto referencial	
Transporte público	Expansión e impulso de los servicios del TP	Mejoras en infraestructura vial e intermodal	\$68'606.700,00	
		Implementación del SITP-Q	\$29'473,407,00	
		Costos de comunicación	\$4'904.005,00	
		Digitalización del pago del pasaje	\$215.810,00	
		Mejora de la eficiencia energética del TP	Adquisición de buses articulados eléctricos	\$71'905.330,00
		Buses con facilidades para personas con discapacidad		\$2'560.000,00
		Actualización de la norma INEN 2207	Consultoría para actualizar la norma	\$130.050,00
Impulso al uso de bicicleta	Incorporación de estaciones BiciQuito	Construcción e instalación de estaciones tipo	\$274.998,98	
		Actualización de la aplicación Movilízate UIO	\$2.196,00	
		Implementación de ciclovías al norte y sur de la ciudad	\$8'505.319,00	
		Automatización del Ciclo estaciones	\$1'403.560,55	

CONTINÚA 

	servicio BiciQuito	Plataforma de administración informática	\$640.302,15
	Adquisición de bicicletas eléctricas		\$ 1'481.845,00
	Mantenimiento de bicicletas	Repuestos	\$105.550,64
		Mano de obra	\$12.227,76
	Traslado de bicicletas en transporte público	Porta bicicletas	\$714.100,00
		Parqueaderos	\$48.000,00
Impulso al uso de la caminata	Peatonalización del Centro Histórico		\$ 1'351.289,52
	Construcción de puentes peatonales	Infraestructura	\$894.012,40
		Superestructura	\$2'910.898,60
		Rubros Ambientales	\$56.828,20
	Señalización en cruces peatonales	Horizontal	\$448.800,00
		Vertical	\$285.345,00
	Mantenimiento de aceras		\$ 7'777.500,00
Vehículos privados	Ampliación de la restricción “Pico y Placa”	Material comunicacional	\$13.520,65
	Impuesto a la circulación	Material comunicacional	\$13.520,65
		Stickers de circulación	\$ 900.000,00
	Tarifas de congestión	Material comunicacional	\$13.520,65
		Señalización vertical	\$1.785,00
	Aumento del costo de la “Zona Azul”	Automatización del servicio	\$920.654,41



	Señalización vertical	\$1.785,00
	Material comunicacional	\$13.520,65
	Fomento de uso de vehículos con eficiencia tecnológica	\$13.520,65
Costo	Servicio de cuadrilla forestal para Arborización establecimiento de plantaciones	\$83.700,00
	Adquisición de plantas forestales	\$58.907,00

Es decir, que el Cabildo necesita una inversión de alrededor de \$206'734.746,95 (doscientos seis millones setecientos treinta y cuatro mil setecientos cuarenta y seis dólares, con noventa y cinco centavos) para la implementación de las estrategias de transporte sostenible, mismas que se resumen en la Tabla 52.

**Tabla 52.**


*Presupuesto referencial por segmentos de transporte.*

Segmento del transporte	Presupuesto referencial
Transporte Público	\$177'795.302,00
Caminata	\$13'724.673,72
Bicicleta	\$13'188.101,68
Vehículo Privado	\$1'884.061,85
Costos arborización	\$142.607,70
<b>TOTAL</b>	<b>\$206'734.746,95</b>

A continuación se presenta la evaluación económica del proyecto mediante tres indicadores financieros que indican a las autoridades la viabilidad del proyecto, estos son el VAN, TIR y la Relación Beneficio-Costo. Para ello es indispensable conocer el flujo gram, es decir los ingresos y egresos que presenta para el municipio la implementación de esta propuesta. Los ingresos se detallan a continuación en la Tabla 53, y son todos los valores que se recaudarán por concepto de pasajes del TP, mensualidades por uso de BiciQuito eléctrica y pagos realizados por los vehículos privados, estos suman: \$10'131.090,00 mensual por concepto de transporte público, \$197.880,00 mensual por BiciQuito eléctrica, \$35'337.136,50 por concepto de recaudación a vehículos privados, lo que equivale a una recaudación total anual de \$547'993.278,00 (quinientos cuarenta y siete millones novecientos noventa y tres mil doscientos setenta y ocho dólares con cero centavos).

**Tabla 53.***Ingresos mensuales para el municipio, diferenciados por segmento de transporte*

Transporte Público						
Modalidad	Tipología	Clasificación de buses		Personas transportadas	Tarifa propuesta	Ingresos mensuales
		Biarticulados	Articulados			
Sistemas BRT	Trolebús	58	101	65360	\$0,35	\$22.876,00
	Ecovía		54	19440	\$0,35	\$6.804,00
	Central Norte	22	42	26120	\$0,35	\$9.142,00
	Sur Oriental		83	29880	\$0,35	\$10.458,00
	Sur Occidental		41	14760	\$0,35	\$5.166,00
	Alonso de Angulo		36	12960	\$0,35	\$4.536,00
	Eléctrico	70		35000	\$0,35	\$12,250,00

CONTINÚA 

		Tipo 90	Tipo 70	Especial	Minibús			
Verticales	urbanas	502				90360	\$0,35	\$31.626,00
Horizontales	urbanas	280				50400	\$0,35	\$17.640,00
Diagonales	urbanas	290				52200	\$0,35	\$18.270,00
Alimentadoras	urbanas	337				60660	\$0,50	\$30.330,00
Corredores	Metropolitanos	509	191	831	18	227650	\$0,50	\$113.825,0
Parroquiales	Inter/intra parroquial	288				51840	\$1,00	\$51.840,00
Aeropuerto	Minibús				20	1400	\$2,10	\$2.940,00
Bicicleta								
Uso de bicicleta eléctrica		Valor Mensual		Usuarios estimados			Ingresos mensuales	
		\$15,00		13192			\$197.880,0	
Vehículo Privado								

Impuesto a la circulación	Tipo de transporte	Valor	Cantidad	Ingresos mensuales
	Motocicleta	\$0,65	45111	\$29.322,15
	Automóviles y camionetas	\$2,10	439961	\$923.918,10
	Buses de 2 ejes	\$3,75	50	\$187,50
	Camiones de 3 y 4 ejes	\$5,68	10	\$56,80
	Camiones de 5 y más ejes	\$7,28	10	\$72,80
Tarifas de congestión	Valor diario	Cantidad de vehículos que ingresan	Ingreso	
	\$8,40	21998	\$184.783,20	
Incremento costo "Zona Azul"	Plazas de parqueo	Costo	Capacidad	Ingreso
	8792	\$0,75	6	\$39.564,00

Para conocer los egresos anuales que significa para el municipio la implementación del proyecto, se ha elaborado la Tabla 54 con todos estos detallados a continuación; los egresos municipales serán de \$4'775.313,00 (cuatro millones novecientos setecientos setenta y cinco mil trescientos trece dólares con cero centavos)

**Tabla 54.**

*Egresos mensuales para el municipio por concepto de gastos operacionales*


Gastos operacionales			
Cantidad de buses municipales	Salario conductores	Total mensual	Total anual
507	\$580	\$294.060	\$3'528.720
Número de bicicletas	anual costo	Total anual	
300	\$235	\$70.500	
Número de buses	anual Costo	Total anual	
507	\$1.450,00	\$735.150,00	
Consumo de combustible semanal	Mensual	Total anual	
\$130,00	\$520,00	\$263.640,00	
Costos administrativos			
Matrícula			\$204,31
Revisión Vehicular			
Multa no presentación			\$30,88
Multa por convocatoria			\$50
Valor revisión			\$19,52
Sticker			\$5
TOTAL			\$105,40
"Transporte Seguro"			\$40
Total anual			\$177.302,97
TOTAL ANUAL GASTOS OPERACIONALES			\$4'775.313,00

## 2.1 Cálculo del VAN

El Valor Actual Neto es un indicador financiero que determina la viabilidad de un proyecto; si luego de medir los futuros ingresos y egresos y descontar la inversión inicial queda alguna ganancia entonces el proyecto es viable. Cabe mencionar que para realizar el análisis se ha determinado la vida útil del proyecto de 20 años, que el municipio financiará el 15% de la inversión inicial y el 85% restante se realizará con crédito al Banco de Desarrollo del Ecuador (BDE) por 20 años con un interés del 7%, que el valor de rescate de la infraestructura al final de la vida útil del proyecto será del 70% y de los transportes tan solo del 2% como lo indica el programa de chatarrización de la CFN, la utilidad de los trabajadores es el 0% y las tasas de descuento han sido tomadas de la información estadística del BCE (tasa libre de riesgo 2,90%, tasa de inflación 4,87%, tasa riesgo país 4,80%). El cálculo del VAN se presenta a continuación en la Tabla 55.

**Tabla 55.**  
*Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)*

Año	FNE	(1+i) <sup>n</sup>	FNE/(1+i) <sup>n</sup>
0	\$ -402.677.438,09	1,000	\$ -402.677.438,09
1	\$ 352.447.271,15	1,146	\$ 307.626.142,23
2	\$ 352.447.271,15	1,313	\$ 268.504.968,34
3	\$ 352.447.271,15	1,504	\$ 234.358.879,59
4	\$ 352.447.271,15	1,723	\$ 204.555.188,61
5	\$ 354.639.325,97	1,974	\$ 179.652.112,10
6	\$ 354.639.325,97	2,262	\$ 156.805.544,30
7	\$ 356.831.380,79	2,591	\$ 137.710.371,17
8	\$ 356.831.380,79	2,969	\$ 120.197.583,29
9	\$ 357.927.408,19	3,401	\$ 105.234.159,76
10	\$ 357.927.408,19	3,897	\$ 91.851.409,41

CONTINÚA 

11	\$ 359.208.310,38	4,465	\$	80.457.462,52
12	\$ 359.208.310,38	5,115	\$	70.225.593,54
13	\$ 359.208.310,38	5,860	\$	61.294.923,23
14	\$ 360.304.337,78	6,714	\$	53.663.217,40
15	\$ 360.304.337,78	7,692	\$	46.838.803,70
16	\$ 360.304.337,78	8,813	\$	40.882.258,62
17	\$ 360.304.337,78	10,097	\$	35.683.214,30
18	\$ 361.400.365,19	11,568	\$	31.240.081,01
19	\$ 361.400.365,19	13,254	\$	27.267.243,62
20	\$ 634.107.851,27	15,185	\$	41.758.497,94
Valor Actual Neto			\$	1.893.130.216,58


## 2.2 Cálculo del TIR

La tasa interna de retorno es la tasa de rentabilidad que ofrece una inversión, es decir el porcentaje de ganancia o pérdida que tendrá el municipio al final de la vida útil del proyecto planteado, por definición en aquella tasa de descuento que hace que el Valor Presente Neto sea igual a cero; en este caso el valor exacto calculado con software es de 87, 58%. En la Tabla 56 se presenta el cálculo, así como en la Figura 206 se muestra el resultado gráfico.

**Tabla 56.**

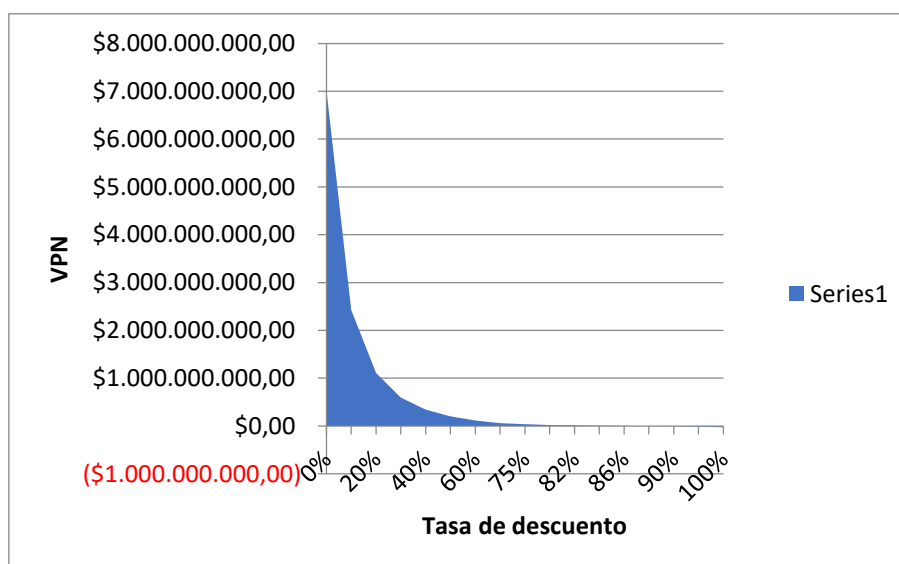
*Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR)*

0%	\$7.021.658.740,34
10%	\$2.425.339.282,10
20%	\$1.109.635.477,80
30%	\$594.027.389,60
40%	\$342.986.460,50
50%	\$202.317.384,72
60%	\$115.968.291,63
70%	\$59.618.020,63

CONTINÚA 



75%	\$38.678.190,47
80%	\$21.244.146,41
82%	\$15.092.348,27
84%	\$9.353.605,92
86%	\$3.995.281,00
88%	\$-1.012.136,91
90%	\$-5.695.386,02
95%	\$-16.139.233,32
100%	\$-25.026.661,42



**Figura 206.** Tasa Interna de Retorno, método gráfico.

### 2.3 Relación Beneficio-Costo

La relación Beneficio Costo (B/C) es un indicador financiero que compara de forma directa los costos de implementación de un proyecto vs los beneficios que este generaría. Su interpretación se basa en: i)  $B/C > 1$  Indica que los beneficios superan los costos, por lo tanto, el proyecto debe ser considerado. ii)  $B/C = 1$  Los beneficios son igual a los costos,

quiere decir que no existe ganancia ni pérdida. iii)  $B/C < 1$  Indica que los costos son mayores que los beneficios, por lo tanto, el proyecto no debe ser considerado.

La relación Beneficio/costo en este proyecto se define de la siguiente forma:

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum FNE}{\text{inversión inicial}} = \frac{7.425'034.078,79}{402'392.222,69} = 18,44$$

Luego de haber realizado la evaluación económica con los indicadores antes presentados, se llega a determinar que el proyecto sí es económicamente viable, al tener una relación B/C mayor que uno se recomienda que se considere el proyecto pues sí presentará beneficios no sólo económicos son ambientales también.

## CAPÍTULO 7

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 1. Conclusiones

Al evaluar la situación actual del transporte en la ciudad de Quito comparada con la de otras ciudades ejemplos en transporte sostenible, se evidencia que aún nos falta mucho camino por recorrer en temas de sostenibilidad; el principal problema de los quiteños es el uso de vehículo privado y aunque el municipio sí ha realizado esfuerzos por detener el crecimiento del parque automotor y mejorar los servicios del transporte público estos no han sido suficiente para solucionar este problema y tampoco se han implementado medidas restrictivas en el uso de vehículo privado por el alto costo social que esto podría significar.

Luego de realizar la investigación de las estrategias implementadas en ciudades de todo el mundo se ha determinado que aquellas que han dado mejores resultados son: i) promover el uso de la bicicleta apoyando con servicios públicos y con la infraestructura vial adecuada como ciclovías por toda la ciudad, bicicleta pública automática 24 horas, facilidades de circulación en intersecciones como el “Green wave”, etc. ii) promover el uso de la caminata mediante creación de bulevares, zonas con tráfico restringido por horarios, seguridad metropolitana, etc. iii) desincentivar el uso del automóvil privado con medidas principalmente económicas y restrictivas en la circulación de ciertas zonas; y, iv) fomentar la eficiencia tecnológica en buses del transporte público y en vehículos privados mediante la eliminación de aranceles para aquellos carros eléctricos e híbridos.

Al evaluar la movilidad de Quito se pone en manifiesto que la mayoría de actividades se concentran en el hipercentro de Quito donde se tiene las mayores congestiones ya que es al lugar donde se dirigen la mayoría de viajes en un día laborable, estos se dividen de la

siguiente manera: 84,4% se realizan en modos mecanizados, y el 15,6% en modos no mecanizados, del total de viajes mecanizados el 73% se realiza en transporte público y el 22% en transportes privados. La cantidad de habitantes en el DMQ también ha incrementado en los últimos años sobre todo en macro zonas como La Delicia-Calderón, Quitumbe-Sur Urbano, Valle de los Chillos y el norte de la ciudad.

El sector del transporte es la mayor fuente contaminante de gases de efecto invernadero en la ciudad de Quito, aunque los valores de estos se han mantenido dentro de los límites deseables según la Secretaría del Ambiente, esto no significa que sea un problema que no deba ser tratado por las autoridades, ya que el exceso de vehículos en la ciudad no sólo afecta al medio ambiente, sino que se ve reflejado en la calidad de vida de los quiteños al haberse aumentado los tiempos de viaje, disminuido las velocidades de circulación y empeorado la calidad del aire.

Los cambios de modos de transporte hacia estilos más sostenibles con el medio ambiente sí son posibles aunque demanden de drásticas medidas implantadas por las autoridades, tiempo prolongado de cambio y adaptación para los ciudadanos y compromiso solidario con la ciudad de cada uno de sus habitantes; sólo de esta forma se han logrado alcanzar esos objetivos de sostenibilidad con el ambiente que se han presentado en la investigación y se han tomado como referencia para la propuesta planteada.

El cambio de la red de transporte público en la ciudad de Quito es la solución más viable para eliminar la redundancia de rutas dentro de la ciudad, aumentar la cobertura hacia lugares donde no llega este servicio, aumentar la frecuencia del servicio y por lo tanto disminuir los tiempos de espera, organizar los tipos de transporte (BRT, urbano, metropolitano y parroquial), evitar aglomeraciones y congestiones, aumentar las

velocidades de circulación y por lo tanto ofrecer un mejor servicio a la ciudadanía, mismo que los motive a dejar el vehículo privado en casa y optar por el transporte público.

Al realizar encuestas de campo a los usuarios del sistema BiciQuito se han logrado determinar necesidades de los usuarios y demandas de ellos para hacer más atractivo este servicio, así como sus motivaciones y propósitos del viaje; para ello se han implementado dos tipos de encuestas, la primera realizada por el investigador y la segunda con el modelo del Ing. Mesías con el objeto de darle continuidad a la investigación y determinar qué y en qué cantidad han variado las opiniones de los usuarios. Es necesaria la implementación de más ciclovías al norte y sur de la ciudad de preferencia segregada, pues los usuarios no sienten seguridad en ciclovías compartidas, el uso de casco y chaleco debería ser obligatorio pero cada usuario debería portar los suyos propios, es necesario la conexión de este servicio con otros modos de transporte y para ello es necesario implantación de estaciones en las estaciones multimodales: La Ofelia, Río Coca, El Labrador, Playón de la Marín, El Recreo, Quitumbe.

Para tener una mayor cobertura del sistema BiciQuito es necesaria la implementación de 110 km de Ciclovía aproximadamente, adquisición de más bicicletas manuales y se propone duplicar la flota de bicicletas eléctricas pues por sus características son ideales para pendientes pronunciadas (entre el 6 y 8% para terrenos montañosos, y más del 8% para terrenos escarpados); cobrar por el uso de estas bicicletas mensualmente o anualmente aseguran el cuidado de las mismas y su correcto mantenimiento.

Evitar el uso del vehículo privado solo será posible si se aplican medidas económicas, ya que se ha demostrado que medidas como el “Pico y Placa” sólo generan una demanda inducida y a la larga complican el problema del crecimiento del parque automotor, es por eso que se aplican medidas como el impuesto a la circulación y tarifas de congestión, así

como igualar el costo del parqueadero “Zona Azul” con el resto de parqueaderos de la zona; de esta forma se asegura que las personas que deseen circular en su vehículo lo hagan siempre y cuando cancelen los aranceles estipulados.

La mejora de la eficiencia energética de los automóviles y buses se ha venido dando en los últimos años por las compañías automotrices, en la ciudad de Quito para incentivar la compra y uso de estos vehículos se ha impuesto que estos están exentos de cancelar los valores por la circulación así como el estacionamiento; por otro lado es imperioso que la municipalidad adquiera biarticulados eléctricos como el que se estuvo probando en la ciudad por 3 meses, pues aunque la inversión inicial es alta, los beneficios ambientales son también muy altos.

La aplicación de esta propuesta sí es posible para las autoridades, pues luego de realizar la valoración económica todos los índices financieros han determinado que el proyecto es económicamente viable y a largo plazo si representará un beneficio para las autoridades y sobre todo para el medio ambiente.

La contaminación al medio ambiente no es un problema aislado o sectorizado, no significa que ciertas partes del mundo al ser las más contaminantes, concentren sus GEI en su área atmosférica, sino que es un problema global y la contaminación se dispersa por toda la atmósfera mundial, lo cual lo convierte en un problema de todos. Es por eso que tomar medidas ahora de forma colectiva es el único camino que nos garantizará un planeta habitable a futuro.

## 2. Recomendaciones

Dar continuidad a la presente investigación para evaluar los logros alcanzados con la implementación de esta propuesta y aplicar nuevas estrategias que estén tomando impulso alrededor del mundo, para hacer de Quito una ciudad a la vanguardia de modos de transporte sostenible y un ejemplo en la región de los mismos.

Realizar un estudio de demanda peatonal en toda la ciudad de Quito pues tan sólo se han presentado pocos ejemplos de lugares donde los peatones tienen conflictos en las intersecciones, pero de seguro hay muchos más; atender estas necesidades es el primer paso para promover el uso seguro de la caminata y reducir los siniestros a los peatones por atropellamientos.

Rediseñar la Ciclovía en el centro histórico de Quito para que los ciclistas no compartan su vía con el Trolebús-Q, pues es el tramo donde más dificultades se tiene debido a que sus velocidades de circulación son completamente distintas, y al depender la bicicleta de la tracción humana en estas pendientes pronunciadas se dificulta su aceleración, el Trolebús disminuye su rapidez para la que fue diseñado y los ciclistas sienten una sensación de inseguridad, irrespeto y peligro.

Promover campañas de concientización sobre la cantidad de emisiones de GEI que se envían a la atmósfera diariamente con el uso del vehículo privado y el grave problema ambiental que esto representa.

Tener acercamientos con la ciudadanía constantemente, implementando encuestas para conocer el grado de satisfacción de ellos con los servicios que se brindan, sus demandas y propuestas para mejorarlos y conocer en qué puntos se han realizado aciertos que beneficien a la sociedad.

Evaluar las facilidades financieras para implementar el proyecto en Bancos estatales del país, así como en entidades bancarias mundiales que promueven este tipo de proyectos como el Banco Mundial o el Banco Interamericano de Desarrollo pues estas entidades a más de conceder préstamos con fines de desarrollo y sostenibilidad ambiental pueden brindar su apoyo técnico y experticia para adherir más estrategias al presente proyecto.

Utilizar el ejemplo de la aplicación Auto-Compartido y desarrollarla como un emprendimiento por y para los estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE que llegan de diferentes partes de la ciudad todos los días a la institución.

Implementar políticas de restricción de ingreso de vehículos anualmente no sólo a la ciudad de Quito, sino al Ecuador en general, mediante un control de importaciones vehiculares con un cupo máximo por año, como se planteó en el año 2014.

Fortalecer el programa de chatarrización de la CFN, y llegar a acuerdos con las cooperativas de transporte, tomando el ejemplo de Santiago de Chile, para que en un plazo determinado de años al menos 10 unidades de cada cooperativa sean buses eléctricos o con tecnología híbrida. Plantear la misma estrategia para los taxis de cooperativa, para que implementen unidades eléctricas o híbridas.

Realizar una consultoría de la norma NTE INEN 935 (norma referente a los requisitos de la gasolina) y modificarla para cambiar la calidad actual de la gasolina Euro 2 que se exige en el Ecuador, a por lo menos una tecnología Euro 5 que reduce las ppm de los 100 mg/km a los 5 kg/km. Tomando en cuenta que en otros países ya se aplica hasta la Euro 6. Además esta normativa tiene conexión con los productos que salen de las refinerías del Ecuador, estas también se deberían radicalizar en su calidad de producto entregado al consumidor.



Eliminar gradualmente el subsidio de la gasolina y diésel para motivar el cambio hacia nuevas tecnologías de transporte o la migración a modos de transporte más sostenible, con la finalidad de aliviar el costo social se recomienda reducir este valor en otros impuestos estatales y así causar un efecto de compensación al ciudadano.

Incorporar a lo largo de la ciudad de Quito, jardines verticales, parterres verdes que dividan las zonas de peatones de la de los ciclistas, introducir árboles en las zonas de pacificación del tránsito y promover el uso de terrazas verdes para capturar el carbono emitido por el tránsito y mejorar la calidad del aire de Quito a la vez que brindamos un entorno ornamental al ciudadano y aprovechamos los beneficios ecosistémicos.

Implementar de manera drástica los impuestos a la circulación y las tarifas a la congestión que se han planteado en la presente investigación para promover el desuso del vehículo privado e inducir el uso del transporte público y modos de transporte no contaminantes.

Asumir los siniestros y muertes de personas por accidentes de tránsito como un problema de seguridad vial y no como un hecho desafortunado que no se pudo evitar; esta concepción de los accidentes ayuda a entender la importancia que tienen los grupos vulnerables en la movilidad e implementar medidas de seguridad vial de bajo coste pero de alto impacto que garanticen el cumplimiento de la Visión Cero planteada en Suiza (cero muertes por accidentes de tránsito).

Peatonalización completa del centro histórico con horarios nocturnos establecidos para el transporte de carga que es necesario para el abastecimiento de los negocios que se encuentran dentro de esta zona, de esta forma se reduce el uso del vehículo, se motiva la

caminata y se aprovecha los beneficios turísticos que ofrece esta zona por su patrimonio cultural.

Incorporar las estaciones del Sistema BiciQuito que fueron eliminadas desde el año 2015 y las otras 20 que se plantean en la investigación para darle conectividad multimodal a la Ciclovía y llegar a lugares tanto del centro como del sur de la ciudad, automatización del servicio y duración del mismo las 24 horas del día, así como adquirir más bicicletas eléctricas e implantar el cobro de un valor anual por inscripción con la finalidad de que estas se mantengan en buen estado y se pueda dar un correcto mantenimiento.

En el transporte público se recomienda la digitalización o automatización del pago del pasaje, eliminar las rutas redundantes y aplicar la nueva malla de transporte público presentada por la Agencia de Barcelona, ampliar el horario y la frecuencia de las rutas y adquirir unidades que cuenten con modificaciones para permitir la accesibilidad de las personas con movilidad reducida.

Realizar estudios del transporte y su afectación frente al cambio climático dirigido al transporte de carga pesada, y la disposición de sus residuos de aceites y filtros, así como el diseño de una planta de tratamiento de residuos en Quito dirigida exclusivamente a este segmento del transporte.

Organización de congresos, foros, mesas de debate, etc nacionales e internacionales abiertos tanto a técnicos, a profesionales de diversos sectores y al público en general para divulgar el problema de la contaminación, obtener valiosa información de experiencias internacionales y plantear soluciones y propuestas multisectoriales para promover la sostenibilidad de Quito.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS

### A

#### AMT

Agencia Metropolitana de Tránsito., 29

#### ANT

Agencia Nacional de Tránsito., 29

#### ANTP

Asociación Nacional de Transportes  
Públicos-Brasil, 51

### B

#### BCE

Banco Central del Ecuador, 263

#### BDE

Banco de Desarrollo del Ecuador, 251

#### BRT

(Bus Rapid Transit). Es el término más amplio que se le atribuye a una variedad de los sistemas de transporte que operan con rutas troncales de uso exclusivo por donde circulan vehículos buses de alta capacidad, los cuales se complementan con buses alimentadores y vecinales., 26

### C

#### CCTV

Cámaras de Circuito Cerrado de  
Televisión., 30

#### CFN

Cooperación Financiera Nacional, 263

#### CGM

Centro de Gestión de la Movilidad., 29

#### CGM),, 29

#### CO<sub>2</sub>eq

Dióxido de carbono equivalente. Es una medida universal para indicar la posibilidad de calentamiento global de cada uno de los gases de efecto invernadero., 5

#### COOTAD

Código Orgánico de Organización  
Territorial Autonomía y  
Descentralización, 131

#### CTE

Comisión de Tránsito del Ecuador, 130

#### CVD

Cámaras de Video Detección., 30

### D

#### demanda inducida

la demanda inducida o "tráfico inducido" es el nuevo y creciente tránsito de vehículos que las nuevas vialidades generan. Surge tras la implementación de soluciones para incrementar el espacio para que los autos circulen, ya que estas bondades hacen atractivo el uso del vehículo propio., 28

#### DMQ

Distrito Metropolitano de Quito, 27

### E

#### EDM

Encuestas Domiciliarias de Movilidad,  
80

#### EPMMOP

Empresa Pública Metropolitana de  
Movilidad y Obras Públicas., 29

### G

#### gases de efecto invernadero

Son aquellos gases atmosféricos de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación dentro del rango infrarrojo de la tierra., 4

#### GEI

Gases de Efecto Invernadero, 5

**H****huella de carbono**

La huella de carbono es un indicador ambiental que mide el impacto sobre el calentamiento global, este indicador es la suma absoluta de todas las emisiones de gases de efecto invernadero causadas directa o indirectamente por un individuo, organización, evento o producto. Es la marca que se deja sobre el medio ambiente con cada actividad que emite gases de efecto invernadero., 5

**huella ecológica**

es un indicador de sostenibilidad a nivel internacional. Se define como el total de superficie ecológicamente productiva necesaria para producir los recursos consumidos por un ciudadano medio de una determinada comunidad humana, así como la necesaria para absorber los residuos que genera, independientemente de la localización de estas superficies., 5

**I****IQCA**

Índice Quiteño de Calidad de Aire, 167

**N****NECA**

Norma de Calidad del Aire Ambiente Ecuatoriana, 167

**O****OMS**

Organización Mundial de la Salud, 17

**P****PIB**

Producto Interno Bruto, 34

**PM<sub>10</sub>**

Proveniente del inglés "Particulate Matter". Son todas aquellas partículas de hollín, ceniza, cemento, polen, etc dispersas en la atmósfera cuyo diámetro sea menor que 10 micrómetros, 62

**R****REMMAQ**

Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito, 98

**S****SERCOP**

Servicio Nacional de Contratación Pública, 254

**servicio de logística de última milla**

Es el último eslabón de servicio en la cadena de abastecimiento relacionados con actividades comerciales y de suministro y distribución de productos para la industria, su comercialización y el consumo de bienes en las ciudades., 6

**SITMQ**

Sistema Integrado de Transporte Masivo de Quito, 92

**T****TP**

Transporte Público, 250

## BIBLIOGRAFÍA

- 20 minutos. (21 de abril de 2017). *Bienestar y energía*. Obtenido de <https://www.20minutos.es/noticia/3018003/0/biogas/gas-limpio/impulsa-autobuses/>
- Acosta Burneo, A. (2018). *¿A quiénes subsidiamos? Vistazo*, 28-29.
- Acuña Leiva, R., Hernández Vega, H., Jiménez Romero, D., Zamora Rojas, J., & Loría Salazar, L. G. (2016). *Guía de diseño y evaluación de ciclovías para Costa Rica*. Universidad de Costa Rica. Laboratorio nacional de materiales y modelos estructurales, Unidad de seguridad vial y transporte. San Pedro de Montes de Oca: Universidad de Costa Rica.
- Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. (2015). *Plan de revitalización del centro histórico de Quito*. Obtenido de <http://www.bcnecologia.net/es/proyectos/plan-de-revitalizacion-del-centro-historico-de-quito>
- Agencia Metropolitana de Tránsito. (2015). *Restricción Pico y Placa*. Obtenido de <http://www.amt.gob.ec/index.php/pico-placa-homepage.html>
- Agencia Metropolitana de Tránsito. (2017). *Informe de resultados de la encuesta realizada a usuarios, sobre el mejoramiento de la calidad del servicio de transporte público en el Distrito Metropolitano de Quito*. Quito.
- Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución del Ecuador, Reforma*. Obtenido de [http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf)
- Asamblea Constituyente. (2014). *Ley Orgánica de Transporte terrestre, Tránsito y Seguridad Vial*. Obtenido de <http://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/2016/04/LEY-ORGANICA-DE-TRANSPORTE-TERRESTRE-TRANSITO-Y-SEGURIDAD-VIAL.pdf>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (19 de octubre de 2010). *Constitución de la República del Ecuador 2008*. Obtenido de [https://www.asambleanacional.gov.ec/es/system/files/codigo\\_organico\\_de\\_organizacion\\_territorial\\_autonomia\\_y\\_descentralizacion.pdf](https://www.asambleanacional.gov.ec/es/system/files/codigo_organico_de_organizacion_territorial_autonomia_y_descentralizacion.pdf)
- Austria. Llegar y vivir. (2015). *Austria. Llegar y vivir*. Obtenido de <https://www.austria.info/es/informacion-datos/llegar-a-austria/en-coche/peajes>
- Autocompartido. (2017). *autocompartido*. Obtenido de <https://www.autocompartido.com.ec/>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (junio de 2013). *Estrategias de mitigación y métodos para la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector transporte*. (R. A. Ríos, F. Arango, L. Vera, & R. Acevedo, Edits.) 138.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2016). *Carreteras y capital natural: Gestión de las dependencias y de los efectos sobre los servicios ecosistémicos para inversiones sostenibles en infraestructura vial*. BID.

- Barbero, J. A., & Rodríguez Tornsquit, R. (2012). *Transporte y cambio climático: hacia un desarrollo sostenible y de bajo carbono*. Revista Transporte y Territorio N°6, Universidad de Buenos Aires, 8-26.
- BCE Ecología. Agencia de Ecología Urbana. (2017). *Reestructuración de la Red de Transporte Público de Pasajeros del Distrito Metropolitano de Quito*. Resumen Ejecutivo, Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Secretaría de la Movilidad, Quito.
- BID. (2015). *Ciclo-inclusión en América Latina y el Caribe. Guía para impulsar el uso de la bicicleta*.
- BID, edX. (2017). *Seguridad Vial: en América Latina y el Caribe de la teoría a la acción*. Obtenido de <https://courses.edx.org/courses/course-v1:IDBx+IDB16x+3T2017/course/>
- Bull, A. (2003). *Congestión de Tránsito. El problema y como enfrentarlo*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Cáceres, L., & Núñez, A. M. (2011). *Segunda comunicación nacional sobre cambio climático. Convención marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Ministerio del Ambiente. Subsecretaría de cambio climático. Quito: Gráficas Arboleda.
- CAF. (2016). *Observatorio de movilidad urbana. Resumen borrados 2015-2016*. Buenos Aires.
- CAF. Banco de Desarrollo de América Latina. (2018). *Transporte y desarrollo en América Latina*.
- Caicedo, L., & Angulo Rangel, F. (2017). *Principios de valoración económica fundamentados en la teoría financiera: estudio de Pyme transportistas Maraibo-Venezuela*. Económicas CUC, 147-164.
- CB24. (28 de noviembre de 2017). *Costa Rica estrenó su primer autobus de hidrógeno llamado "NYU TI"*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=QcMqCTy-Hgo>
- Curitiba. (10 de 06 de 2016). *Curitiba le apuesta al ciclismo*. Obtenido de <http://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/projeto-brt-bike-permite-o-transporte-de-bicicleta-dentro-do-onibus/39924>
- Dalkmann, H., & Brannigan, C. (2010). *Transporte y Cambio Climático. Transporte sostenible: Texto de Referencia para formuladores de políticas públicas en ciudades de desarrollo*. (D. Gesellschaft, Ed.) Modulo 5e. Transporte y Cambio Climático, 68.
- DMQ, S. (2011). *Inventario de Emisiones de Gases del Efecto de Invernadero. Sector Energía*. Distrito Metropolitano de Quito, Secretaría de Ambiente, Quito.
- Duque Torres, L. E. (2015). *Guía para evaluar el impacto del uso de ciclo rutas en el Ecuador*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de ingeniería. Maestría en transportes, Quito.

- Ekos Negocios. (03 de Diciembre de 2014). *EP Petroecuador: Gasolina Ecopaís*. Obtenido de <https://www.ekosnegocios.com/negocios/m/verArticulo.aspx?idart=5029&c=1>
- El Telégrafo. (10 de octubre de 2017). *Consultoría de transporte propone carriles exclusivos para los buses en Quito*. El Telégrafo.
- electro movilidad. (2017). *Conferencia internacional sobre electromovilidad y transporte público*. Obtenido de [http://electromovilidad.org/wp-content/uploads/2017/04/Resumen-conferencia\\_VF.pdf](http://electromovilidad.org/wp-content/uploads/2017/04/Resumen-conferencia_VF.pdf)
- elementenergy. (13 de 02 de 2017). *Foro coches eléctricos*. Obtenido de <https://forococheselectricos.com/2017/02/colonia-lanza-el-mayor-proyecto-de-autobuses-hidrogeno-en-europa.html>
- Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito. EPMAPS. (03 de Abril de 2018). *EPMAPS. Agua de Quito*. Obtenido de <http://www.aguaquito.gob.ec/?p=10280>
- Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas. (07 de febrero de 2017). *Quito va en Bici #Obras Quito*. Obtenido de Obras Quito: <https://www.youtube.com/watch?v=LGPawWtqGPs>
- Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas. (2017). *Zona Azul*. Obtenido de <http://www.epmmop.gob.ec/epmmop/index.php/proyectos/estacionamientos/zona-azul>
- Empresa Pública Metropolitana de Transporte de Pasajeros. EPMT. (2015). *Plan Estratégico. Actualización para el período 2015-2019*. Quito.
- Empresa pública metropolitana Metro de Quito (EPMMQ). (13 de marzo de 2012). *Metro de Quito*. Obtenido de <https://www.metrodequito.gob.ec/el-proyecto/estudios/>
- Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito. EPMMQ. (noviembre de 2012). *Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito*. Obtenido de <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/651371468246335674/Estudio-de-impacto-ambiental-de-la-primera-linea-del-metro-Quito>
- Energía Solar al Día. (16 de marzo de 2016). *Tindo, el autobús solar gratuito que desplaza pasajeros en Adelaida, Australia*. Obtenido de <http://energiasolaraldia.com/tindo-autobus-solar-gratuito-desplaza-pasajeros-adelaida-australia/>
- Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central del Ecuador. (2011). *Estudio para la determinación de índices de movilidad para evaluar los impactos de la medida de restricción vehicular, Pico y Placa, en la ciudad de Quito*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Freund, J. E., & Simon, G. A. (1994). *Estadística Elemental* (Octava ed.). (J. J. Diaz Diaz, Trad.) México, México: Prentice Hall.
- gestiopolis. (12 de 03 de 2001). *¿Qué es el Balance Scorecard y para qué sirve?* Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/que-es-el-balanced-scorecard-y-para-que-sirve/>

- Gleave, S. D. (agosto de 2013). *Secretaría de Planificación de Transporte SECTRA*. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Santiago de Chile. Obtenido de <http://www.sectra.gob.cl/biblioteca/detalle1.asp?mf=3086>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación* (Quinta ed.). México: Mc Graw Hill.
- Híbridos y Eléctricos. (05 de marzo de 2018). *Híbridos y Eléctricos*. Obtenido de <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/actualidad/van-hool-realizara-mayor-entrega-autobuses-hidrogeno-europa/20180304144957017945.html>
- Huber, F., & Falk, M. (2012). *New options for mobility and transport infrastructure in the post-carbon society*. Routes-Roads 2012-N°357. Obtenido de [www.piarc.org](http://www.piarc.org)
- Instituto de la ciudad. (11 de diciembre de 2017). *La gestión del transporte público en el Distrito Metropolitano de Quito. Entre una tarifa justa y un servicio de calidad*. Obtenido de <http://www.institutodelaciudad.com.ec/coyuntura-sicoms/181-la-gestion-del-transporte-publico-en-el-distrito-metropolitano-de-quito-entre-una-tarifa-justa-y-un-servicio-de-calidad.html>
- Instituto de la ciudad. (26 de marzo de 2018). *Instituto de la ciudad. Quito*. Obtenido de <http://www.institutodelaciudad.com.ec/coyuntura-sicoms/191-la-movilidad-urbana-en-el-centro-historico-de-quito-5-14.html>
- ISOTools. (23 de febrero de 2015). *ISOTools. Plataforma tecnológica para la gestión de la excelencia*. Obtenido de <https://www.isotools.org/2015/02/23/que-es-el-balanced-scorecard-conoce-su-funcionamiento-y-ventajas/>
- Lizárraga Mollinedo, C. (2006). *Movilidad urbana sostenible: un reto para las ciudades del sigl XXI*. Economía, Sociedad y Territorio, VI(22), 283-321.
- MAE. (2009). *Política Ambiental Nacional*. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Plan+Estrat%C3%A9gico+MAE.pdf>
- Marreno Marreno, M., Petersson Roldán, M., Gutiérrez Loza, V., & Arozarena Fundora, R. (2012). *La medición de costos de salud atribuibles a cambios en la calidad ambiental*. Revista Médica Electrónica, 34(6).
- Martínez Ataz, E., & Díaz de Mera Morales, Y. (2014). *Contaminación atmosférica*. Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- Martínez Gaete, C. (13 de junio de 2016). *Plataforma Urbana*. Obtenido de <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2016/06/13/10-iniciativas-destacadas-de-transporte-sustentable-en-chile/>
- Martínez Sandoval, A. (Junio de 2005). *Ruido por tráfico urbano: conceptos, medidas descriptivas y valoración económica*. Revista de economía y administración.
- Mataix González, C. (2010). *Movilidad urbana sostenible: un reto energético y ambiental*. Madrid: Obra Social Caja Madrid.



- Merizalde, M. B. (29 de enero de 2018). *Las 8883 plazas de estacionamientos de zona azul en Quito están automatizadas*. El Comercio.
- Mesías Quinteros, J. F. (2015). *Análisis de la implantación de las ciclovías y el Sistema BiciQ, en la movilidad de Quito*. Quito: Espe.edu.
- Mesías Quinteros, J. F. (2015). *Análisis de la implantación de las ciclovías y el Sistema BiciQ, en la movilidad de Quito*. Marzo: Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2012). *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente. Libro VI: Norma de la Calidad del Aire Ambiente. Anexo 4*. Quito.
- Montezuma, R. (2003). CIUDAD Y TRANSPORTE. *La movilidad urbana. Cuadernos de la CEPAL. La ciudad inclusiva*(88), 175-192.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Empresa municipal de movilidad y obras públicas, & Gerencia de planificación de movilidad. (2009). *Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025*. Quito.
- Murray, R. S. (2010). *Probabilidad y estadística* (tercera ed.). Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España.
- Narváez P, M. (2014). *Propuesta de exoneración de la medida "Auto-Compartido" de la restricción "Pico y Placa"*. Quito: Secretaría de Movilidad.
- Quito Informa. (21 de septiembre de 2017). *El Centro de Gestión de la Movilidad aporta al tráfico y seguridad vial en Quito*. Obtenido de <http://www.quitoinforma.gob.ec/2017/09/21/el-centro-de-gestion-de-la-movilidad-aporta-al-trafico-y-seguridad-vial-en-quito/>
- Remache Coyago, A. P., & Celi Ortega, S. F. (junio de 05 de 2017). *Análisis de la aplicación del pico y placa en la ciudad de Quito*. INNOCA Research Journal, 2(6), 136-142.
- Secretaría de Movilidad. (2014). *Diagnóstico de la movilidad en el Distrito Metropolitano de Quito para el Plan Metropolitano de Desarrollo Territorial (PMOT)*. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Quito.
- Secretaría del Ambiente. (2017). *Informe de la Calidad de Aire-2016. Distrito Metropolitano de Quito*. Quito.
- Secretaría del ambiente. (2011). *Reducción y compensación de la huella de carbono en el DMQ*. Obtenido de <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/cambio-climatico/programas-y-proyectos/reduccion-y-compensacion-de-la-huella-de-carbono-en-el-dmq>
- Servicio de Rentas Internas del Ecuador. (2016). *SRinforma. Impuestos a los vehículos, ¿Cuáles son y cómo debo pagar?* Obtenido de <file:///C:/Users/User/Downloads/TRIPTICO-VEHICULOS.pdf>

- Tapia, E. (01 de octubre de 2014). *Ecopaís ya reemplaza la gasolina extra en Guayas*. El Comercio.
- Teamazonas. (02 de diciembre de 2017). *Quito apuesta por los buses eléctricos*. Obtenido de <http://www.teamazonas.com/2017/12/quito-apuesta-los-buses-electricos/>
- Teamazonas Ecuador. (07 de octubre de 2013). *"Auto compartido" es una alternativa para reducir el tráfico vehicular*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=drEbVn51LLY>
- The World Bank. (2018). *11. Ciudades y comunidades sostenibles*. Obtenido de <http://datatopics.worldbank.org/sdgatlas/SDG-11-sustainable-cities-and-communities.html>
- Transmilenio S.A. (09 de 07 de 2012). *Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá*. Obtenido de [http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/el\\_sistema/Mapas](http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/el_sistema/Mapas)
- Tristán López, A., & Pedraza Corpus, N. Y. (2017). *La objetividad en las pruebas estandarizadas*. Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa, 10, 11-31.
- UITP. (2003). *Billete para el futuro.: 3 pasos para la movilidad sostenible*. Bruselas: Heather Allen .
- Villa Orozco, M. E., & Carrión Estupiñan, L. E. (2018). *Investigación de las facilidades de movilidad para personas con discapacidad en el cantón Riobamba*. Sangolquí: Espe-edu.
- World Road Association. (2014). *Road Transport System and Environment Preservation- Review of National Policies*. (H. Murphy, Ed.) World Road Association Mondiale de la Route, 64.